الأنظمة الكهربائية والإلكترونية في السيارات

قسم هندسة السيارات والاليات الثقيلة

السنة الخامسة

الاختصاص: هندسة السيارات

منشورات جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

الأنظمة الكهربائية والإلكترونية في السيارات

الدكتور
مسلم طعمة
أستاذ في قسم هندسة السيارات
والآليات الثقيلة

الدكتور
محمد سعيد السابق
أستاذ مساعد في قسم هندسة
السيارات والآليات الثقيلة

جامعة دمشق

١٤٣٨-١٤٣٩ هـ
٢٠١٦-٢٠١٧ م

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
مقدمة الكتاب	١١
الباب الأول	١٥
الفصل الأول: مقدمة ومفاهيم عامة في الهندسة الإلكترونية	١٥
١-١ كمبيوتر السيارة	١٧
١-٢الإشارات الكهربائية الرقمية والتمثيلية	١٨
١-٣ المكونات العامة لكمبيوتر السيارة	١٩
١-٤ وحدة المعالجة المركزية	٢٠
١-٥ الذواكر	٢٠
١-٦ البوابات المنطقية	٢١
١-٧ المعالج الدقيق	٢٣
١-٨ المتحكم الدقيق	٢٤
١-٩ الشبكة العاملة	٢٦
١-١٠ نواقل المعطيات	٢٨
١-١١ توضع الشبكات وجمعها	٣٣
الفصل الثاني: الحساسات الصناعية والحساسات المستخدمة مع وحدة التحكم الإلكترونية في السيارات	٣٧
٢-١ لمحة عن أنواع الحساسات الصناعية	٣٩
٢-٢ ترتيبات فيزيائية	٦٠
٢-٣ الحساسات المستخدمة في السيارات الحديثة	٦٢
الفصل الثالث: وحدة التحكم الإلكترونية في السيارة	٩٧

٣-١ الوظائف التي تقوم بها وحدة التحكم الإلكترونية (ECU) والعمليات الجارية فيها ١٠٠
٣-٢ المكونات العامة لنظام التحكم الإلكتروني ١٠٣
٣-٣ العناصر الأساسية المكونة لوحدة التحكم الإلكترونية ١٠٥
٣-٤ أمثلة لاستخدامات هذه الوحدة في العديد من أجزاء السيارة وكيفية عملها ١١٢
٣-٥ ارتباط وحدة التحكم الإلكترونية مع الحساسات والمشغلات ١١٦
٣-٦ نقل البيانات ١٢٤
٣-٧ أنظمة الربط بين أجهزة التحكم الإلكترونية ١٢٥
٣-٨ فحص وإصلاح وحدة التحكم الإلكترونية ١٢٨

الفصل الرابع: المشغلات ١٣١
٤-١ مقدمة – مهام المشغلات ١٣٣
٤-٢ مضخة الوقود ١٣٤
٤-٣ الحاقن –أنظمة الحقن ١٣٦
٤-٤ منظم ضغط الوقود ١٤١
٤-٥ نظام قطع الوقود الأوتوماتيكي ١٤٣
٤-٦ مشغّل السرعة الخاملة ١٤٣

الباب الثاني ١٤٩
الفصل الخامس: أجهزة تشخيص وفحص السيارات الحديثة وتشخيص الأعطال وفق نظام OBD II ١٤٩
مقدمة ١٥١
٥-١ أجهزة فحص السيارات المتخصصة ١٥٤

٥-٢ أجهزة فحص السيارات الشاملة ١٥٥

٥-٣ : أجهزة برمجة وحدات التحكم ECU في السيارة ١٩٤

٥-٤ رموز / كود الأعطال ولمبة التحذير ١٩٥

الباب الثالث ٢٠٥

الفصل السادس: أجهزة القياس ٢٠٥

٦-١ المقاييس وأجهزة الاستشعار ٢٠٧

٦-٢ معلومات السائق ٢١٦

٦-٣ العروض البصرية ٢٢١

٦-٤ دراسات حالة ٢٣٢

٦-٥ نظام تشخيص أعطال الأجهزة ٢٣٦

٦-٦ الأجهزة المزودة بتكنولوجيا متقدمة ٢٣٧

٦-٧ التطورات الجديدة في نظم الأجهزة ٢٣٩

الفصل السابع: نظام الإضاءة ٢٤٧

٧-١ أساسيات الإضاءة ٢٤٨

٧-٢ دارة الإضاءة ٢٦٢

٧-٣ المصابيح المفرغة ومصابيح LED ٢٦٣

٧-٤ دراسة الحالات ٢٦٩

٧-٥ تشخيص الأعطال ٢٨١

٧-٦ تقنيات الإضاءة المتقدمة ٢٨٣

٧-٧ التطورات الجديدة في نظام الإضاءة ٢٨٥

الفصل الثامن: ماسحات الزجاج والأضواء ٢٩١

٨-١ ماسحات وغاسلات الزجاج الأمامي ٢٩٣
٨-٢ دارات الإنذار ٣٠٣
٨-٣ أنظمة مساعدة إضافية ٣٠٦
٨-٤ دراسات حالة ٣٠٩
٨-٥ تشخيص مشاكل الأنظمة المساعدة ٣١٣
٨-٦ التقانات الحديثة للأنظمة المساعدة ٣٢٠
٨-٧ التطورات الحديثة في الأنظمة المساعدة ٣٢٣

الفصل التاسع: السيارات الكهربائية والسيارات الهجينة ٣٢٧
٩-١ الجر الكهربائي ٣٢٩
٩-٢ محرك السيارات الكهربائية ٣٣٤
٩-٣ السيارات الهجينة ٣٤٨
٩-٤ بعض أنواع المحركات الهجينة ٣٦٢
٩-٥ دراسات الحالة ٣٦٣
٩-٦ التكنولوجيا المتقدمة للمركبات الكهربائية ٣٧٤
٩-٧ تحسينات(تطورات) جديدة في المركبات الكهربائية ٣٧٨
٩-٨ : مدخرات الجهد العالي ٣٧٩

الباب الرابع ٣٨٩
الفصل العاشر:التكييف والتهوية ٣٨٩
١٠-١ الحمل الحراري والتهوية ٣٩١
١٠-٢ تكييف الهواء ٣٩٥
١٠-٣ أنظمة تسخين أخرى ٤٠٠
١٠-٤ دراسة حالة ٤٠٣
١٠-٥ تشخيص أعطال نظام تكييف الهواء ٤٠٩

١٠-٦ تكنولوجيا متطورة للتحكم بدرجة الحرارة ٤١١
١٠-٧ التطويرات الحديثة في أنظمة التحكم بدرجة الحرارة ٤١٣

الفصل الحادي عشر: مدخرات السيارات ٤١٩
١١-١ استخدامات المدخرات ٤٢٢
١١-٢ الاختيار الصحيح للمدخرة ٤٢٢
١١-٣ تحديد موقع المدخرة في السيارة ٤٢٣
١١-٤ بطاريات الرصاص الحمضية ٤٢٣
١١-٥ تصنيف البطاريات ٤٢٦
١١-٦ شحن المدخرة وأعمال الصيانة ٤٢٧
١١-٧ تشخيص أعطال المدخرات ٤٢٩
١١-٨ مفهوم كفاءة المدخرة والتفريغ الذاتي ٤٣٣
١١-٩ التطورات المتعلقة بتخزين الطاقة الكهربائية ٤٣٤

الفصل الثاني عشر: أنظمة الإشعال في المحرك ٤٤١
١٢-١ مقدمة عن أنظمة الإشعال في المحرك ٤٤٣
١٢-٢ تسبيق الإشعال ٤٤٥
١٢-٣ الإشعال بالضغط ٤٤٧
١٢-٤: مبدأ عمل منظومة الإشعال ٤٤٧
١٢-٥: منظومات الإشعال بالمدخرة ٤٤٩

الفصل الثالث عشر: نظام الشحن الكهربائي ومولد التيار المتناوب ٤٥٧
١٣-١ نظام الشحن الكهربائي ومولد التيار المتناوب ٤٥٩
١٣-٢ نظام الإقلاع الكهربائي ٤٦٢

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة عن الأنظمة الكهربائية والإلكترونية في السيارات

تطورت صناعة السيارات وأنظمتها المختلفة تطوراً ملموساً في العقود الأخيرة وهو مايمكن أن ندعوه بالثورة الإلكترونية في عالم السيارات، حيث تمّ إدخال أحدث التقنيات الإلكترونية للتحكم في أنظمة السيارة وهو ما يعرف باسم إدارة محرك السيارة باستخدام الحاسب Computer Engine Management إلى جانب استخدام وحدات تحكم إلكترونية ECU ومجموعة من الحساسات Sensors والمشغلات Actuators ، كل ذلك كان له أثر واضح في رفع كفاءة وأداء المحرك وتحسين اقتصاديته.

توجهت شركات صناعة السيارات في أوروبا وأمريكا الشمالية منذ ستينات القرن الماضي إلى تزويد مركباتها بتجهيزات السلامة، حيث تمّ إضافة حزام الأمان لتثبيت شاغلي المركبة في أماكنهم داخل المركبة أثناء الاصطدام، وتزويد كل مقعد بوسادة الرأس للحماية من إصابات الرقبة أثناء الاصطدام الخلفي، وكذلك تمّ فرش المقصورة وتبطينها بمواد غير قابلة للاشتعال وقادرة على امتصاص قوة صدم الجسم عند ارتطامه بها.

إن المتتبع للجديد في تقنيات صناعة السيارات يجد أن كل يوم يظهر فيه ابتكار تقني جديد يهدف إلى الارتقاء في هذه الصناعة، ومن الطبيعي أن تركّز هذه الابتكارات على إتاحة المزيد من عوامل الأمان والسلامة للركاب من خلال إدخال تقنيات متقدمة وأنظمة إلكترونية التي تأتي بأنظمة كمبيوتر تماثل تلك المستخدمة سابقاً في الطائرات وهذا يعدّ بحد ذاته نقلة نوعية تؤسّس لمرحلة جديدة في صناعة السيارات.

تعددت أنظمة التحكم الإلكتروني وتطورت بشكل كبير في الآونة الأخيرة حيث أصبحت هذه المنظومات من خلال وحدات تحكم متطورة قادرة على التحكم بأغلب المعدات والأجهزة في السيارة مثل المحرك باستخدام وحدة التحكم الإلكترونية للسيطرة على المحرك ECM ووحدة التحكم بناقل الحركة TCM ووحدة التحكم بمنظومة الفرامل المانعة للإقفال ABS ومنظومة السيطرة على الجر TCU إلى جانب العديد من الأنظمة التي تتحكم بالاستقرار ASCU ومنظومة السيطرة على التكييف ACCU ومنظومة تعزيز قدرة المقود الإلكترونية PASCU ومنظومة السيطرة المركزية للسيارة

CBCU ومنظومة قفل السيارة الآلي CCU ومنظومة الملاحة للسيارة ANS إلى ما هنالك من الأنظمة الخاصة بالمراقبة والتحكم بمعدات السيارة التي فاق التطور والحداثة فيها مجال الإلكترونيات الأخرى خاصة أنها تحمل مفاهيم الأداء والاقتصادية والبيئة والسلامة من ضمن ضروراتها التي بنيت على أساسها هذه الأنظمة وطوّرت لأجلها.

من هنا لابد من الإشارة إلى أن مسألة صيانة وتشخيص أعطال هذه المنظومات المتطورة وتقييم الحالة الفنية للمركبة، بعد معرفة الظروف المحيطة بعد مدة تشغيل معينة، طرحت تعقيدات كثيرة لعدد كبير من المهنيين والفنيين العاملين في هذا المجال، حيث أصبح من الضروري أن يكون الفني على دراية كاملة بهذه التجهيزات مع ضرورة متابعة التطور التكنولوجي المستمر في مجال اختصاصه ، خاصة أنه من الصعوبة بمكان أن تجد فنياً ملماً بكل المستجدات المطروحة في عالم السيارات الواسع جداً، وأن يكون مؤهلاً لاستخدام المعدات الحديثة المستخدمة في تحديد الأعطال، خاصة أنه في وقتنا الحاضر أصبحت السيارات تتمتع بأكثر الأنظمة الإلكترونية تعقيداً من أي وقت مضى إلا أن ذلك قد انعكس إيجاباً على كفاءة وسلامة واقتصادية المركبة بشكل عام.

سنتناول في هذا الكتاب بعض الموضوعات المتعلقة بالأنظمة الكهربائية والإلكترونية في السيارات الحديثة حيث سيتعرف الطالب أولاً على بعض المفاهيم والموضوعات الإلكترونية المتعلقة بالتحكم الإلكتروني ومن ثم ننتقل إلى دراسة مكونات منظومة التحكم الإلكتروني مع فكرة عامة عن حاسب السيارة ومكوناته ووحدات المعالجة المركزية والذواكر وأنواعها المختلفة، ثم ننتقل إلى دراسة أهم الحساسات المستخدمة مع وحدات التحكم الإلكتروني ودراسة أهم المشغلات (منفذات الأوامر).

سنتعرف في الباب الثاني على أجهزة تشخيص وفحص السيارات الحديثة وتشخيص الأعطال وفق نظام OBD II المستخدمة في ورشات الصيانة الحديثة بما فيها أجهزة فحص السيارات المتخصصة وأجهزة فحص السيارات الشاملة وأجهزة برمجة وحدات التحكم ECU في السيارة، مع فكرة عن معنى الرموز الخاصة بالأعطال.

وفي الباب الثالث سندرس موضوع أجهزة القياس والمقاييس وأجهزة الاستشعار ، وكذلك نظام الإضاءة والمصابيح المستخدمة بأنواعها المختلفة وكيفية تشخيص الأعطال

والتطورات الجديدة في نظام الإضاءة ، لننتقل بعدها للتعرف على تصاميم ماسحات الزجاج والأضواء و دارات الإنذار وتشخيص مشاكل هذه الأنظمة المساعدة والتعرف على التطورات الحديثة في هذا المجال ، ثم سنتطرق إلى السيارات الكهربائية والسيارات الهجينة للتعرف على محرك السيارات الكهربائية والسيارات الهجينة والتكنولوجيا المتقدمة للمركبات الكهربائية والتحسينات (التطورات) الجديدة في المركبات الكهربائية.

أما في الباب الرابع فسيتعرف القارئ على منظومات التكييف والتهوية وطرق تشخيص أعطال نظام تكييف الهواء والتكنولوجيا المتطورة للتحكم بدرجة الحرارة والتطويرات الحديثة في أنظمة التحكم بدرجة الحرارة، لننتقل بعدها لدراسة مدخرات السيارات وكيفية الاختيار الصحيح للمدخرة وتصنيف هذه المدخرات وكيفية شحنها وأعمال الصيانة المتعلقة بها، ومن ثم دراسة أنظمة الإشعال في المحرك ومبدأ عملها وكذلك نظام الشحن الكهربائي ومولد التيار المتناوب ونظام الإقلاع الكهربائي.

أخيراً تم تخصيص الباب الخامس لأكثر الموضوعات أهمية من حيث الاقتصادية والبيئية وهو موضوع التحكم الإلكتروني بالوقود حيث سيدرس الطالب بشكل موسع عملية احتراق الوقود وكيفية تغذية المحرك بالوقود وماهية انبعاثات العادم الناتجة عن احتراق الوقود في المحرك وأثرها على البيئة والإنسان وكيفية التحكم الإلكتروني بخلط الوقود بالهواء والطرق المتبعة في تشخيص أعطال نظام التحكم بالوقود والتعرف على التكنولوجيات المتقدمة للتحكم في الوقود وماهي التطورات الجديدة في هذا النظام.

تمّ الرجوع عند إعداد الكتاب لأهم وأحدث المراجع العلمية المتعلقة بهذا المجال ليكون عوناً لطلاب السنة الخامسة من قسم هندسة السيارات والآليات في جامعة دمشق و لرفد المكتبة العربية عامة والفنيين بمرجع يتعلق بالأنظمة الإلكترونية في السيارات باللغة العربية راجين الله أن يكون عملنا هذا مساهمة متواضعة في سبيل إعداد الكوادر الهندسية المؤهلة تأهيلاً فنياً وهندسياً عالياً.

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الأول

الفصل الأول

مقدمة ومفاهيم عامة في الهندسة الإلكترونية

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة...

قبل البدء بدراسة منظومات التحكم الإلكتروني وفهم مبدأ عملها ومكوناتها وأنواعها لابد من التطرق لبعض المعلومات ذات الصلة بمفهوم التحكم الإلكتروني بشكل عام منها:

١. كومبيوتر السيارة ومكوناته.
٢. الإشارات الكهربائية الرقمية والتمثيلية.
٣. المكونات العامة لكومبيوتر السيارة
٤. وحدة المعالجة المركزية
٥. الذواكر وأنواعها
٦. البوابات المنطقية الأساسية
٧. المعالجات الدقيقة
٨. المتحكمات الدقيقة
٩. الشبكة العاملة
١٠. نواقل المعطيات
١١. توضع الشبكات العاملة وحجمها في السيارة

١ – ١ كمبيوتر السيارة ومكوناته المختلفة:

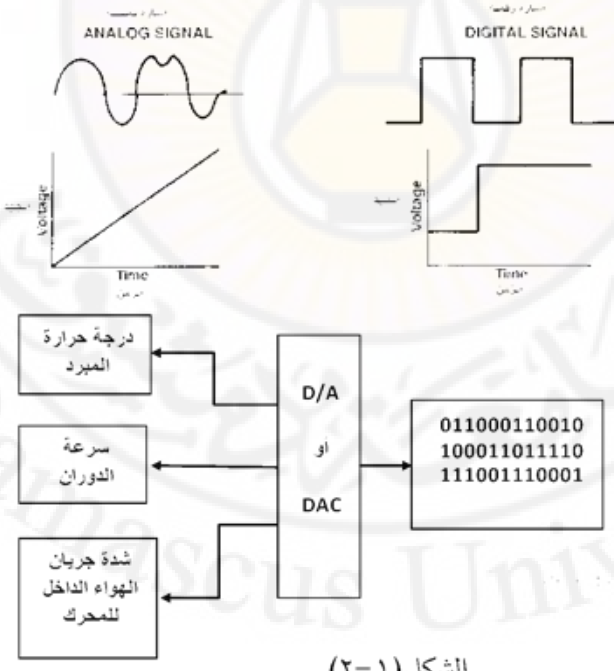
يبدو العمل مع أجهزة الكومبيوتر في السيارات الحديثة مربكاً بعض الشيء بالنسبة لبعض الفنيين خاصة أنهم لا يشاهدوا ما يحدث في داخله، ولكننا سنوضح في هذا الفصل المبادئ الأساسية لعمل كومبيوتر السيارة ومكوناته .

يشبه كومبيوتر السيارة إلى حد كبير الكومبيوتر الشخصي، يتعامل كومبيوتر السيارة مع المعطيات الواردة من حساسات الدخل Sensors مثل درجة الحرارة والسرعة... ويعطي مخارج مناسبة مثل قراءة على لوحة الإظهار أو حقن كمية معينة من الوقود.

الشكل (١-١):مخطط عام للتحكم بالإشعال والوقود

١-٢ الإشارات الكهربائية الرقمية والتمثيلية:

يوجد نوعان من الإشارات الكهربائية، إشارة تمثيلية وهي إشارة لها قيم متعددة باختلاف الزمن مثل درجة الحرارة وإشارة السرعة ومستوى إشارة حساس مستوى الوقود، وإشارة رقمية وهي إشارة لها مستويان فقط من الجهد(صفر منطقي وواحد منطقي) مثل حساس فتح الباب أو مفتاح تشغيل السيارة، الشكل(١-٢).



الشكل(١-٢)

يعدّ كومبيوتر السيارة جهاز رقمي لا يستطيع التعامل إلا مع الإشارات الرقمية، وكي يتعامل مع الحساسات التمثيلية في الدخل نستخدم دارات خاصة تحول الإشارة من تمثيلية إلى رقمية A/D ومن رقمية إلى تمثيلية D/A كي يستطيع التخاطب مع الأجهزة التمثيلية في الخرج.

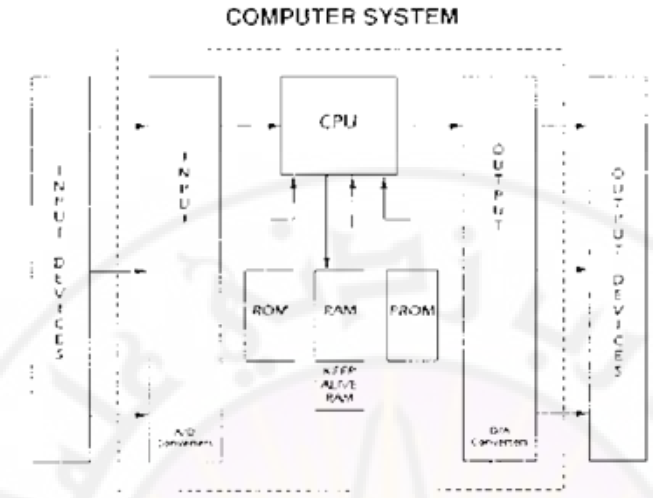
١-٣ المكونات العامة لكومبيوتر السيارة:

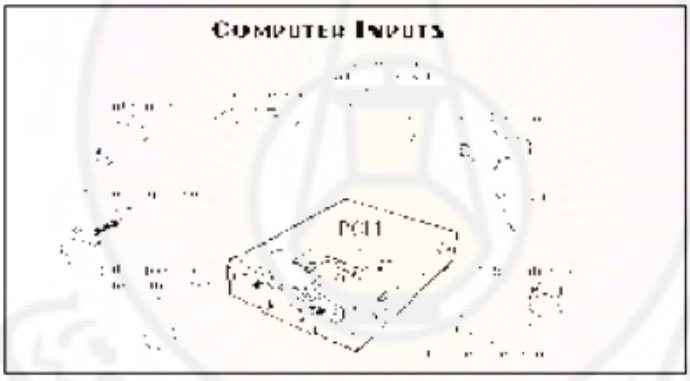
يتكون كومبيوتر السيارة من الأجزاء الرئيسية التالية:

- وحدة المعالجة المركزية CPU(Central Processing Unit)
- الذواكر Memory :ولها نوعان دائمة مثل الذواكر ROM,Eprom,EEprom,Flash

ومؤقتة مثل الذاكرة RAM وتكون إما من النوع الذي لا يحتفظ بالأرقام عند انقطاع وعودة التيار أو من النوع الذي يحتفظ.

- وحدة الدخل الرقمية Digital Input Unit ويضاف لها محول من تمثيلي إلى رقمي A/D(Analog To Digital Converter) كي يتعامل مع الحساسات ذات الإشارات التمثيلية.
- وحدة الخرج الرقمية Digital Output Unit ويضاف لها محول من رقمي إلى تمثيلي D/A(Digital To Analog Converter) كي يتعامل مع المشغلات ذات الإشارات التمثيلية.





الشكل (١-٣):مكونات الكمبيوتر

١-٤ وحدة المعالجة المركزية CPU(Central Processing Unit):

مهمتها الأساسية قراءة الإشارات من وحدة الدخل وتنفيذ البرنامج المخزن في الذاكرة الدائمة ROM المؤلف من عمليات منطقية وحسابية وإعطاء المخارج المناسبة، ومثال ذلك برنامج حساب كمية الوقود اللازم حقنها تبعاً للسرعة التي يحددها السائق ولدرجة الحرارة والحمل...

١-٥ الذواكر Memory :

١- الذاكرة الدائمة ROM :وظيفتها الاحتفاظ بالبرنامج المزود من الشركة الصانعة لتنظيم عمل السيارة.

٢- الذاكرة المؤقتة RAM :وهي ذاكرة قابلة للكتابة والقراءة، وظيفتها الاحتفاظ مؤقتاً بالأرقام التي يستخدمها الحاسب أثناء العمل ثم تمحى بعد ذلك ، كقيمة السرعة. ويوجد نوع من الذواكر المؤقتة لايمحى محتواها مع انقطاع التغذية الكهربائية عنها وتسمى EEPROM وهي ذواكر قابلة للكتابة والمحي كهربائياً، كذاكرة عداد المسافة في السيارة أو ذاكرة الأعطال وإنما تمحى من قبل المستخدم.

٣- وحدة الدخل Input Unit ووظيفتها تحصيل الإشارات الكهربائية من الحساسات وتزويدها لوحدة المعالجة. وتكون الإشارات إما رقمية تناسب وحدة المعالجة مباشرة أو تمثيلية تحتاج لمحول من تمثيلي لرقمي A/D .

٤- وحدة الخرج Output Unit ووظيفتها إعطاء الأوامر من وحدة المعالجة إلى المشغلات الرقمية مباشرة أو للمشغلات التمثيلية بعد تحويلها من رقمي إلى تمثيلي D/A.

١-٦ البوابات المنطقية الأساسية :

يقوم الكومبيوتر بالكثير من الأعمال من أهمها تنفيذ العمليات المنطقية Logic، وقد نستخدم رموز بعض البوابات المنطقية ضمن المخططات الكهربائية للسيارة، لذلك سنقوم بسرد أهم البوابات المنطقية ورموزها وجداول الحقيقة الخاصة بها:

١- بوابة AND (وَ):

يعمل خرج هذه البوابة عند عمل كلا المدخلين أي يعمل المخرج C عند عمل المدخل A و B .

٢- بوابة OR (أو):

يعمل خرج هذه البوابة عند عمل أحد المدخلين أي يعمل المخرج C عند عمل المدخل A أو B .

٣- بوابة NOT (النفي أو العكس):

يعمل خرج هذه البوابة عند عمل عدم المدخل أي يعمل المخرج C عند عدم عمل المدخل A

٤- بوابة NAND :

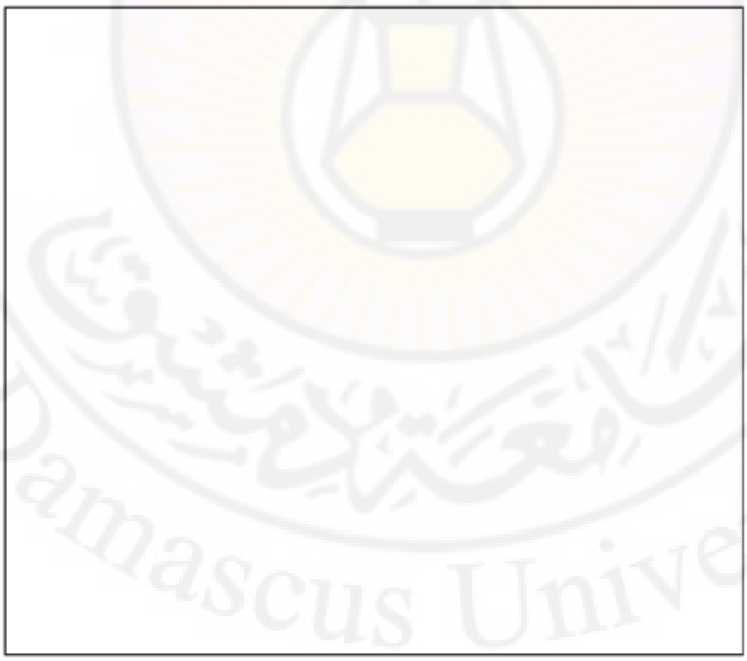
لايعمل خرج هذه البوابة عند عمل كلا المدخلين أي لايعمل المخرج C عند عمل المدخل A و B

٥- بوابة NOR:

يعمل خرج هذه البوابة عند عدم عمل كلا المدخلين أي يعمل المخرج C عند عدم عمل المدخل A و B .

٦- بوابة XOR(عدم التكافؤ):

يعمل خرج هذه البوابة عند عمل أحد المدخلين أي يعمل المخرج C عند عمل المدخل A أو B .



الشكل (١-٤) : البوابات المنطقية الأساسية

١-٧ المعالج الدقيق Microprocessor :

يعدّ المعالج الدقيق من أهم مكونات الكمبيوتر لهذا سمي بوحدة المعالجة المركزية. هو الذي يقوم بالعمليات الحسابية واستقبال البيانات ومعالجتها واعادة ارسالها إما بشكل مباشر أو غير مباشر لهذا سمي بالمعالج (العقل المدبّر). المعالج عبارة عن شريحة من السليكون من صنع شركات عملاقة أهم هذه الشركات شركة Intel العالمية وشركة Amd وهو في تطور مستمر حيث عرف هذا الأخير تطورات هائلة عبر تطور الزمن .

إذن المعالج الدقيق أو الصغري (microprocessor) (يرمز له أحياناً ب µP)، أحد المكونات الإلكترونية الرقمية القابلة للبرمجة؛ أي أنه شريحة ذات أطراف عديدة تستقبل الأوامر وتقوم بتنفيذها تباعاً ببحسب برنامج مخزن مسبقاً في شريحة ذاكرة خارجية. وبذلك يستخدم المعالج الدقيق بالعديد من الوظائف، مثل التحكم في عملية صناعية أو متغير طبقاً لمدخلات من الحساسات (المستشعرات) الإلكترونية أو إعدادات المستخدم، وهو عبارة عن شريحة دائرة متكاملة . تتكون وحدة المعالجة المركزية في معظم أنظمة الحاسوب الدقيق من شريحة أو أكثر من المعالج الدقيق. يتكون المعالج الدقيق من وحدتين أساسيتين، هما وحدة الحسابات والمنطق (ALU) ووحدة التحكم (CPU) وكل من هذه الوحدتين تتكونان داخلياً من عدة مكونات. يختلف المعالج الدقيق عن المتحكم الدقيق في أن الأخير يحتوي بالإضافة إلى وحدته الأساسية وهي وحدة المعالجة المركزية على وحدات ثانوية وهي مجموعة من المواجهات (interfaces) مع المعالج متمثلة في ذاكرة داخلية، تنقسم إلى ذاكرة للقراءة فقط، وذاكرة للقراءة والكتابة، ومنافذ الإدخال والإخراج، وقد يحتوى أيضاً على محول تناظري رقمي، ومحول رقمي تناظري، ومؤقت، والمراشح الرقمية.



الشكل (١-٥) :معالج دقيق

على سبيل المثال في العام ١٩٧٨ طرحت شركة Intel المعالج Intel 8086 ليكون أول معالج ١٦بت في العالم حيث يستطيع هذا المعالج تنفيذ ٢.٥ مليون عملية في الثانية بالإضافة إلى عنونة IM byte من الذاكرة بالإضافة إلى العديد من التحديثات في بنية المعالج الداخلية ودعم تعليمات جديدة لم تكن موجودة مسبقا كعمليتي الضرب والقسمة واحتواء المعالج على مسجل رتل التعليمات "طابور التعليمات" الذي يعدّ أساس فكرة الذاكرة Cache في المعالجات الحديثة إذ كان هذا المسجل عبارة عن ست حجرات من الذاكرة حجم كل حجرة ٨ بت يتم وضع التعليمات فيها ريثما ينتهي المعالج من تنفيذ التعليمة الحالية

يتألف المعالج ٨٠٨٦ من وحدتين منفصلتين هما :

١) وحدة ملائمة الممرات (Execution Unit) : و سنرمز لها بالرمز EU .

٢) وحدة التنفيذ (Bus interface Unit) : و سنرمز لها بالرمز BIU .

عموماً إن الـ BIU مسؤولة عن معظم الأعمال مثل : إحضار التعليمة، قراءة وكتابة المتحولات في الذاكرة، إدخال و إخراج المعطيات من وإلى الأجهزة المحيطية.

أما الـ EU فهي مسؤولة عن تنفيذ التعليمات، وكلا الوحدتين تعملان بشكل متوازٍ لتخفيض الزمن المطلوب لإحضار عدة تعليمات و تنفيذها.

١-٨ المتحكم الدقيق أو المتحكم المصغر: (Microcontroller) هو عبارة عن شريحة دائرة متكاملة تحتوي على وحدة أساسية CPU هي المعالج الدقيق ووحدات فرعية هي الذاكرة Memories ووحدات الإدخال والإخراج ومؤقت لتشغيل ساعة المعالج وقد تحتوي على محول رقمي تناظري ومحول تناظري رقمي.

الشكل (١-٦) : متحكم دقيق

يستخدم في العادة للقيام بمهمة محددة مثل التحكم في إشارة ضوئية وغيرها.. على عكس المعالج الدقيق الذي يتميز بقدرته على القيام بمهام متعددة. إذن المتحكم هو عبارة عن حاسوب على شريحة، وحتى نكون دقيقين هو حاسوب ذو مهمة واحدة سابقة التحديد. يحتوي على وحدة معالجة مركزية، الذواكر وواجهات اتصال .تعمل المتحكمات الصغرية في الغالب وفق معمارية هارفرد Harvard Architecture .

فيما يلي أبرز مكونات المتحكم الصغري:

- وحدة معالجة مركزية وتتراوح ما بين ٨ إلى ٣٢ وحتى إلى ٦٤ بت
- واجهة المدخلاتI/O Interfaces
- الملحقات Peripherals كالمؤقتات، الراصدwatchdog
- ذواكر الوصول العشوائي لتخزين البياناتRAM for Data Storage
- ذواكر قراءة فقط ROM EEPROM Flash memory

- مزامن أو مولد نبضات.

يمكن رؤية المتحكمات الدقيقة في كثير من الأجهزة الإلكترونية بدءاً من الألعاب الصغيرة حتى المصانع المؤتمتة، فهي تسيطر على معظم سوق تطبيقات المعالجات. أكثر من 50% من المتحكمات الدقيقة من النوع "البسيط" وحوالي 20% منها عبارة عن معالجات إشارات رقمية عالية التعقيد (DSPs) تحتوي بعض السيارات على مايزيد عن 50 وحدة من هذه المتحكمات.

يحتوي المتحكم الدقيق على معالج دقيق والعديد من الإضافات الأخرى التي تؤدي وظائف خاصة ، فاذا كنت تود بناء نظام إلكتروني بسيط يمكن باستخدام أكثر من وحدة من المتحكمات الدقيقة الاستغناء عن الكثير من العتاد.

١-٩ الشبكة العاملة / فكرة موجزة / Automotive Networking

١-٩-١ الحاجة لتطوير الشبكة العاملة: تطورت صناعة السيارات كثيراً في العقد الأخير بسبب التقدم الحاصل في تكنولوجيا أنصاف النواقل الذي ساعد في تحقيق مهام معقدة للعناصر الإلكترونية في مجمل أجزاء السيارة وعلى الأخص في إدارة المحرك. استخدمت هذه العناصر بشكل واسع في أنظمة التحكم وفي تشغيل وضبط معظم الأنظمة الكهربائية والميكانيكية للسيارات اعتماداً على الميكاترونيك الحديث. ساعد ذلك في تحسين أنظمة السلامة والأمان ورفع أداء المحرك واقتصادية عمل السيارة علاوة على تخفيض معدلات التلوث الناتج عن احتراق الوقود، لذلك ازدادت الحاجة لأنظمة حديثة في عمل السيارة.

تشمل التجهيزات الكهربائية والإلكترونية الأجزاء والأنظمة الأساسية :المدخرات ، مجموعة المولد وشحن المدخرة وتنظيم التوتر والتيار، مجموعة الإقلاع ، ونظام الإشعال، أجهزة استهلاك الطاقة كالإضاءة والتكييف وغيرها، إضافة إلى الأنظمة الحديثة التي أصبحت ضرورة ملحة مثل إدارة المحرك وحقن الوقود ، ونظام التحكم في جملة نقل الحركة وأنظمة الأمان والراحة والاتصال وغيرها.

نظراً لمحدودية الشبكة الكهربائية التقليدية للسيارات في تلبية المتطلبات الحديثة، ولأن كتلة تمديدات الأسلاك وصلت إلى أكثر من 1500 سلكاً لهذه الشبكة، إضافة لما

يتصل بهم من كثرة الوصلات والقطع التي تزيد من احتمال العطل فيها، ظهرت الحاجة لتطوير هذه الشبكات على أسس جديدة، فأدخلت العناصر الإلكترونية بشكل واسع ضمن نظام تحكم ونقل المعطيات والمعلومات في كافة أجزاء وأنظمة السيارة. لقد تزايد استخدام العناصر الإلكترونية والكهربائية بوصفها بديلاً لعديد من المجموعات الميكانيكية والهيدروليكية حيث أمكن ذلك.

الشكل(١-٧): الشبكة العاملة

١-٩-٢ الشبكة العاملة في السيارة Automotive Networking :

التعريف المبسط للشبكة العاملة هي جملة متكاملة من التجهيزات الكهربائية والإلكترونية تتصل في ما بينها عن طريق وحدات تحكم عديدة التي تشكل دارات تحكم بنوعيها المفتوحة والمغلقة. ترتبط هذه الوحدات مع مجموعة كبيرة من الحساسات sensors التي ترسل الإشارات والمعلومات الضرورية لعمل أجزاء السيارة وأنظمتها، ومن جهة أخرى ترتبط مع المشغلات actuators التي تتلقى إشارات التنفيذ اللازمة لعمل أجزاء وأجهزة السيارة. تقوم وحدات التحكم بعمل المنسق والمعالج الحاسوبي للمعطيات المرسلة إليها ثم ترسل إشارات التنفيذ الملائمة لظروف عمل السيارة إلى المشغلات. و تحتوي وحدة التحكم المركزية على وصلة خاصة لربطها مع أجهزة التشخيص المتنقلة أو المحمولة عند أعمال الصيانة والخدمة الدورية للسيارة وأجزائها. في الشكل (١-٨) مبين

مثال لجزء من الشبكة العاملة وهي لمنظومة إدارة المحرك الإلكترونية Engine Control Management (ECM.

الشكل (١-٨) العناصر الوظيفية في المنظومة الإلكترونية لإدارة المحرك

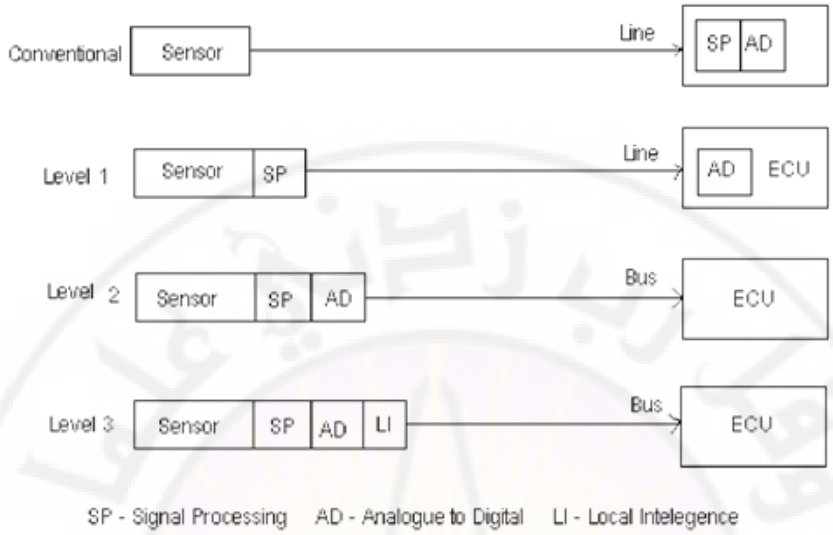
١-١٠ نواقل المعطيات Data Buses :

تعمل معظم أنظمة السيارة في آن واحد وتملك تأثيراً متبادلاً بعضها مع بعض البعض مثل ارتباط نظام الاستقرار ESP مع نظام منع إقفال العجلات عند الكبح ABS، ونظام التحكم بالشد TCS يرتبط بنظام إدارة المحرك ECM وغيرهم. تأخذ هذه الأنظمة إشاراتها من حساسات مشتركة فيما بينها. لذلك تترابط الأنظمة المختلفة بشبكات تتصل بعضها مع بعض بمسارات ونواقل خاصة للمعطيات والمعلومات وهي ذات مواصفات محددة متعددة الوظائف Multiplex data buses تنقل الإشارات عبر كبل وحيد أو أكثر بترددات وعناوين مختلفة لكافة وحدات التحكم الأساسية والفرعية المتغيرة ضمن

شبكة اتصال عاملة Networking، وتتميز هذه النواقل بمعدل إرسال/تلقي كمية من المعطيات ببحسب الزمن. تختص هذه المسارات أو النواقل بمنطقة أو بشبكة وظيفية عامة وتسمى Controller Area Network CAN Bus أو تكون فرعية محلية خاصة Local Interconnect Network LIN Bus كما يوجد لها وظائف وتسميات أخرى سنبينها لاحقاً.

١-١٠-١ نقل إشارات التحكم:

يمكن أن تتقاطع الإشارات المطلوب نقلها عبر مجموعات تحكم متعددة تابعة لأنظمة السيارة وتلزم في أكثر من وحدة تحكم. إن الإشارات المنقولة عبر هذه المسارات هي رقمية Digital signals ، لذلك يتم تحويل معطيات الحساسات التماثلية (قيمة جهد أو تيار أو تردد كهربائي...) Analogue signals إلى رقمية عبر محول Convertor A/D. أما المشغلات فإنها تتلقى الإشارات بعد معالجتها وتحويلها من رقمية إلى تماثلية لتنفيذ الأوامر المطلوبة للعمل. في الشكل (١-٩) نبين كيفية وصل الحساسات مع وحدات التحكم وتكاملهم في الشبكة. يتم اتصال المشغلات مع وحدات التحكم بنفس المبدأ ضمن شبكة النواقل. إن نقل الإشارات التماثلية يتم عبر أسلاك كهربائية Wiring، في حين يتم نقل الإشارات الرقمية يتم عبر نواقل Buses. تسمى أجهزة الحساسات أو المشغلات أو الوحدات التي تتعامل مع الإشارات الرقمية مجموعات محلية ذكية Local intelligence.



الشكل(١-٩) مخطط وصل الحساسات مع وحدات التحكم وتكاملهم في الشبكة

١-١٠-٢ ميزات استخدام أنظمة نواقل المعطيات في الشبكة العاملة بالمقارنة مع شبكة الأسلاك التقليدية هي: انخفاض كتلة وكلفة الأسلاك والكابلات في الشبكة نظراً لاستخدام أسلاك ونواقل أقل، الموثوقية العالية في العمل بسبب قلة عدد الوصلات مما يقلل احتمال العطل، بساطة التجميع خلال عملية التصنيع، الاستخدام المتعدد لذات الحساسات ، بساطة الوصلات وسهولة الوصول إلى أجزاء الشبكة وتجهيزاتها. تسمى هذه الأنظمة في صناعة السيارات - Multiplex Communication Systems .MPX

١-١٠-٣ متطلبات أنظمة نواقل المعطيات

:Requirements for data bus systems

من الضروري اختيار المواصفات الفنية للنواقل بحسب عملها ووظيفتها نذكر منها معدل نقل المعلومات Data transfer rate وتوجد سرعات منخفضة ومتوسطة وعالية، وممانعة التشويش Interference immunity الناتج عن التأثير الكهرومغناطيسي. يجب أن تؤمن هذه الخاصية في منظومات أمان حركة السيارة، وهي ليست ضرورية جداً في منظومات أخرى. من ناحية ثانية يجب أن تنقل الإشارات خلال زمن حقيقي

محدود وفي اللحظة المناسبة، لأن الإشارة المتأخرة لا تفيد في استجابة النظام الضرورية. كما أن تداخل التأثيرات الكهرومغناطيسية في بعض الأنظمة يمكن أن يؤدي إلى خطأ محتمل أو تغير في طبيعة وشكل الإشارة.

تتطلب بعض الأنظمة الإلكترونية جمع عدد كبير من المعطيات والبيانات، لذلك تزداد عقد الشبكة العاملة Network nodes مثل شبكة منظومتي الراحة والأمان المحتوية على كثير من المشغلات والحساسات اللازمة لعملها، لذلك توجد حلول كثيرة لوضع العقد في الشبكة وتفريعاتها باستخدام النواقل مختلفة المواصفات. تأخذ وحدات التحكم الفرعية (ECUs) مقام العقد في أنظمة الاتصال متعددة النواقل.

٤-١٠-١ نواقل المعطيات متعددة الوظيفة، تصنيف أنواعها وتطبيقاتها : Multiplex data buses, classification and applications

من أجل نقل وارسال المعلومات المختلفة على شكل إشارات معينة في كبل واحد أو أكثر لابد من تحديد قواعد متعارف عليها تسمى بروتوكول الاتصال. بعض المؤشرات والبيانات المتغيرة يجب تحديدها، أي: العنوان، تسلسل نقل المعلومات، إشارات أوامر التحكم، اكتشاف الأخطاء، سرعة أو معدل نقل المعلومات، كود النقل رقمي أم تماثلي (جهد، تيار، تردد..). يجب تحديد المواصفات الفيزيائية للناقل، مثل وسط الناقل هل هو سلك نحاسي أم من ألياف ضوئية ضمن فيبر، فالأسلاك تحتاج إلى العزل لإزالة التشويش والتداخل بسبب الأمواج الكهرومغناطيسية التي لا تؤثر على عمل الألياف. إن الدارة التي تحقق هذه القواعد تعرف بالوسط الناقل للإشارة .ويجب تحديد المرسل Transmitter والمتلقي Receiver وكل منهما عبارة عن دارة تكاملية. بما أن استخدام هذه النواقل أصبح شائعاً في تكنولوجيا صناعة السيارات يجب أن تكون رخيصة الثمن.

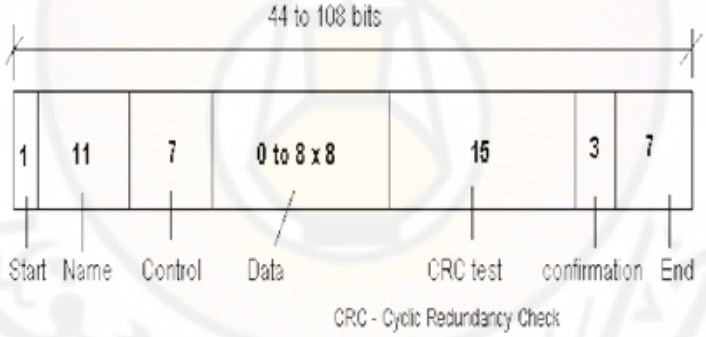
الجدول(١-١٠): تصنيف أنواع نواقل المعطيات بحسب سرعة نقلها ومكان تطبيقاتها

في الجدول(١-١) نبيّن تصنيف أنواع نواقل المعطيات بحسب سرعة نقلها ومكان تطبيقاتها. إن النواقل ممكن عدّها حقول مصممة لتعمل كدارات تحكم مفتوحة أو مغلقة وتطبيقاتها تخص مجالاً أو مكاناً معيناً Area ضمن منظومات السيارة (مجموعة القيادة وإدارة المحرك، وتجهيزات متوضعة في الشاسي او الهيكل، ومجموعات الأمان

والراحة والتكييف، ومجموعة الصوت والاتصالات وغيرها). من أنواع هذه النواقل:

LIN-Local Interconnect Network,
CAN-Controller Area Network, Flex Ray,
MOST- Media Oriented Systems Transport,
BEAN-Body Electronics Area Network

١-١٠-٥ شكل الإشارة الرقمية في الوسط الناقل : وهي نموذج رسالة المعطيات (حول قيمة جهد أو تيار أو تردد وغيرها...) المراد نقلها، وتتميز بتسلسل معين لعديد من الإشارات أو العلامات الرقمية. يشير الرقم 1 على وجود علامة وعند انعدامها يشير إلى0. وتتشكل الرسالة بطول معين من 44bits bits إلى 108bits ، وتتألف من أقسام ، كما في الشكل (١-١٠)، وهي بيانات البدء، التسمية، المعطيات، اختبار العطالة الدوري لبيان الخطأ، التأكيد والنهاية.



شكل (١-١٠): شكل ومحتوى الإشارة الرقمية

١-١١ توضع الشبكات (الفرعية والعمومية) وجمعها
Lay out and Coupling of networks

نظراً لاختلاف متطلبات نقل البيانات أو المعطيات ما بين مكونات الأنظمة الكهربائية والإلكترونية وبخاصة معدل أو سرعة النقل واختلاف نوع الناقل، توجب ايجاد توضع معين لشبكة نواقل عاملة، التي تحوي بوابات Gateways تربط فروعها المتعددة ولها قواعد خاصة لنقل البيانات وتحويل الإشارات المنقولة. يمكن وضع شبكات فرعية تأخذ

البيانات من بوابة مركزية واحدة أو من عدة بوابات إلى وحدات التحكم في الأنظمة الكهربائية والإلكترونية للسيارة، مثل مجموعة المحرك ونقل القدرة وتجهيزات أمان الحركة والراحة والتكييف والاتصالات. يتم الارتباط عبر نواقل متعددة الوظائف وبحسب متطلبات البيانات المنقولة. في الشكل (١-١١) مبين توضع الشبكات الفرعية مع البوابات الممكنة لها، وفي الشكل (١-١٢) نبين مخطط لتوضع الشبكة العاملة مع بواباتها وتفرعاتها مطبقة في بعض السيارات الحديثة.

الشكل (١-١١) الشبكات الفرعية والبوابات لنواقل البيانات

الشكل (١-١٢): توضع نموذجي للشبكة العاملة في بعض السيارات الحديثة

في الشكل (١-١٣) مبين توضع مبسط للشبكة العاملة بواسطة كابلات CAN bus system ضمن مسارين عموميين. أما في الشكل (١-١٤) مبين توضع مبسط لشبكة وحدات التحكم وتفرعاتها على المسقط الأفقي للسيارة ضمن مسارات من ذات النظام.

الشكل (١-١٣): توضع مبسط للشبكة العاملة بواسطة كبلات CAN bus system ضمن مسارين عموميين.

الشكل (١-١٤) توضع مبسط في نظام CAN bus system لشبكة وحدات التحكم في أنظمة السيارة وتفرعاتها.

.....

.....

.....

الفصل الثاني

الحسّاسات الصناعية والحساسات المستخدمة في أنظمة التحكم الإلكتروني في السيارات

INDUSTRIAL & AUTO SENSORS

Damascus University

وقل رب زدني علما
Damascus University

٢-١ لمحة عن أنواع الحساسات الصناعية:

الحساس عبارة عن جهاز يحول المقادير الفيزيائية إلى مقادير كهربائية (حرارة – ضغط – إضاءة – ...) ويكون الخرج عبارة عن جهد أو تيار أو مقاومة.

سندرس في هذا البحث أنواع واستخدامات الحساسات الصناعية بشكل عام، وسنناقش الحساسات الرقمية والتشابهية، وسندرس أيضاً توصيل الحساسات التي سوف تشتمل على الأنواع التالية:

١) حساسات العبور والفحص .
٢) حساسات الحرارة .
٣) حساسات الضغط .
٤) حساسات معدّل الجريان والتدفق .
٥) حساسات الفصل والوصل .
٦) الحساسات الرقمية والتشابهية .
٧) الحساسات البصرية .
٨) حساسات الضوء والظلام .
٩) الحساسات العاكسة .
١٠) حساسات الأشعة البينية .
١١) حساسات النوع الارتدادي .
١٢) حساسات الألياف البصرية .
١٣) الحساسات اللونية المحدّدة .
١٤) حساسات الليزر .
١٥) الحساسات الفوق صوتية .
١٦) حساسات الحقل الإلكتروني .
١٧) الحساسات التحريضية .
١٨) الحساسات السعوية .
١٩) الحساسات نوع npn.

٢٠) الحسّاسات نوع pnp.

٢١) المزدوجات الحرارية .

٢٢) كاشف الحرارة ذو المقاومة RTDs

٢٣) المقاوم الحراري Thermistors

٢٤) حسّاسات الرطوبة .

٢٥) الحسّاسات الطبية .

٢٦) الحسّاسات الذكية .

٢٧) الحسّاسات الكهروكيميائية.

***الحاجة إلى الحسّاسات:**

تستخدم الحسّاسات بشكل واسع في التطبيقات الصناعية. كان على العامل سابقاً أن يتحسّس المشكلات بنفسه خلال العملية الإنتاجية، ولكن حالياً تستخدم الحواسيب في العديد من المجالات الصناعية التي تستخدم نظام الـ PLC للتحكم بحركة وتتابع الآلات . من المعروف أن نظام الـ PLC أكثر سرعة ودقة في العمل وإنجاز المهام، وكذلك يقوم على اكتشاف وتفحص عمليات المعالجة بنفسه،وتستخدم الحسّاسات الصناعية لتنجز قدرات نظام الـ PLC نفسها حيث يمكن أن تستخدم الحسّاسات البسيطة من قبل نظام الـ PLC لتختبر هل العنصر موجود أم مفقود، وكذلك لتقييم حجم العناصر ، ولتختبر هل المنتج فارغ أم ممتلئ .

تنجز الحسّاسات مهام بسيطة بكفاءة عالية وبدقة أكبر مما يمكن أن يفعله الأشخاص، و الحسّاسات أكثر سرعة إضافة إلى أن الأخطاء المرتكبة فيها تكون قليلة . مثلاً : بيّنت إحدى الدراسات استجابة الناس لطاولة التنس، حيث وجّهت كرات التنس مباشرة للشخص، وتبين أن الكرات البيضاء كانت تعطي استجابة جيدة، أما الكرات السوداء فقد تبعثرت، فوجد أن 70% من الأشخاص كانوا ذوي فعالية في إيجاد الكرات الموجهة نحوهم . بالتأكيد، كانوا يستطيعون إيجاد كل الكرات السوداء ولكن لا ينجزون ذلك بالشكل الأمثل، فيصبح الأشخاص ضجرين ويرتكبون الأخطاء، في حين أن الحسّاسات البسيطة تستطيع أن تنجز مهام بسيطة بشكل أسهل .

إن تعدد أنواع الحساسات وتعقيدات استخدامها في حل مشاكل التطبيقات ينمو يومياً، حيث دخلت حساسات جديدة لسد الاحتياجات، وهناك مجلات مكرّسة لموضوعات الحساسات .

٢ – ١ – ١ حسّاسات العبور والفحص:

إن إحدى الاستخدامات الشائعة للحسّاس هي حالات فحص مواد التغذية، حيث يمكن أن تستخدم أجزاء متحركة على طول خط النقل المتحرك .

يمكن في بعض أنواع الأغذية أن يستخدم الحسّاس ليشعر نظام الـ PLC عندما يكون العنصر في موقعه، من حيث جاهزيته للاستخدام، وهي عملية تدعى بفحص (الوجود / الفقدان) أي هل العنصر المستهدف موجود، أم غير موجود.

يمكن أن يزود نظام الـ PLC بحسّاسات أخرى يمكن أن تزوّده بمعلومات إضافية، حيث يستطيع نظام PLC أن يأخذ المعلومات من الحسّاس ويستخدمها مثلاً في عدّ العناصر التي تمر تحتها، كما يستطيع نظام الـ PLC مقارنة العناصر المكتملة وكذلك الوقت، ليحسب أزمنة الدورة . يمكن هذا الحسّاس البسيط نظام الـ PLC من إنجاز ثلاث مهام وهي :

١) هل العناصر موجودة .
٢) كم عدد العناصر قد مر من خلاله .
٣) ما هو زمن العناصر لهذه الدورة .

يمكن أن تستخدم حسّاسات بسيطة لتحديد أي منتج موجود، تخيّل أن المصنع الذي ينتج ثلاث رزم من الحجوم على النسق نفسه (السير المتحرك)، وتخيل أن هذه الحجوم الثلاثة من المنتج تتحرك على خط النقل بشكل عشوائي، عندما تصل كل حزمة إلى نهاية الخط يجب أن يعرف نظام الـ PLC ما هو حجم المنتج الذي مرّ خلال الحسّاس . يمكن تحقيق ذلك بسهولة بواسطة ثلاثة حسّاسات بسيطة لتحديد أي منتج موجود وبالتالي إذا كان حسّاس واحد يعمل، فالمنتج الأصغر يتقدم. وإذا كان حسّاسان يعملان، فإن المنتج ذا الحجم الأوسط هو الذي يمر، وإذا كانت الحسّاسات الثلاثة تعمل، فإن المنتج ذا الحجم الأكبر سوف يمر .

المعلومات نفسها يمكن أن تستخدم لاقتفاء أثر المنتج من أجل باقي أحجام المنتج وأزمنة الدورة لكل حجم .

ويمكن أن تستعمل الحساسات في فحص الأوعية لمعرفة امتلائها من عدمه . مثال: تتحرك زجاجات أقراص الأسبرين على خط نقل بأغلفة رقيقة معدنية مغطاة، يضاف عادة حساس بسيط يمكنه أن يتحسس بشكل جيد عبر الفجوات ويضمن أن الزجاجة قد ملئت بأقراص الأسبرين .

يمكن ضبط حساس واحد ليتحسس تقدّم الزجاجة على خط النقل، وغالباً ما يدعى بحساس العبور .

يستخدم حساس العبور في إظهار المنتج عندما يكون في مكان العبور المحدّد بمجال الحساس، وعندها يعلم نظام الـ PLC أن المنتج قد مر من خلاله وبإمكانه أن ينجز فحوصات لاحقة محدّدة .

يضبط حساس ثان لفحص الأسبرين في الزجاجة، فإذا كانت هناك زجاجة فارغة تتقدم، ولم يكتشف الحساس الأسبرين بداخلها، عندها يعلمنا نظام الـ PLC أن الأسبرين لم يملأ، ونظام الـ PLC يمكنه أن يتأكد أيضاً من عدم وجود زجاجات فارغة تركت في المصنع .

٢-١-٢ حساسات الحرارة:

يمكن أن تستخدم هذه الحساسات في مراقبة درجات الحرارة، وبعدها يتحكم نظام الـ PLC بعنصر التسخين في الفرن ليحافظ على الحرارة الأمثلية. عادة يوصل هذا الحساس إلى مقياس حرارة رقمي وهذا المقياس مزوّد بتلامسات مفتوحة ومغلقة وبالتالي يمكن برمجة المقياس تبعاً للبارامترات المطلوبة في الدخل .

٢-١-٣ حساسات الضغط:

يعدّ الضغط أمراً أساسياً في محطات توليد الطاقة، وفي التحكم بوحدات الإنتاج المؤتمتة، وفي عمليات المعالجة،وفي هندسة الروبوت بغية التعرف على الأشكال، أو تحديد القوى الخارجية المؤثرة على الروبوت.

مثال آلة حقن البلاستيك : يتم دفع البلاستيك المعرض للحرارة بقوة إلى القالب تحت ضغط معين (حقن البلاستيك)، والضغط يجب أن يكون محدّداً بدقة وإلا فإن العنصر سوف يتلف أو يتشوه .من هنا نجد إمكانية استخدام الحساسات لمراقبة الضغط، وسوف يقوم نظام الـ PLC بالإشارة إلى الحساس والتحكم بالضغط المناسب .

٢ – ١ – ٤ حسّاسات معدّل الجريان والتدفق

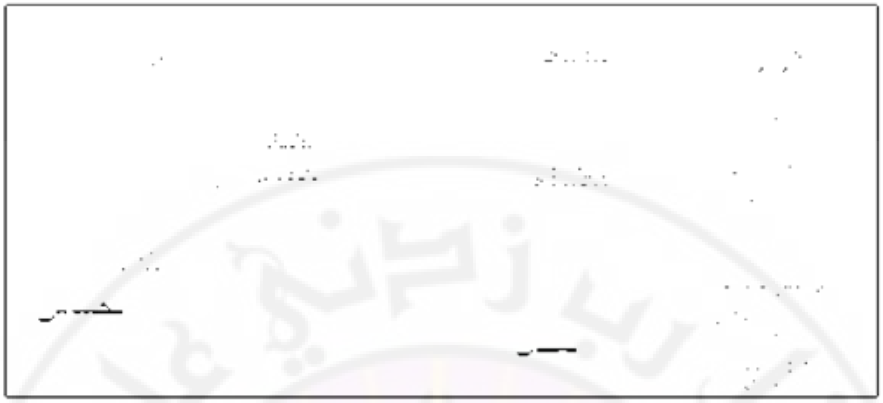
إن معدّلات الجريان ذات أهمية بالغة في العمليات الصناعية، مثل صناعة الورق، كما يمكن أن تستخدم الحساسات لمراقبة التدفق لمادة ما . يستخدم نظام الـ PLC هذه المعطيات للتحكم في ضبط معدّل الجريان والتدفق لنظام معين .

فمثلاً : إن عداد المياه المنزلي سيراقب لك تدفق المياه ليحسب لك الفاتورة.بالإضافة إلى حساسات تدفق السوائل هناك:

حسّاس لقياس التدفق الكهرطيسي : وهو عبارة عن وشيعتين موضوعتين على جانبي مجرى القياس، ويكون هذا المجرى مصنعاً من مادة مغناطيسية، يغطى وسطه الداخلي بطبقة عازلة ومقاومة للتآكل، ويتم وضع مسريين لالتقاط الإشارة على طرفي قطر معامد لخطوط التحريض المغناطيسي، ويتناسب مطال الإشارة (الجهد) الملتقطة مع التدفق .

حسّاس لقياس التدفق الميكانيكي : وفيه يخضع مبدل المقاس الموضوع ضمن مجرى إلى قوة ناتجة عن المائع المتحرك مما يؤدي إلى تحريكه حركة دورانية أو انسحابيه، ويتم قياس هذه الحركة عن طريق الحساس الذي يقيس المقدار الفيزيائي ونحصل من خرجه بالمقابل على إشارة كهربائية .

الحساس الهيدروستاتيكي : وهو عبارة عن عنصر عائم يبقى على سطح السائل، ويرتبط بأسلاك شد عبر بكرة . ويمكن ربطه مع حساس تشابهي أو رقمي للحصول على الإشارة الكهربائية .



الشكل (٢-١): دارة حساس التدفق الكهرومغناطيسي

٢-١-٥ حساسات الفصل والوصل

تصنف هذه الحساسات بحسب مبدأ الأرقام (0/1)، حيث تقسم إلى مجموعتين، الواصلة والفاصلة، وهذه هي الطريقة البسيطة لتعريف هذا النوع من الحساسات .

عندما يكون هناك ضرورة لربط الأداة بالعنصر لتتحسس به تسمى عندئذ بحساسات الوصل أو حساسات التلامس، مثال على ذلك القواطع الموجودة على خط النقل المتحرك، فعندما يتحرك العنصر تشير هذه القواطع إلى وضعية التشغيل من خلال تغير حالة القاطع ويؤدي ذلك إلى تغير في معطيات دخل نظام الـ PLC الذي سوف يشير إليها عند ذلك.

كذلك تستخدم في الروافع الصناعية لتحديد نهاية المسار لمحور سهم الرافعة، وفي المصاعد الكهربائية لتحديد الحد الأعلى والأدنى لغرفة المصعد .

أما حساسات الفصل، فهي حساسات يمكن أن تتحقق من المنتج دون أن تلمس المنتج فيزيائياً كما مرّ معنا سابقاً في حساسات الفحص التي يمكن أن تتفحص محتوى زجاجة الأسبرين، وبالتالي فإن حساسات الفصل لا تعمل بشكل ميكانيكي، حيث إن الأدوات الميكانيكية أقل موثوقية من الأدوات الإلكترونية بشكل عام .

أما السرعة فلها اعتبار آخر، وهو أن الحساسات الإلكترونية أكثر سرعة من العناصر والأدوات الميكانيكية، وبالتالي يمكن أن تنجز العناصر والأدوات غير الموصولة العمل

بمعدّلات إنتاج عالية . وهناك أفضلية أخرى وهي أن عدم الاتصال بالعنصر عدم التدخل في عملية المعالجة .

يجب الإشارة إلى أن هناك بعض أنواع الحساسات تجمع بين العمل الميكانيكي والإلكتروني .

٢ – ١ – ٦ الحساسات الرقمية والتشابهية:

وهي طريقة أخرى تصنف من خلالها الحساسات، حيث إن الحساسات الرقمية هي الأسهل من أجل الاستخدام، مثال على ذلك الحواسيب التي تعمل على نظام المنطق (0/1)، وبمعنى أعم وأشمل (تشغيل / إيقاف)، وهما الحالتان التي تعمل ضمنها الحساسات الرقمية .

عموماً تستخدم معظم التطبيقات مبدأ (وجود / فقدان)، ومبدأ العد، وتؤمن الحساسات الرقمية هذه الحاجة بشكل كامل وبثمن معقول .

أما الحساسات التشابهية فهي أكثر تعقيداً، ولكنها تستطيع أن تزوّدنا بمعلومات ومعطيات أكثر حول عملية المعالجة،

وتدعى الحساسات التشابهية غالباً بحساسات الخرج الخطية.

مثال: حساس يستخدم لقياس درجة الحرارة، على افتراض أن درجة الحرارة الوسطية بحدود من $(0-90)^0C$، وبالتالي تستطيع الحساسات التشابهية أن تتحسّس درجة الحرارة وترسل المعطيات المطلوبة (تيار أو جهد) إلى جهاز الـ PLC.

كلما زادت درجة الحرارة أو نقصت، ازداد التغير في خرج الحساس، وعلى سبيل المثال يمكن أن يكون خرج الحساس ما بين 4–20 mA اعتماداً على الحرارة الفعلية .

أي من الممكن لنظام الـ PLC أن يشير إلى الحرارة بدقة ويتحكم بعملية المعالجة عن قرب.

تكون حساسات الضغط فعالة في الأنواع التشابهية لأنها تزوّدنا بمجال واسع لجهد الخرج أو تياره بالاعتماد على الضغط .

هناك احتياجات للحساسات الرقمية والتشابهية في التطبيقات الصناعية، ولاشك أن الحساسات الرقمية تكون أكثر استخداماً بسبب سهولة التعامل والاستخدام .

٢ -١ -٧ الحساسات البصرية:

تعدّ أحد أنواع الحساسات الرقمية، حيث تستخدم الحساسات البصرية الضوء لتتحسّس الأشياء.

في الماضي كانت الحساسات البصرية غير جديرة بالثقة، لأنها تستخدم الضوء العادي، وبالتالي كانت تتأثر بالضوء المحيط، وهذا يسبب مشاكل عديدة، أما الحساسات الضوئية اليوم فقد حلّت هذه المشاكل، وأصبحت أكثر موثوقية بسبب الطريقة التي تعالجها هذه الحساسات .

تعمل جميع الحساسات البصرية بالطريقة نفسها تقريباً، حيث يكون هناك مصدر ضوئي (المرسل)، وكاشف ضوئي (المستقبل) ليتحسّس بوجود أو انعدام الضوء .

تستخدم الثنائيات المصدرة للضوء كنوع من مصادر الضوء، وذلك بسبب صغر حجمها وقوتها العالية وكفاءتها، كما يمكن إشعالها وإطفائها بسرعة عالية وتعمل بطول موجة ضيّق وبموثوقية جيدة . كما تستخدم الثنائيات الضوئية في الحساسات بأسلوب نبضي، من خلال إرسالها لذبذبات (إشعال وإطفاء بسرعة) ويكون زمن الإشعال صغيراً جداً بالمقارنة مع زمن الإطفاء، وبالتالي تتذبذب لهذين السببين، وعندها لن يتأثر الحساس بالضوء المحيط، ويزداد عمر المصدر الضوئي.

يتم تحسّس الضوء المتذبذب من خلال كاشف الضوء، وبالتالي يفرز الكاشف عندها جميع الأشعة الضوئية المحيطة ويبحث عن الضوء المتذبذب، وتكون مصادر الضوء المنتقاة غير مرئية لعين الإنسان.

يتم اختيار الأطوال الموجية بحيث لا تتأثر الحساسات بالضوء في المصنع، وكذلك يسمح استخدام أطوال موجية مختلفة لبعض الحساسات التي تدعى حساسات اللون الموجّه للتفريق بين الألوان .

إن أسلوب النبضة للأطوال الموجية المنتقاة (المختارة) تجعل الحساسات البصرية أكثر موثوقية.

تعمل جميع أنواع الحساسات البصرية الأسلوب البسيط نفسه والاختلافات تكون في الطريقة التي يصنّف بها المصدر الضوئي والمستقبل الضوئي فحسب .

٢-١-٨ حسّاسات الضوء والظلام :

في الماضي قبل ظهور هذه الحسّاسات كان يستعمل ما يسمى بالخلية الضوئية، واليوم أصبح لدينا نوع جديد ومتطوّر من الحسّاسات البصرية، حيث تكون الحسّاسات البصرية فعالة لتحسّس الضوء والظلام، ويشير الحسّاس عند تحسّسه للضوء أو للظلام إلى الحالة العادية للحسّاس.

التحسّس للضوء : يكون الخرج مفعلاً عندما يستقبل الحسّاس شعاعاً معدّلاً، بمعنى آخر يكون الحسّاس مفعلاً عندما يكون الشعاع غير محجوب .

التحسّس للظلام : وفيه يكون الخرج مفعّلاً عندما يحجب الضوء .

وبمعنى أوضح يتحسّس الحسّاس الضوئي الضوء أو الظلام تبعاً لطريقة الوصل في الدارة، حيث تتغير معطيات الخرج تبعاً لتغير حالة الحسّاس في الضوء أو الظلام أي يمكن أن تزيد مقاومة الحسّاس أو تنقص عند التعرض للضوء تبعاً لنوع لحسّاس .

وظائف مسجلات الوقت :

وهي مفيدة في بعض أنواع الحسّاسات البصرية، حيث تقوم بتفعيل أو إبطال التأخير الزمني، كما وتقوم أيضاً على إبطال الدور الفعال للخرج للكمية المختارة من قبل المستخدم، إضافة إلى أنها تؤخّر فعالية الخرج للوقت المحدّد من قبل المستخدم بعد إزالة الأشياء عن الحسّاس .

والشكل(٢-٢) يبين طريقة وصل الحسّاس الضوئي، واستجابته للتغيرات الخارجية المؤثرة، حيث تصبح مقاومته صغيرة في الظلام ويفتح الترانزستور ويعمل المصباح .



الشكل (٢-٢): طريقة وصل الحساس الضوئي

٢-١-٩ الحساسات العاكسة:

وهي إحدى أنواع الحساسات البصرية الشائعة من النوع العاكس، حيث يكون المرسل والمستقبل متوضعين في نفس الوحدة،ويعمل المشع على إرسال الضوء الذي يرتد عن المنتج ليتم تحسس ذلك المنتج، ويعود الضوء المنعكس عن المنتج إلى المستقبل الذي يتحسسه، ويتغير نتيجة له. إن لهذه الحساسات مسافة تحسس أقل من الأنواع البصرية الأخرى لأنها تعتمد على الضوء المنعكس عن المنتج .

إن خطوط الضوء المنكسرة تمثل الأسلوب النبضي للإضاءة الذي يستخدم لضمان أن الإضاءة المحيطة لم تتداخل مع المنتج .تحدّد مسافة التحسس للحساس من قبل قدرة الجسم على عكس الضوء وتمريره للمستقبل .

٢-١-١٠ حساسات الأشعة البينية:

هناك نوع آخر شائع من أنواع الحساسات وهو حساس الأشعة البينية. من الشكل (٢-٣) يكون المرسل والمستقبل في مجموعتين منفصلتين، يرسل المشع خطوط الضوء عبر الوسط المحيط التي يتم تحسسها من قبل المستقبل، فإذا كان المنتج بين المشع والمستقبل فإنه سيتوقف مرور الضوء ويعرف المستقبل عندها أن المنتج موجود .

يمتاز هذا النوع من الحساسات بانعدام الوصل الميكانيكي بين الحساس والجسم الفيزيائي المتنقل المراد قياس موضعه، حيث يتم ذلك عن طريق حقل مستمر بينهما .



الشكل (٢-٣) : حساس الأشعة البينية

يكون هذا الحقل تحريض مغناطيسي، من أجل الحساسات ذات التغير في التحريض أو التي تعتمد على أثر هال أو ذات الممانعة المغناطيسية، أو يكون حقل كهرطيسي، أو أنه حقل كهربائي ساكن من أجل الحساسات السعوية.

٢-١-١١ حساسات النوع الارتدادي:

إن الحسأسات الارتدادية مشابهة للحساسات العاكسة، حيث يكون المرسل والمستقبل متوضعين في نفس المجموعة، والاختلاف أن الحساس الارتدادي يبدّد الضوء المنعكس بدلاً من المنتج .

يتشابه هذا العاكس مع العواكس المستخدمة في الدراجات، وتمتلك الحساسات الارتدادية مجال تحسّس أكبر من العاكسة، ولكن مجالها أقل من حساسات الأشعة الارتدادية. إن خواص الاستقبال الممتاز تعتمد على شكل وحجم الجسم، الذي يعطي مجالاً أكبر للتحسّس من الأنواع الأخرى، وبالتالي تمثل أشعة الضوء المنكسرة الأسلوب النبضي للإضاءة المستخدمة.

٢-١-١٢ حساسات الألياف البصرية:

يكون فيها المرسل نفسه المستقبل، وتكون كابلات الألياف البصرية مربوطة لكليهما، حيث إن إحدى الكابلات موصل مع المرسل، والآخر موصل مع المستقبل .

تكون هذه الكابلات مرنة وصغيرة جداً، حيث يمرّ الضوء المنبعث من المرسل خلال الكبل ليخرج من الطرف الآخر من نهاية الكبل المتصل مع المستقبل الذي يتحسّس الإشارة، يمكن استخدام هذه الكابلات في الحساسات البينية والعاكسة .



الشكل (٢-٤): حساس ليف بصري

٢-١-١٣ الحساسات اللونية المحدّدة:

وهي نوع خاص من الحساسات العاكسة حيث يمكنه أن يفرق بين الألوان، خاصة بين الأطياف اللونية، ويستخدم في فحص وتخزين المجموعات من خلال ألوانها المحدّدة، ويتم اختيارها وفق اللون الذي سيتم تحسّسه، بالإضافة إلى إمكانية ضبط الحساسية للحصول على الدقة المناسبة والعالية .

٢-١-١٤ حساسات الليزر:

يستخدم الليزر كمنبع للضوء في الحساسات البصرية، ويمكن أن تستخدم حساسات الليزر للحصول على دقة عالية في الفحص، ويمكن أن يكون الخرج بالنسبة لهذه الحساسات تشابهياً أو رقمياً . عموماً يستخدم الخرج الرقمي ليشير إلى فشل أو نجاح العملية أو دلالات أخرى، ويمكن استخدام الخرج التشابهي للإشارة إلى التغيرات وتسجيل القياسات الفعلية .

٢-١-١٥ الحساسات فوق الصوتية:

تستخدم أمواج ضيقة من الأمواج فوق الصوتية للكشف والقياس . إن الحساسات فوق الصوتية أشبه بالرادار، حيث إن حزمة الأمواج فوق الصوتية ضيقة بحوالي (5mm)، ترتد عن الجسم باتجاه الحساس، ويقوم الحساس عندها بتحديد مسافة الجسم، كما

ويستطيع أن يحدد حجم الجسم أيضاً. إنّ أجساماً بحجم (1mm) يمكن أن تكتشف بدقة على بعد (0.2mm) .

٢-١-١٦ حساسات الحقل الإلكتروني (الحقلية):

تحتوي حساسات الحقل الإلكتروني على مولّد حقلي وحساس يتحسّس الحقل عندما يتداخل معه. مثال: إن الحقل المتولد عن المغناطيس ينشر نفس الحقل المتولد عن الحساس. يكون لهذه الحساسات نوعان لهما نفس طريقة العمل وهما الحساسات (السعوية والتحريضية) .

٢-١-١٧ الحساسات التحريضية

تستخدم الحساسات التحريضية في تحسّس الأجسام المعدنية، كما أنها شائعة الاستخدام في أدوات الآلات الصناعية .

تعمل الحساسات التحريضية وفق مبدأ التحريض الكهرطيسي، كما أنها تعمل بشكل يشبه الاتصال بين الملفات الأولية و الثانوية للمحوّلة . عندما يدخل الجسم إلى مجال الحساس ينشأ تياراً صغيراً على سطح الجسم الخارجي، وبسبب التداخل مع الحقل المغناطيسي، يقاد جزء من الطاقة من دارة المذبذب إلى الحساس، وبالتالي يزداد مطال الاهتزاز مسبباً هبوط في الجهد، وتتحسّس الدارة الكاشفة للحساس بهبوط جهد دارة المذبذب و تستجيب بتغيير حالة الحساس.

يبين الشكل (٢-٥) حساس تحريضي حيث إن الحقل التحريضي المتولّد يشكل حقلاً تحريضياً في مقدمة الحساس، وهذا الحقل يشار إليه من قبل حقل الحساس، عندما يدخل جسم معدني الحقل سوف يقطع هذا الحقل وسيتم التحسّس من قبل حقل الحساس وستتغير حالة الخرج لهذا الحساس .

تحدّد مسافة التحسّس لهذه الأنواع من الحساسات بحجم الحقل، وهذا يعني أنه كلما كان مدى التحسّس المطلوب أكبر زاد قطر الحساس .



الشكل (٢-٥) : حسّاس تحريضي

إن الحسّاسات التحريضية فعالة في الحجوم الصغيرة، فإذا كانت المنطقة التي سيثبت عليها الحسّاس محصورة، أو إذا كان الجسم الذي سيتم تحسّسه صغيراً، فإن هذا النوع من الحسّاسات سيعمل بشكل جيد.

يبين الشكل (٢-٦) كيفية استخدام مقدمة الحسّاس التحريضي كأداة للتحكم بالتطبيق عن طريق الحسّاسات الإلكترونية .

التحريض الكهرطيسي:



الشكل (٢-٦): كيفية استخدام مقدمة الحسّاس التحريضي كأداة للتحكم بالتطبيق عن طريق الحسّاسات الإلكترونية

من الشكل يكون الخرج في البداية غير فعّال، وعندما يتحرك الجسم خلال الحقل التولد عن الحسّاس ينشأ تيار معاكس على طول السطح الخارجي للجسم، ولدى هبوط الجهد

في دارة الهزاز، يتحسس الكاشف بالهبوط ويغير حالة الحساس و بالتالي سيتفعل الخرج .



الشكل (٢-٧): مسافة التحسس

مسافة التحسّس للحساسات التحريضية :

يكون مدى التحسّس مرتبطاً بحجم الملف التحريضي، وأما ملف الحساس فعندما يكون محجوباً، ستتوضع حزمة تمنع الحقل من الانتشار ما وراء قطر الحساس وهذا يقلص من مسافة التحسّس .

يملك الحساس المحجوب نصف مدى التحسّس من الحساسات المكشوفة، وتتأثر مسافة التحسّس بالحرارة، حيث تتغير حوالي 5% تبعاً لتغير الحرارة المحيطة .

٢-١-١٨ الحساسات السعوية:

تستخدم لتحسّس الأجسام المعدنية أو اللامعدنية، وتستخدم بشكل شائع في الصناعة الغذائية، ويمكن أن تستخدم لتحسّس المنتج داخل الحاويات غير المعدنية . تعمل الحساسات السعوية على مبدأ الشحنات الستاتيكية، وتعمل بشكل مشابه لألواح المكثفات، حيث ينتج المذبذب (الهزاز) والقطب الكهربائي حقل شحنات ستاتيكية، (ولا ننسى أن الحساس التحريضي ينتج حقلاً كهرطيسياً)، ويقوم الهدف (الجسم الذي سيتم تحسّسه) بعمل لبوس المكثف الثاني، حيث ينشأ الحقل الكهربائي بين الحساس والجسم .

بالطبع أي جسم يمكن أن يتم تحسّسه بحساس سعوي ، فالجسم يتصرف كمكثف . عندما يدخل الجسم ضمن الحقل الكهربائي ، يتبعثر التوازن المستمر للحساس وهذا ما يجعل دارة الهزاز تقوم بالمحافظة على الاهتزاز كلما كان الجسم موجوداً في الحقل .

نضرب مثالاً على حساس سعوي لقياس الموائع :

عندما يكون السائل عازلاً يتم الحصول على مكثف إما بلبوسين أسطوانيين، أو باستخدام لبوس مع جدار الخزان إذا كان معدنياً، أما العازل فهو السائل في الجزء المغموس، والهواء في الخارج . يعود قياس سوية السائل إلى معرفة تغير السعة التي تكون أكبر كلما كان ثابت العازلية للسائل أكبر من ثابت عازلية الهواء، وبالتالي يجب أن يكون لدينا لبوس مغطى بمادة عازلة تشكل المادة العازلة للمكثفة، في حين يتشكل اللبوس الآخر مع الاتصال مع السائل الناقل .

مسافة التحسّس للحساسات السعوية :

- ✓ إن الحساسات السعوية أدوات غير قابلة للحجب، وهذا يعني أنها غير قابلة للتشغيل في مكان محكم، لأنها سوف تتحسّس بالمكان المحيط بها،أما المواد الناقلة فيمكن أن يتم تحسّسها بشكل أدق من غير الناقلة .
- ✓ إن كتلة الهدف تؤثر على مسافة التحسّس ، حيث إنه كلما كانت الكتلة أكبر كانت مسافة التحسّس أكبر .
- ✓ إن الحساسات السعوية أكثر حساسية من الحساسات التحريضية من حيث تحسّسها لتغيرات الحرارة والرطوبة .
- ✓ إن مسافة التحسّس للحساسات السعوية يمكن أن تتغير بزيادة أو نقصان من 15-20% .
- ✓ إن بعض الحساسات السعوية تكون فعالة في ضبط الحساسية، وهذه يمكن أن تستخدم لتحسّس المنتج في داخل الأوعية،وذلك بتقليل الحساسية حتى لا تحسّس الأوعية وتتحسّس المنتج بداخلها فحسب .

شبكة أسلاك الحساسات:

هناك مخططان جوهريان لتوصيل الحساسات : باستطاعة الحمل، واستطاعة الخط، وتزود هذه الاستطاعات إلى الاستطاعة المستمرة والمتناوبة للحساس .

١) استطاعة الحمل للحساس:

هناك سلكان فقط لوصل الحساس ويجب أن يمر التيار المطلوب لعمل الحساس خلال الحمل، الذي يمكن أن يكون أي شيء يحد من تيار الخرج للحساس .

زمن الاستجابة هو عبارة عن الزمن الضائع بين الهدف الذي يتم تحسسه وتغير حالة الخرج، ويمكن أن يكون زمن الاستجابة حاسم في التطبيقات العالية الإنتاج، ويتم الحصول على أزمنة الاستجابة من صفحات المواصفات للحساس نفسه .

٢) استطاعة الخط للحساس :

هناك عادة ثلاثة أنواع من الأسلاك ولكن يمكن أن تكون أربعة ، هناك خطان توصيل للاستطاعة وخرج واحد في تشكيلة الخطوط الثلاثة .

يحتاج الحساس إلى تيار صغير يدعى بتيار الحمل أو تيار التشغيل ،هذا التيار يتدفق حتى ولو كان خرج الحساس مفعّلاً أو غير مفعّل .

٢-١-١٩ حساسات نوع PNP :

يتدفق التيار الاصطلاحي من القيمة الموجبة إلى السالبة ، عندما يكون الحساس مطفأ ، ولن يتدفق التيار عندها في الحمل .

وعندما يكون هناك تيار خرج من الحساس ، عندها سيصدر الحساس تياراً إلى الحمل .

٢-١-٢٠ حساسات نوع NPN :

عندما يكون الحساس غير مفعّل (غير موصل) يكون هناك تدفق تيار عبر الحمل .

وعندما يكون الحساس موصولاً سيكون هناك تيار حمل متدفقاً من الحمل إلى الحساس .

يعتمد اختيار نوع PNP أو NPN على نوع الحمل .

٢-١-٢١ المزدوجة الحرارية :

وهي إحدى الأدوات الشائعة من أجل القياسات الحرارية في التطبيقات الصناعية .

المزدوجة الحرارية أداة بسيطة متصلة من إحدى النهايات، والنهايات الأخرى للسلك تكون متصلة بفتحة للدخل التشابهي لأداة التحكم مثل الـ PLC .

مبدأ العمل: عندما يتصل معدنان مختلفان في عامل التمدد الطولي سيتولد جهد صغير ، جهد الخرج سيناسب الاختلاف في الحرارة ما بين الوصلات الباردة والساخنة .(المفترض أن تأخذ الوصلة الباردة درجة حرارة المحيط أو (الغرفة)).

إذا تم تسخين إحدى نهايتي المزدوجة الحرارية وتبريد الطرف الثاني، سينشأ تيار يمر من النقطة الساخنة إلى النقطة الباردة .

في الحقيقة تتغير الحرارة تبعاً للبيئة الصناعية ، إذا كانت الوصلة الباردة تتغير بالحرارة المحيطة ، فلن تكون القراءات صحيحة، وهذا لن يكون مقبولاً بالنسبة لمعظم التطبيقات الصناعية .

إذاً يجب أن تكون المزدوجات الحرارية متكافئة، وهذا يحقق شبكة حساسة للحرارة .

إن المقاومات المستخدمة تملك معاملاً سالباً من المقاومة، أي تزداد المقاومة عندما تزداد الحرارة، وهذه تضبط الجهد بشكل آلي لهذا تبقى القراءة ثابتة .

إن المزدوجات الحرارية أدوات دقيقة جداً، والحل يكمن في الأداة التي تأخذ الخرج من المزدوجات الحرارية، والأداة بشكل طبيعي ستكون جهاز الـ PLC من النوع التشابهي.

٢-١-٢٢ كاشف الحرارة ذو المقاومة RTDs :

إن RTDs عبارة عن أداة تتغير مقاومتها بدلالة درجة الحرارة، و تكون مصنوعة من البلاتينيوم وهو عبارة عن عنصر ملائم . إن التغير في درجة الحرارة سيكون خطياً وهذا ما يجعل RTDs هي عبارة عن أداة دقيقة .

توصل RTDs مثل المقاومات، والمقاومة الشائعة لكشف الحرارة هي بحدود 100Ω عند درجة حرارة الصفر المئوية . وكواشف أخرى تكون فعالة في مدى 50-1000 Ω .

٢-١-٢٣ المقاوم الحراري Thermistors :

يبدي المقاوم الحراري تغيراً أكبر في المقاومة من أجل تغير معيّن في الحرارة، و يمكن أن يكون أكثر دقة وملاءمة، والمشكلة الرئيسية تكمن في أن المقاومات الحرارية غير خطية بشكل كبير، فإذا كان مجال درجة الحرارة المقاسة صغيراً نسبياً سيكون المقاوم الحراري أداة جيدة، وكذا ستكون شبكة المقاومات الحرارية ستكون فعالة حيث إنها تملك جهداً خطياً صغيراً بتغير الحرارة .

٢-١-٢٤ حساسات الرطوبة :

يمكن أن نميّز بين نوعين من حساسات الرطوبة :

*حساسات تعتمد على المبدأ الفيزيائي التي تسمح بالتحديد المباشر للرطوبة، وهي حالة حساسات الرطوبة ذات التكثف والمنحلة كهربائياً

*حساسات الرطوبة ذات المحلول الملحي التي تعتمد على قياس إحدى الخواص المتعلقة بالرطوبة لجسم ما .

٢-١-٢٥ الحساسات الطبية :

إن الإشارات التي نحصل عليها من الناس أو الحيوانات هي إشارات صغيرة وتقاس بالميكرو فولت حتى الميلي فولت، ولما كان من الضروري قياس التغيرات الصغيرة في كمون الجسم وممانعته وعرض هذه التغيرات وتسجيلها بشكل دقيق تم استخدام :

- ✓ حساسات تلتقط هذه التغيرات .
- ✓ دارة ملائمة للحساسات ومعالجة لإشاراتها .
- ✓ عرض النتائج المفيدة للإشارات بعد معالجتها .

إن هذه الإشارات الناتجة عن الحساسات الطبية تحتاج إلى تضخيم، حيث يقوم الحساس بقيادة دارة معالجة إشارة أو دارة تضخيم وهي تقوم بدورها باستخلاص المعلومات من الإشارة الواردة للحصول على إشارة مفيدة، بالإضافة إلى هذه الوظيفة الأساسية تؤمن دارة معالجة الإشارة عادة عدداً من الوظائف الملحقة، مثل : إعطاء جهد تهييج في حالة استخدام معايير قياس التشوه أو إعطاء أوامر الضبط والمعايرة .

ويجب أن تتمتع المضخمات المستخدمة في التطبيقات الطبية بالمواصفات التالية :

- ✓ ممانعة دخل عالية .
- ✓ ممانعة خرج منخفضة .
- ✓ استجابة ترددية عالية .

وأما مجالاتها الطبية فهي كثيرة نذكر منها :

القلبية، العضلات، الأعصاب، التنفس، الجراحة، التخدير، التحليل، الأشعة .

٢-١-٢٦ الحساسات الذكية :

وهي الحساسات التي تمتلك وظائف منطقية وتكون قادرة على اتخاذ بعض القرارات، وتكون قادرة على القيام بالوظائف التالية :

- ✓ المعايرة الذاتية : حيث تمتلك في بنيتها معالج مصغّر يمتلك في ذاكرته وظيفة التصحيح التلقائي من خلال الملاحقة الذاتية، وهي أيضاً قادرة على تشخيص الأعطال، وهذا ضروري في التطبيقات المعقدة الباهظة الثمن كما أنها قادرة على تصليح الأعطال .
- ✓ العمليات الحسابية : يتم الاعتماد على قدرة الحسّاس الحسابية في تعويض التغيرات الناتجة عن الوسط المحيط مثلاً.
- ✓ الاتصال : من خلال قدرة الحسّاس على تبادل المعلومات، وهذه القدرة تستخدم عند الحاجة من أجل أغراض المعايرة .
- ✓ تعدد التحسّس : هي قدرة الحسّاس على قياس أكثر من متحول فيزيائي أو كيميائي في آن واحد كقياس الضغط ودرجة الحرارة في الوقت نفسه.

مثال على الحسّاسات الذكية الحسّاس الذي تم تطويره في مركز الأبحاث الإلكترونية في كاليفورنيا من أجل معالجة الإشارة و أيضا حسّاس التدفق و مصفوفة متحسّسة للأشعة تحت الحمراء و التسارع.

تستخدم الحسّاسات الذكية في أنظمة التحكم المعقدة، نظراً لأنها تحل الكثير من المشكلات المتعلقة بالمعايرة وبإمكانية تحسّس عدة متحولات فيزيائية مختلفة .

٢-١-٢٧ الحسّاسات الكهروكيميائية :

الحسّاسات الكهروكيميائية حسّاسات مخصصة للتحليل الكيميائي، وتعتمد على مبدأ التفاعلات التي تدخل فيها الجزيئات المشحونة كهربائياً كما وضعها فرداي .

تكون هذه الجزيئات بشكل عام الشوارد والإلكترونات التي تكون موجودة ضمن وسط منحل مثل الماء، بشكل عام هذا الحسّاس هو عبارة عن ناقل كهربائي يتم وضعه ضمن الوسط الذي نرغب بدراسته مما يؤدي إلى ظهور نقل للشحنات بين الجزيئات المشحونة وبين الحسّاس وهكذا يتم التقاط تغير الطاقة الحرة عن السطح الفاصل بين الشحنات والحسّاس ثم ينقل هذا التغير إلى سلسلة القياس على شكل إشارة كهربائية (تيار/جهد) .

مثال عليها حساسات قياس الوسط (PH)،حساسات قياس جهد الأكسدة والإرجاع، حساسات قياس الناقلية للمركّبات المنحلة كهربائياً .

طرق توصيل الحسّاسات كهربائياً :

إن الاختيار الأساسي للحسّاس هو تحديد تيار الحمل . يجب أن يحدد تيار الخرج في معظم الحساسات بحيث يكون صغيراً، ويكون تيار الخرج بحدود 50-200ma.

إذا تدفق تيار الحمل فوق الحد الذي يتحمله الحسّاس سيتلف الحسّاس ويجب استبداله . إن معظم الحساسات تعطب بسبب التوصيل الخاطئ لها لهذا يتوجب علينا أن نحدد بحذر تيار الحمل الذي يمكن للحسّاس أن يتعامل معه. عادة تضبط أجهزة الـ PLC التيار إلى مستوى مقبول. تكون بعض الحساسات فعالة مع خرج الـ Relay التي يمكنها التعامل بشكل أكبر مع تيار الحمل .

إذا تشكل جهد كبير بين طرف كبل الحسّاس، فيجب وضع الكبل ضمن أنبوب معدني ليمنع الحسّاس من عدم توقفه عن التحسّس أو الضرر .

طرائق توصيل الحسّاسات ميكانيكياً :

يجب أن يوضع الحسّاس بشكل أفقي لأنه في الوضع العمودي قد تتجمع على السطح الخارجي للحسّاس الأوساخ التي تجعل الحسّاس غير فعّال . إذا وضع الحسّاس بشكل عمودي، فيجب أن يكون هناك تنظيف دوري للشرائح والأوساخ على السطح الخارجي للحسّاس، حيث يمكن أن يستخدم نفث الهواء أو أحواض الزيت لذلك الغرض .

يجب أن نأخذ بعين الاعتبار ألا يتحسّس الحسّاس نفسه بموضعه . على سبيل المثال، إذا وضعت الحسّاسات التحريضية في غلاف معدني فمن الممكن أن تتحسّس بهذا الغلاف وعلينا التأكد من عدم وضع حسّاسين بعضهم بجانب بعض، فإذا تم ذلك و بشكل قريب فهذا سيؤدي تحسّس أحدهما بالآخر وهذا يسبب تحسّساً غير مرغوب به .

علينا أن نكون حذرين في عدم استخدام القوة أثناء التركيب، لأنه في بعض الحالات يكون الحسّاس في غلاف بلاستيكي ومن الممكن أن يتحطم أو يتشوه أثناء التركيب .

التطبيقات النموذجية للحسّاس:

عندما نختار حساساً للاستخدام في تطبيق معيّن نجد هناك عدة اعتبارات لابد من الأخذ بها منها:

- ✓ خواص الجسم الذي سيتم تحسّسه .
- ✓ هل المادة المصنوع منها بلاستيكية، معدنية، حديدية .
- ✓ هل هو صغير أم كبير الحجم .
- ✓ هل سطحه عاكس .
- ✓ هل هناك مساحة كافية لتوضيع الحسّاس .
- ✓ هل هناك مشاكل تلوث .
- ✓ ما هي سرعة الاستجابة المطلوبة .
- ✓ ما هي مسافة التحسّس المرغوبة .
- ✓ هل هناك ضجيج كهربائي زائد .
- ✓ ما هي الدقة المطلوبة .

إذا تمكنا من الإجابة عن هذه التساؤلات سوف تصبح عملية الاختيار سهلة، وعملية الاختيار هذه تعتمد على سعر الحسّاس وكلفته .

٢ – ٢ ترتيبات فيزيائية:

يمكن أن تستخدم بعض الترتيبات الفيزيائية للتفريق بين المنتجات وعادة يستخدم ما يسمى "حسّاس البوابة" .

تستخدم حسّاسات البوابة كقادح لنظام الـ PLC فهي تخبره أن المنتج في الموضع المناسب وأن أعمالاً معينة يجب أن تنفذ .

هناك مفهومان مهمان:

الأول : هو الصفات الفيزيائية للجسم الذي يتم تحسّسه، فالحسّاس يستطيع أن يفحص الشكل الخارجي للجسم، والثقوب وأن يفحص ثبوت القطع على المنتج .

الثاني : هو استخدام الحسّاس كبوابة، حيث وجد أن مصنعاً يحوي نظام تحكم متطوراً ومكملاً بفاحص تردد راديوي لكنه ينجز أحياناً أخطاء معينة، و يرجع السبب في أن الجسم كان يُفحص من أجل صفاته الخارجية بدون أن يستخدم حسّاس البوابة لاختيار

زمن كل فحص، فالافتقار لحساس البوابة يعني أن نظام الـ PLC أحياناً يفحص المنتج من الأمام أومن الخلف، فمثل هذه الشركة ستخسر ألاف من الدولارات في حين حساس بسعر 30$ يمكنه حل هذه المشكلة، فحساس البوابة يمكنه أن يقرر أن المنتج المطلوب قد تم فحصه .

إن الخواص الفيزيائية للحساس مهمة أيضاً، فأشكالٌ معينة ممكن أن تكون فعالة . فالحساس البصري ذو شكل يشبه نعل الفرس يكون فعالاً في تحسس الأجسام التي تمر خلال شكل النعل، والحساس الدائري يكون فعالاً في تحسس الأجسام التي تمر خلال حلقة . والحساسات الصغرية أيضاً فعالة في كون الأجسام التي يتم تحسسها صغيرة . عندما يحفر العامل ثقوباً في قالب الآلة يعلم حالاً إذا فتح الثقب أنه يمكنه أن يوقف العملية ويستبدل الثقب أما إذا كانت العملية مؤتمته فلن يكون هناك عامل لمراقبة المشكلة ويجب عندها وضع حساسات لتكشف المشكلة.

يمكن أن تستخدم الحساسات لتفحص هل المنتج قد جمع بشكل صحيح، حيث يمكن استخدام حساس تحريضي للفحص الصحيح للحساس، ويمكن أن تستخدم الحساسات لفحص العمليات التي أنجزت من قبل الآلة. بالطبع هناك العديد من أنواع الحساسات التي تكون ذات أهمية في العديد من التطبيقات الصناعية، حيث إن ابتكار استخدامات جديدة للحساس تساعد في زيادة عامل الأمان، والموثوقية، والكفاءة الإنتاجية .

.....

Damascus University

٢-٣ الحسّاسات المستخدمة في السيارات الحديثة والمشغلات ووحدة التحكم

الحسّاسات المستخدمة مع الأنظمة الحديثة في السيارات

٢-٣-١ وظيفة الحساس:

الحساس عبارة عن أحد العناصر الرئيسية لنظام التحكم الإلكتروني في المحرك، ويعدّ الأداة التي تعمل على قياس المتغيرات التي تؤثر في أداء المحرك ومن ثم إرسال هذه المتغيرات على شكل إشارات كهربائية إلى وحدة التحكم الإلكتروني الخاصة بالمحرك.

هناك أنواع متعددة من الحساسات المستخدمة في أنظمة التحكم المختلفة التي يمكن تصنيفها في الجدول الآتي:

مؤشر التصنيف	نوع الحساس
نوع الإشارة	▪ رقمية ▪ تناظرية
مصدر الإشارة	▪ فعال ▪ سلبي
نوع القياسات	▪ صوتية ▪ ميكانيكية ▪ كهربائية ▪ كيميائية ▪ ضوئية ▪ حرارية ▪ أخرى...

تستخدم عادة معظم هذه الأنواع من الحساسات في منظومات التحكم في أداء المحرك.



الشكل (٢-٨): نظام التحكم في أداء المحرك

٢-٣-٢ وحدة التحكم (ECU):

وحدة التحكم عبارة عن مجموعة دارات إلكترونية تعمل على معالجة وتحليل الإشارات الصادرة عن الحساسات المختلفة في المحرك وتحويلها إلى إشارات تشغيلية ترسل إلى أنظمة التشغيل المختلفة(المشغلات) في المحرك للحصول على أفضل أداء ممكن للمحرك تحت ظروف التشغيل المختلفة للسيارة، ويمثل الشكل التخطيطي المبسط أساس التحكم الإلكتروني في المحرك:

SENSORS ⇨ ECU ⇨ ACTUATOR

تستخدم وحدات التحكم الإلكتروني في السيارات الحديثة نظراً للميزات التالية:

- ✓ يمتاز التحكم الإلكتروني بالاستجابة السريعة لظروف التشغيل المختلفة.
- ✓ تتم عمليات التحكم في زمن قصير جداً مما يرفع من أداء المحرك.
- ✓ تقليل معدل استهلاك الوقود وانخفاض كمية غازات العادم.

- ✓ زيادة قدرة المحرك بالتحكم الدقيق في توقيت الإشعال وحقن الوقود.
- ✓ ظهور أعطال المنظومات المختلفة المرتبطة بأداء المحرك على تابلوه السيارة (Check Engine Soon).
- ✓ تنبيه قائد السيارة بعمل أنظمة الأمان في المحرك والسيارة.

٢-٣-٣ المشغلات:

وهي العنصر الأخير من عناصر التحكم حيث يمكن التحكم بعملها بواسطة الإشارات الصادرة من وحدة التحكم ليتوافق مع المنظومات التشغيلية المختلفة في المحرك للحصول على أفضل أداء تحت مختلف ظروف التشغيل.

أنواع المشغلات:

تستخدم وحدات التحكم أنواعاً مختلفة من المشغلات للتحكم في أداء المحرك التي يمكن تقسيمها إلى :

- صمام ذو ملف كهربائي Solenoid :يمكن التحكم في حركته بواسطة ملف كهربائي، مثل بخاخات حقن الوقود.
- محركات كهربائية صغيرة Electric Motor : تعمل بواسطة محرك كهربائي ذي حركة دورانية، مثل مضخة الوقود الكهربائية.
- مرحلات Relays :تتحكم في مرور التيار الكهربائي في المشغلات ذات القدرة الكهربائية العالية، مثل مرحل المروحة الكهربائية لدارة تبريد المحرك.

يوضح الشكل (٢-٩) أنواع المشغلات المرتبطة بأداء المحرك ووحدة التحكم الإلكتروني في المحرك.



الشكل (٢-٩): المشغلات المرتبطة بأداء المحرك ووحدة التحكم الإلكتروني في المحرك

٢-٤ بعض الحساسات المستخدمة في أنظمة التحكم الإلكتروني في السيارات:

١- حساس قياس ضغط الهواء المطلق لمشعب السحب MAP Sensor Manifold Absolute Air Pressure

٢-حساس الضغط البارومتري B.P.S Barometric Pressure Sensor

٣-حساس درجة حرارة سائل التبريد ECTS Electronic Coolant Temperature Sensor

٤- حساس درجة حرارة الهواء المسحوب إلى المحرك IAT Intake Air Temperature Sensor

٥-حساس وضعية الخناقة TPS Throttle Position Sensor

٦- حساس وضعية عمود الكامات CMPS Cam Shaft Position Sensor

٧- حساس وضعية عمود مرفق المحرك CKP Crank Shaft Sensor

٨- حساس الأكسجين O_2S O_2 Sensor

٩- حساس الأكسجين الخلفي Rear O_2 Sensor

١٠- حساس الطرق KNOCK SENSOR

١١-حساس الضغط الجوي BARO SENSOR

١٢-حساس وضعية دواسة البنزين ACCELERATOR POSITION SENSOR

١٣-حساس سرعة السيارة VEHICLE SPEED SENSOR

١٤-حساس رفع صمام إعادة تدوير غازات العادم EGR LIFT SENSOR

١٥-إشارة طرف المولد ALT FR Signal

١٦-إشارة محرك بدء الإدارة (المقلع) STARTER SIGNAL

١٧-حساس الحمل الكهربائي ELD

١٨-إشارة مكيف الهواء

١٩-إشارة ضاغط مكيف الهواء Air CONDITIONING COMPRESSOR SIGNAL

٢٠-إشارة فحص الخدمة SERVICE CHECK SIGNAL(SCS)

مقدمة...

تقوم الحساسات بتوفير المعلومات التي يحتاجها النظام ويتم استخدامها إضافة إلى بيانات مخزنة في ذاكرة وحدة التحكم بالمحرك لإجراء الحسابات الضرورية لتكوين إشارات التحكم التي يتم إرسالها إلى محركات و منفذات الأوامر ليتم تنفيذ أوامر التحكم المناسبة.

يتكون نظام التحكم CONTROL SYSTEM بشكل عام من :

*الحساسات SENSORS .

*وحدة التحكم بالمحرك ENGINE CONTROL MODULE (ECM) .

*محركات ومنفذات الأوامر ACUATORS .

على سبيل المثال يستخدم في نظام الحقن الإلكتروني المبرمج للوقود طريقة (السرعة – الكثافة) (SPEED-DENSITY) وبشكل أدق يمكن القول يتم تحديد حجم الوقود بناء على إشارتين وهما سرعة دوران المحرك وتخلخل حجرة السحب،إضافة إلى ذلك يتم إجراء التصحيح تبعاً لحالة المحرك وظروف تشغيله ولحالة الأجهزة المساعدة، إضافة إلى المعلومات الواردة من الحساسات المختلفة للمحرك، وبالتالي يمكن تحديد حجم الوقود النهائي ودرجة التحكم التي يتم تطبيقها .

٢-٤-١ حساس قياس ضغط الهواء المطلق لمشعب السحب (MAP Sensor) :

Manifold Absolute Air Pressure

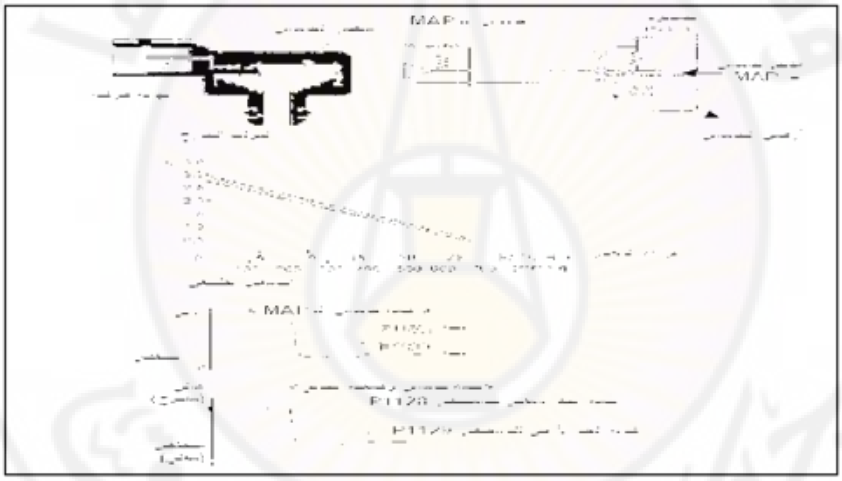
الشكل (٢-١٠): بنية حسّاس قياس ضغط الهواء المطلق لمشعب السحب

يركّب هذا الحسّاس على مجمع السحب Manifold حيث يستشعر ضغط وكمية الهواء الداخل إلى مجمع السحب وذلك بتعريض عنصر الحسّاس الذي يكون على شكل غشاء سيليكوني إلى تأثير التخلخل المتولد في مشعب السحب وينقل القيمة إلى وحدة التحكم الإلكترونية E.C.U التي تقوم بدورها بمقارنة بين كمية الهواء الداخل والكمية الافتراضية ويتحكّم وفقاً لهذه الكمية بكمية الوقود المحقون .

بنية الحسّاس :يكون الغشاء السيليكوني المكوّن لعنصر الحسّاس عبارة عن عنصر تتغير مقاومته الكهربائية وفقاً للضغط المطبق عليه ، ويتم إلحاق الغشاء بألكترود (قطب) الذي يطبق عليه مسبقاً فرق جهد حتى يتغير التيار الكهربائي وفقا للتغير في الضغط .

خصائص الحسّاس :

- ✓ يتم تشغيل الحساس بجهد قدره (5v) يتم إمداده من النهاية الطرفية VCC . يقوم المكبّر بعمل إشارة بناء على هذا الجهد ويخرجها إلى وحدة التحكم ECM /PCM .
- ✓ ينخفض التغير في الجهد كلما زاد ضغط التخلخل في حجرة السحب، و كلما صغر التخلخل كان التغير اكبر .
- ✓ تقوم وحدة التحكم ECM/PCM بحساب كمية الهواء المسحوبة إلى المحرك بواسطة عدد دورات المحرك وفتحة الخناقة و بناء على إشارة التخلخل هذه



الشكل (٢-١١): دارة حساس قياس ضغط الهواء المطلق لمشعب السحب

في حال وقوع خطأ أو خلل في الحساس يمكن معرفة ذلك عن طريق جهاز التشخيص حيث يتم فحص أسلاك الحساس وهي:

أ- خط الأرضي الذي يجب أن تكون قيمته (0 – 0.5v)

ب- خط الإشارة الذاهبة إلى ECU

ت- خط الموجب الذي يجب أن يكون 5v

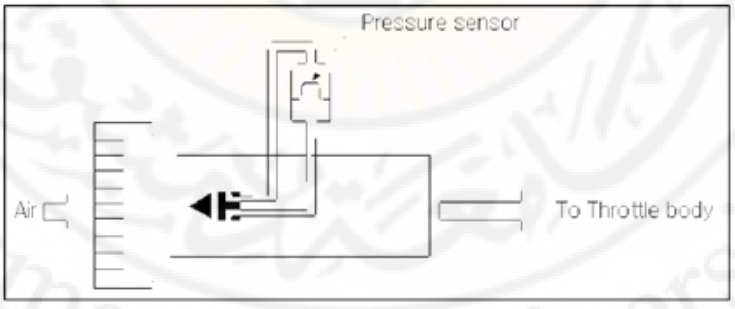
ملاحظة:

تتغير قيمة التوتر (الفولت) لخط الإشارة بحسب ظروف عمل المحرك.

يتطلب التحكم الفعلي في المحرك ضغطاً وسطياً داخلاً إلى مجمع السحب بالإضافة إلى أن العزم المولد عند ثبات دوران المحرك يتناسب تقريباً مع القيمة الوسطية للضغط الداخل لمجمع السحب أو بشكل آخر إن تغيرات الضغط الداخل لمجمع السحب لا تستخدم للتحكم بالمحرك وإنما القيمة الوسطية لضغط المقاومة الناتج من فلتر الهواء التي يمكن أن تؤثر على البارامترات المستخدمة في معطيات المحرك من (زمن الحقن – وقت الاشتعال) .

٢-٤-٢ (حساس الضغط البارومتري):

Barometric Pressure Sensor – B.P.S



الشكل (٢-١٢): حساس الضغط البارومتري

تختلف ظروف عمل محرك السيارة باختلاف قيمة الضغط الجوي أي (جغرافية موقع عمل السيارة من مرتفعات أو منخفضات وحيث إن الضغط البارومتري يستخدم كمحدّد

لكثافة الهواء فهذا يعني ضرورة التحكم بكمية الهواء الداخل عند المرتفعات والمنخفضات.

يركب حساس الضغط البارومتري على مجمع سحب الهواء أما بالنسبة لمبدأ عمل هذا الحساس فإن له دخلاً وخرجاً :

بالنسبة للدخل : هو قياس ضغط الهواء الجوي البارومتري .

بالنسبة للخرج : هناك أسلاك كهربائية موصولة مع ECU وخرطوم موصول إلى صمام التحكم بدوران المحرك (خلخلة) ومأخذ ثاني إلى مجمع السحب.

بكلمة أخرى نقول عند وجود السيارة في المرتفعات تقل قيمة ضغط الهواء مما يؤدي إلى نقصان في كثافة الهواء أي نقص كمية الهواء الداخل إلى مجمع السحب وعندها يتحسس B.P.S الضغط المنخفض للهواء معطياً بذلك إشارة إلى ECU الذي بدوره يعطي أمراً لتسبيق زاوية الإشعال ومعايرة زمن حقن الوقود.

بالمقابل عند وجود السيارة في المنخفضات يزداد قيمة الضغط الجوي وتزداد كمية الهواء الوارد إلى مجمع السحب عندها يتحسس B.P.S هذه الزيادة معطياً بذلك إشارة إلى E.C.U لمعايرة زمن الاشتعال والحقن .

مما سبق نجد أن حساس B.P.S يقوم بمعايرة كمية الهواء الداخل وتوقيت الاشتعال وزمن البخ بحسب جغرافية موقع السيارة ويعدّ عمله مكملاً لعمل حساس M.A.P .

٢-٤-٣ حساس درجة حرارة سائل التبريد (ECTS): (Electronic Coolant Temperature Sensor)

إن حساس درجة حرارة مياه تبريد المحرك يستشعر درجة حرارة المحرك ويرسل الإشارة المناسبة لوحد التحكم ECU حيث تستخدم هذه الإشارة لتحديد درجة حرارة إحماء المحرك وسرعة دوران المحرك البطيئة العظمى .

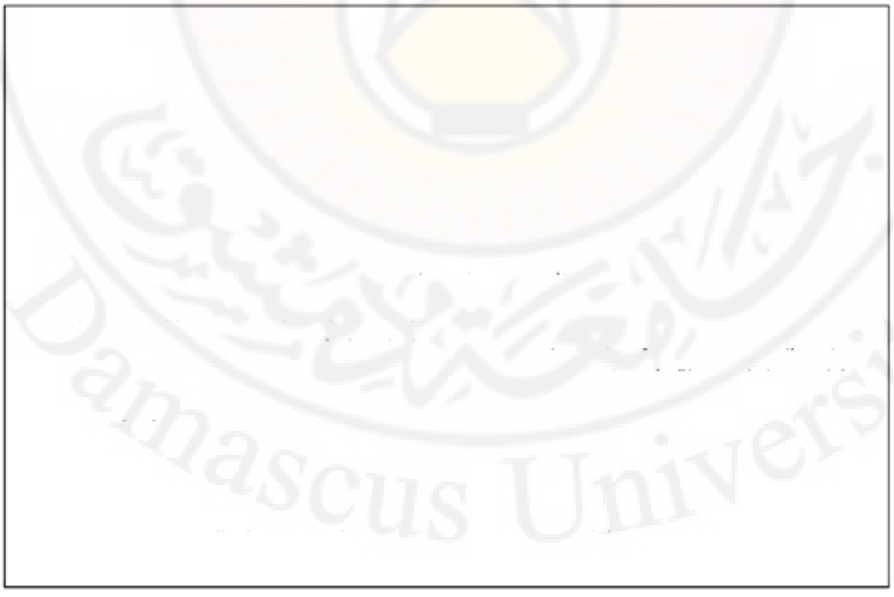
يكون هذا الحساس من نوع المقاومة المعتمدة على الحرارة (THERMISTOR) المصنوعة من أنصاف النواقل التي تتغير قيمتها بشدة مع تغير درجة الحرارة ، حيث تنخفض المقاومة كلما ارتفعت درجة حرارة مياه التبريد.



الشكل (٢-١٣): حساس درجة حرارة سائل التبريد

- خصائص الحساس :

يكون جهد إشارة الخرج من حساس درجة حرارة مياه تبريد المحرك حوالي 4volts عندما تكون درجة حرارة مياه التبريد $0^{\circ}C$، و إذا كانت قراءة الحساس 2volts ، فان وحدة التحكم بالمحرك تعدّ درجة الحرارة $40^{0}C$.



الشكل (٢-١٤): خصائص حساس درجة حرارة سائل التبريد

ملاحظة :

١ – يكون الاقتصاد في الوقود مثالياً عندما تكون درجة حرارة مياه تبريد المحرك بحدود 80–90°C ولا يمكن الحصول على اقتصادية مثالية للوقود عندما تكون درجة حرارة مياه التبريد عالية أو منخفضة بصورة مفرطة مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الوقود .

٢ –تعدّ المعلومات المرسلة من قبل حساس ECTS واحدة من أهم المعطيات المرسلة إلى ECU وذلك بغرض التحكم بـ:

أ – نظام التغذية .

ب – تنظيم توقيت الشرارة الكهربائية .

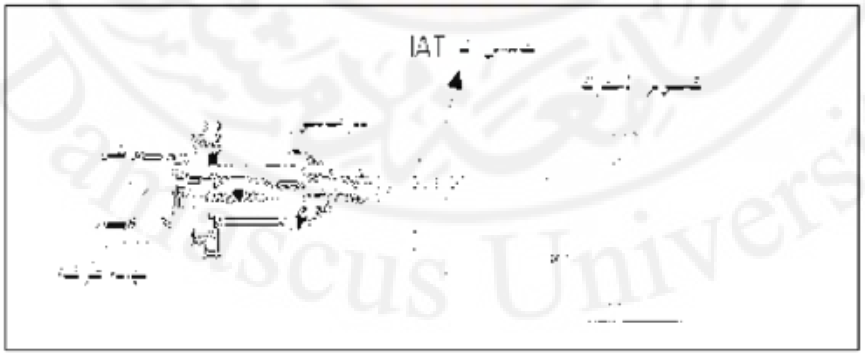
ج – التحكم بصباب الدورة البطيئة .

د – التحكم بتوقيت عمل وتوقف مروحة التبريد .

٢ – ٤ – ٤ حساس درجة حرارة الهواء المسحوب إلى المحرك:

Intake Air Temperature Sensor IAT

يركّب حساس درجة حرارة الهواء المسحوب إلى المحرك على مشعب السحب و هو نوع خاص من المقاومة الكهربائية NTC(Negative Temperature Coefficient) المعتمدة على الحرارة (THERMISTOR)، حيث تنخفض المقاومة كلما ارتفعت درجة حرارة الهواء المسحوب إلى المحرك .



الشكل (٢–١٥): حساس درجة حرارة الهواء المسحوب إلى المحرك

- خصائص الحساس :

يكون جهد خرج حساس درجة حرارة الهواء الداخل إلى المحرك حوالي 2.8volts عندما تكون درجة الحرارة حوالي 20^0C،أما إشارة الحساس المرسلة إلى ECU فمهمتها معايرة كمية الهواء الداخلة .



الشكل (٢-١٦): خصائص حساس درجة حرارة الهواء المسحوب إلى المحرك

٢-٤-٥ حسّاس وضعية الخناقة Throttle Position Sensor TP

إن حساس وضعية الخناقة هو عبارة عن مقاومة متغيرة متصل بعمود صمام الخناقة ويعمل على مبدأ مجزئ توتر وذلك لتحديد الوضعية الدقيقة لفتحة الخانق وتحديد كمية الهواء الداخلة من خلال الزاوية الدقيقة للخانق وسرعة دوران المحرك مع ملاحظة أنه كلّما تغير وضع الخناقة يغيّر الحساس جهد الإشارة المرسلة إلى وحدة التحكم بالمحرك ولا يمكن تغيير حساس وضعية الخناقة بمعزل عن جسم الخناقة .



الشكل (٢-١٧): حساس وضعية الخناقة

خصائص الحساس :

-كلما انزلقت نقاط الاتصال على عنصر المقاومة، تتغير المقاومة مابين SG2 و TH ، ويحصل التغير في المقاومة تبعاً لفتحة الخناقة .

-عندما تكون الخناقة مغلقة تماماً ، تكون المقاومة صغيرة ، و كلما فتحت الخناقة زادت المقاومة .

-بما أن التغيير في المقاومة يتناسب مع فتحة الخناقة، هناك صلة ما بين المقاومة الكهربائية و ظروف فتحة الخناقة.

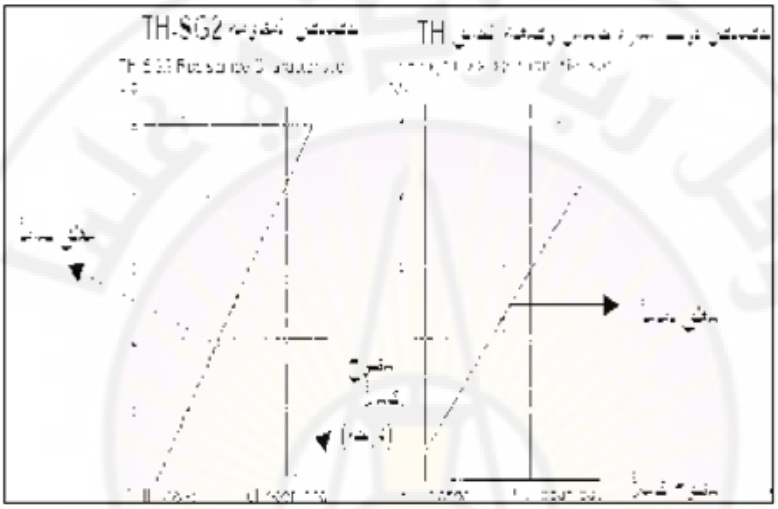
-يكون الجهد منخفضاً عند حالة الإغلاق التام للخناقة و يصبح أكبر كلما ازدادت الفتحة .تحول وحدة التحكم قيمة الجهد لفتحة الخناقة ليستشعر حالة فتحة الخناقة .

-تتناسب سرعة تغيير الجهد مع سرعة الفتح والإغلاق للخناقة .

-تقوم وحدة التحكم بالمحرك بحساب كمية الهواء المسحوب إلى المحرك عن طريق عدد دورات المحرك وفتحة الخناقة بالاعتماد على إشارة حساس الضغط المطلق لحجرة السحب .

-القيمة التي يتم استشعارها بواسطة الحساس هي قيمة مقاومة ، لأن وحدة التحكم بالمحرك لا يمكنها أن تستشعرها كما هي ،لذا تحتاج إلى أن تبدل إلى قيمة جهد حتى تتمكن وحدة التحكم بالمحرك من استشعارها .

-لكي يتم تبديل المقاومة مع قيمة جهد يتم تطبيق جهد قدره 5volts يتم توليده بواسطة دارة الجهد المرجعي في وحدة التحكم بالمحرك على نهاية الحساس الطرفية VCC2 و SG2 ، و يمكن اخذ الجهد المتولد في نقطة التلامس TH و SG2 بواسطة الحركة لنقطة التلامس المنزلقة كالجهد المتناسب مع التغير في المقاومة .



الشكل (٢-١٨): خصائص حساس وضعية الخناقة

الشكل (٢-١٩): خصائص حساس وضعية الخناقة

٢-٤-٦ حسّاس وضعية عمود الكامات Cam Shaft Position Sensor CMPS :

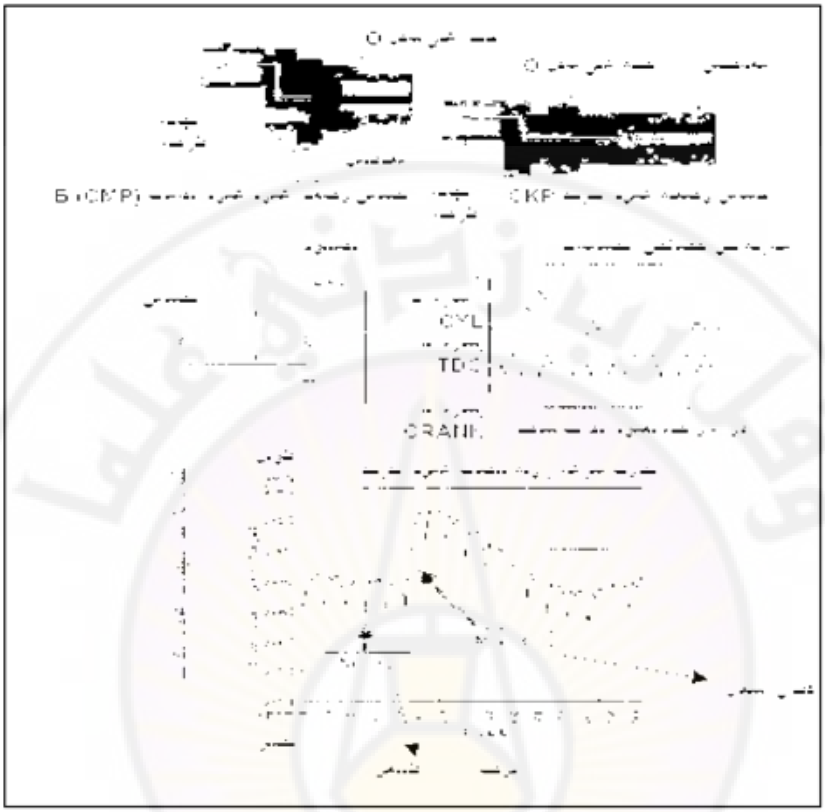
يستشعر حسّاس وضعية عمود الكامات CMPS وضعية الاسطوانة الأولى بوصفها قيمة مرجعية لحقن الوقود التتابعي لكل اسطوانة، ويرسل الإشارة المناسبة لوحدة التحكم الإلكترونية ECU حيث يتم تمييز الاسطوانات من ١ إلى ٤ بواسطة مقارنة إشارة الحسّاس مع إشارة حسّاس عمود المرفق ووفقاً لذلك يتم حقن الوقود في الاسطوانة الصحيحة مع ضبط زمن الحقن.

٢-٤-٧ حسّاس وضعية عمود مرفق المحرك Crank Shaft Sensor CKP :

الشكل (٢-٢٠): حسّاس وضعية عمود الكامات

يستشعر حسّاس وضعية عمود مرفق المحرك سرعة العمود ويرسل إشارة إلى ECU فيقوم الكومبيوتر بتحديد توقيت الإشعال و توقيت الحقن لكل اسطوانة ، و كذلك يحدد فقدان الإشعال الذي قد يحدث في المحرك .

يتولد تموّج الجهد (النبض) ما بين النهايات الطرفية M و P لكل حسّاس ، وعندما يكون أعلى من الجهد الثابت، يتم تغييره إلى إشارة رقمية بواسطة دارة معالجة التموّج في وحدة التحكم بالمحرك و يتم استشعارها بواسطة وحدة التحكم بالمحرك كإشارة نقطة ميتة عليا و إشارة عمود المرفق و إشارة الاسطوانة ، و حيث إن الجهد الذي يمكن معالجته بواسطة دارة معالجة التموج يتم ضبطه إلى أقل عدد دورات عمود المرفق أثناء بدء الإدارة يكون أيضاً قابل للاستشعار أثناء بدء الإدارة .

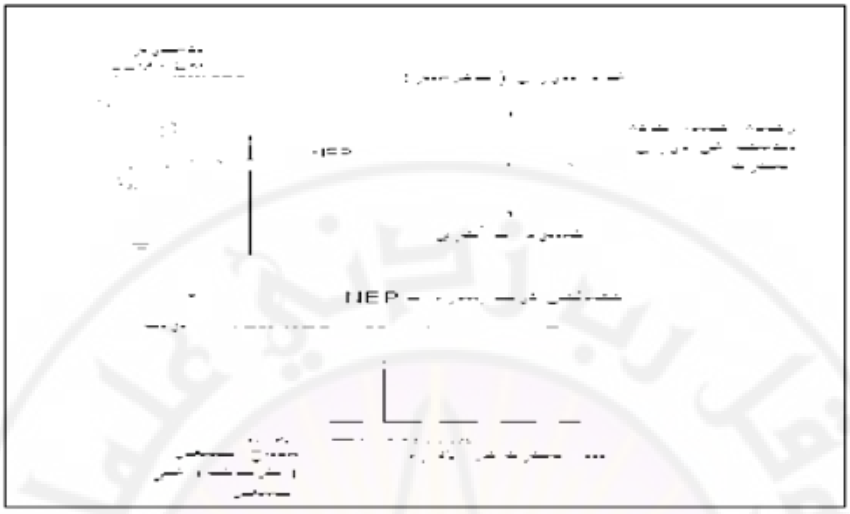


الشكل (٢-٢١): خصائص حساس وضعية عمود الكامات

ملاحظات:

استشعار فقدان إشعال المحرك : على الرغم من أن سرعة دوران عمود المرفق تتفاوت أحياناً بدرجة طفيفة جداً وفقاً لدورة الاحتراق لكل اسطوانة ، إلا أنها تتفاوت بدرجة حادة إذا حدث احتراق عرضي ، حيث تقوم وحدة التحكم بالمحرك بحساب ومراقبة سرعة دوران عمود المرفق بناء على النبضات المخرجة من حساس وضعية عمود المرفق .

– تقوم وحدة التحكم بالمحرك بالحكم بوجود احتراق عرضي من هذا التفاوت لسرعة دوران عمود المرفق و يجري إحصاء لعدد مرات حدوث الاحتراق العرضي وتمييز للأسطوانة التي حدث فيها ذلك، وبالتالي يخزّن العطل في ذاكرة وحدة التحكم بالمحرك ويضاء ضوء التنبيه في لوحة العدادات .



الشكل (٢-٢٢): استشعار فقدان إشعال المحرك

- إن سرعة دوران المحرك هي سرعة دوران عمود المرفق أو إشارة مكافئة لها، بالإضافة إلى استخدام إشارة الإشعال من المشعل .

- يتم تحويل إشارة دوران المحرك المحسوبة من إشارة حساس وضعية عمود المرفق إلى الإشارة المخرجة بواسطة وحدة التحكم بالمحرك عن طريق تقطع الجهد المخرج من وحدة التحكم بالمحرك بواسطة ترانزيستور .

- عندما يكون مفتاح الإدارة في الوضع II ، يكون هناك جهد. يتم إخراج إشارة دوران المحرك إلى كل من عداد الدورات ، وحدة تحكم التوجيه ، وإلى وصلة الكشف عن دوران المحرك ،..... الخ .

يوجد ثلاثة أنواع لهذا الحساس :

١- النوع الضوئي Optical type

٢- النوع التحريضي inductive

٣- نوع Hall Ic type

النوع الأول :

يتوضّع بجانب موزع الشرارة ويتألف من LED (Light Emitted Diode) وحساس ضوئي (Photo Diode) وصفيحة دوارة .

يعتمد حسّاس عمود المرفق على تحديد الموضع على وضعية الصفيحة الدوارة .

النوع الثاني:

يتألف من مغناطيس دائم وملف winding coil .يتغير الحقل المغناطيسي الناتج عن الحساس تبعاً لأسنان التحسّس أما الحسّاس فيولد توتر متناوب من خلال تدوير أسنان التحسّس .

الشكل (٢-٢٣): النوع التحريضي

تتكون كابلات (أسلاك) الحساس عادة من سلكين داخليين ولكن قد يوجد أنواع أخرى بثلاثة أسلاك حيث يكون السلك الثالث على شكل شبكة معدنية حول السلكين الآخرين وذلك لمنع أي تدخل على إشارة الحسّاس (تشويش).

يتم فحص هذا الحسّاس وكابلاته بوصله بجهاز التشخيص وقياس قوة الإشارة وشدّتها عند عدد دورات معين للمحرك .

النوع الثالث : Hall Ic

يتألف هذا الحسّاس من عنصر تجويفي وشبه موصل وبالتالي يتفاعل العنصر التجويفي Hall Element عندما يتغير الحقل المغناطيسي ويقوم بتحديد وضعية المرفق بحسب مبدأ Hall .

يكون للحسّاس ثلاثة مآخذ :

الشكل (٢-٢٤): نوع Hall Ic type

١- مأخذ 12 v من حاكمة التحكم

٢- خط الأرضي 0 v

٣- خط الإشارة signal من الواردة من الحساس إلى ECU وتكون قيمته 5 v

٢-٤-٨ حساس الأكسجين O_2 Sensor:

يعدّ هذا الحساس من أهم الحساسات الموجودة في السيارة لأن من مهامه إيصال المحرك لتحقيق أفضل أداء من خلال استشعاره لمحتوى غازات العادم من الأكسجين ويحدّد كون الخليط غنياً أم فقيراً بالوقود ويرسل إشارة إلى وحدة التحكم في المحرك ECU يلزمها أن تحفظ نسبة خليط الهواء – الوقود في حدود مدى ضيق قريب من نسبة الهواء– الوقود النظرية والنتيجة الحصول على أقل انبعاث ضار بالبيئة.

الشكل (٢-٢٥): حساس الأكسجين

خصائص الحساس :

يوضع حساس الأكسجين في مشعب العادم قبل المحوّل الحفاز Catalytic Converter ويتكون غالباً من عنصر مصنوع من الزركونيوم (صنف من المواد السيراميكية) حيث يغطى هذا العنصر من الداخل والخارج بطبقة خفيفة من البلاتين .يدخل الهواء المحيط إلى داخل الحساس وأما خارج الحساس فيكون معرضاً لغازات العادم .

الآن إذا كان تركيز الأكسجين على السطح الداخلي للزركونيوم يختلف كثيراً عن تركيزه على سطحه الخارجي في درجات الحرارة العالية 400^0C أو أعلى، فإن مادة الزركونيوم تولد جهداً عندما يكون خليط الهواء – الوقود فقيراً (أي يكون هناك أكسجين كثير في غازات العادم) لذلك هناك فرق قليل بين تركيز الأكسجين داخل وخارج مادة الحساس،مما يجعل الجهد المولد من مادة الزركونيوم قليلاً (قريباً من الصفر فولت)، على النقيض إذا كان خليط الهواء – الوقود غنياً يكون الأكسجين في غازات العادم شبه معدوم وذلك بسبب تعامل المحفز البلاتيني مع غاز CO والهيدروكربونات HC ويزيل معظم الأكسجين من على سطح الزركونيا مما يخلق فرقاً كبيراً في تركيز الأكسجين خارج وداخل الحساس ويكون الجهد الكهربائي المولد كبيراً (بحدود ١٧).

يعمل البلاتين كمنشط لعملية تفاعل الأكسجين مع أول أكسيد الكربون CO وهذا يعني تقليل كمية الأكسجين وزيادة حساسية هذا الحساس .

يستعمل الكمبيوتر إشارة حساس الأكسجين هذه لزيادة أو تقليل كمية الحقن ليحفظ نسبة خليط الهواء – الوقود عند قيمة مستوية قريبة من نسبة الهواء – الوقود القياسية .

يوجد نظامان لعمل هذا الحساس هما:

أ- **Open Loop Control:**

حيث يتحسس كمية الأكسجين الخارجة من غازات العادم ويرسل إشارة إلى E.C.U التي تقوم بدورها بمعايرة حقن الوقود .

ب- **Close Loop Control :**

يزيد على النظام السابق أنه يقوم بتغذية عكسية (Feed back) إلى حساس الأكسجين أي يعمل على حلقة مغلقة.

بنية الحساس : يتألف من عنصر حراري حيث يقوم هذا العنصر بتسخين هذا الحساس إلى $600^{0}C$ (وهي درجة الحرارة القصوى) .

السخان الخاص بحساس الأكسجين :

يصمّم السخان المستخدم لحساس الأكسجين ليفعّل الحساس عن طريق تسخينه . يبدأ حساس الأكسجين في العمل باكراً نتيجة لارتفاع درجة الحرارة بسبب إمداده بالطاقة بعد بدء الإدارة . بناء على ذلك يتم توسيع مساحة التشغيل للحساس .

يتم الحكم على حالة النشاط للحساس (درجة الحرارة لحساس الأكسجين) بواسطة إشارة الأكسجين لكمية الحقن الحالية بحيث يتم التحكم بالسخان، مع أنه يكون مدمجاً مع حساس الأكسجين إلا أنه منفذاً لأوامر وحدة التحكم بالمحرك.



الشكل (٢-٢٦): خصائص حساس الأكسجين

هناك نموذجان للحساس :

A. Zirconia oxygen sensor

B. Titania oxygen sensor

في النموذج الأول (Zirconia):

يولد جهد صغير وفقاً لظروف غازات العادم وتتراوح نسبة خرج بين 0.2v – 0.8

الشكل (٢-٢٧) :حساس أوكسجين نوع Zirconia

عندما تكون قيمة الفولت 0.2v يكون الخليط فقيراً

عندما تكومن قيمة الفولت 0.8v يكون الخليط غنياً

يحتوي حساس O_2 على أربعة مآخذ هي :

- اثنان للسخان أحدهما يغذى ب 12v عن طريق Relay التحكم والآخر إلى E.C.U
- والاثنان الباقيان للحساس نفسه يكون احدهما لإرسال الإشارة إلى E.C.U والآخر أرضي.

يمكن فحص هذا الحساس عن طريق جهاز التشخيص فإذا دلّت الإشارة على قيمة خليط غني أو فقير جداً دلّ ذلك على وجود:

١- تسرب أو خلل في نظام السحب

٢- تسرب في نظام الوقود

٣- خلل في ضغط الوقود

٤- نظام إشعال فقير

٥- خلل في سخان حسّاس O2

النموذج الثاني (Titania) :

ليس على غرار النموذج الأول إذ إنه يتطلب مزدوجاً خارجياً للجهد لأنه لا يستطيع توليد جهد خاص به.

الشكل (٢-٢٨): حساس أوكسجين نوع Titania

تزوّد وحدة تحكم المحرك ECU الحسّاس بجهد 5v ويكون جهد الخرج لهذا النموذج متراوحاً ما بين v(4.5 ÷ 0.5) بحيث :

- (0.5 v) تحدّد الخليط الغني أو v (0.8 ÷ 0.3) تقريباً .
- v (4.5) تحدّد الخليط الفقير v(4.7 ÷ 4.3) تقريباً .

نستطيع فحص الحسّاس عن طريق:

١- جهاز التشخيص

٢- قياس الجهد

يكون لهذا النموذج ٤ خطوط اثنان منهما للسخان والباقي للحسّاس .

- بالنسبة للسخان : يأخذ تغذيته v 12 عن طريق (Relay) تحكم .
- أما الحسّاس فله خطان واحد للإشارة المرسلة لوحدة التحكم والآخر أرضي .

٢-٤-٩ حسّاس الأكسجين الخلفي : (Rear O2 Sensor)

تتشابه بنية هذا الحسّاس مع بنية حسّاس الأكسجين الأمامي الذي سبق شرحه ويركب على أنبوب مجمّع العادم بعد المحوّل الحفاز Catalytic Converter .

يعتمد هذا الحسّاس على استشعار تركيز الأكسجين الصادر عن المحفز الذي يجب أن تكون بمقدار معيّن محدّد بشكل مسبق،ففي حال قلّ التركيز عن هذا المقدار ترسل إشارة من هذا الحسّاس إلى ECU وتضاء لمبة Check Engine مؤشرة بذلك على وجود خلل في المحفز وضرورة تبديل المحفز .

يلعب هذا الحساس دوراً رئيسياً في تقليل الملوثات الصادرة من محرك السيارة والضارة بالبيئة.

٢-٤-١٠ حساس الطرق KNOCK SENSOR :

يتم تركيب حساس الطرق على كتلة الاسطوانات (حساس واحد لكل اسطوانتين) ويقوم باستشعار الطرق بالإحساس بالاهتزازات . يحول الحساس هذه الاهتزازات إلى إشارة جهد و يرسلها إلى وحدة التحكم بالمحرك .

الشكل (٢-٢٩): حساس الطرق

يعدّ حساس الطرق مبدله كهروإجهادية Transducers Pieta electric حيث تتلخّص الظاهرة الكهروإجهادية بأنه عند الضغط على الأجسام الكريستالية مثل Sio_2 (الكوارتز) والمواد الخزفية مثل تيتانات البوريوم $Batio_3$ يظهر على جانبيها شحنات كهربائية متساوية بالقيمة ومتعاكسة بالإشارة .

يوضع عادة العنصر الكهروإجهادي بين صفيحتين معدنيتين فتكون بذلك مكثفاً ذا عازل من مادة كهروإجهادية.



الشكل (٢-٣٠): بنية حساس الطرق

وعند تسليط قوة ميكانيكية مترددة على العنصر الكهروإجهادي يظهر على طرفيه جهد (فولت) يتردد بنفس تردد القوة الميكانيكية المسلّط عليه .

يتحسس الاهتزازات في كتلة الاسطوانات ويرسل إشارة إلى ECU وبالتالي تتحكم ECU بوقت الإشعال وكمية الوقود المحقون.

٢-٤-١١ حساس الضغط الجوي

(BARO SENSOR) Barometric Pressure Sensor

يقوم حساس الضغط الجوي بتحويل الضغط الجوي إلى إشارات كهربائية ويرسلها إلى وحدة التحكم بالمحرك، وكذلك يستشعر المعلومات لعمل التصحيح المطلوب على وقت حقن الوقود .

٢-٤-١٢ حساس وضعية دواسة البنزين

ACCELERATOR POSITION SENSOR

- يكون هذا الحساس موصولاً مع دواسة البنزين بواسطة سلك قصير الذي يكون موصولاً مع ميكانيزم محمل نابضي وذلك للتزويد بشعور الدعسة .
- يستخدم الحساس دارتين متطابقتين وذلك للتنبيه عن توقف إحداهما عن العمل وبالتالي يمكن للنظام ETCS متابعة العمل باستخدام الدارة الثانية .

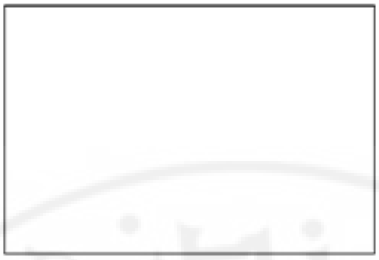
الشكل (٢-٣١): حساس وضعية دواسة البنزين

- يقوم هذا الحساس بتزويد وحدة التحكم بإشارة جهد عن وضعية دواسة البنزين . يتم مقارنة الإشارة وفق الخط البياني الموضح في الشكل (٢-٣٢) .

الشكل(٢-٣٢)

٢-٤-١٣ حساس سرعة السيارة VEHICLE SPEED SENSOR

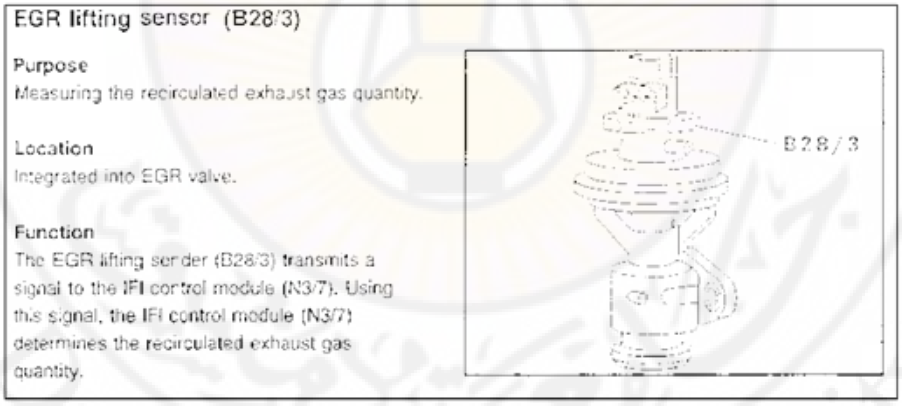
- يستشعر حساس سرعة السيارة دوران الترس النهائي لعلبة السرعة لكي يمكن استشعار التغيرات في سرعة السيارة
- يحتوي هذا الحساس على جزء دوار في داخل منظومة دوارة وكذلك حساس مغناطيسي متضمن مكونات أخرى، و يخرج هذا الحساس إشارته إلى وحدة التحكم بالمحرك لكي يمكن حساب سرعة السيارة .



الشكل (٢-٣٣): حساس سرعة السيارة

٢-٤-١٤ حساس رفع صمام إعادة تدوير غازات العادم EGR LIFT SENSOR

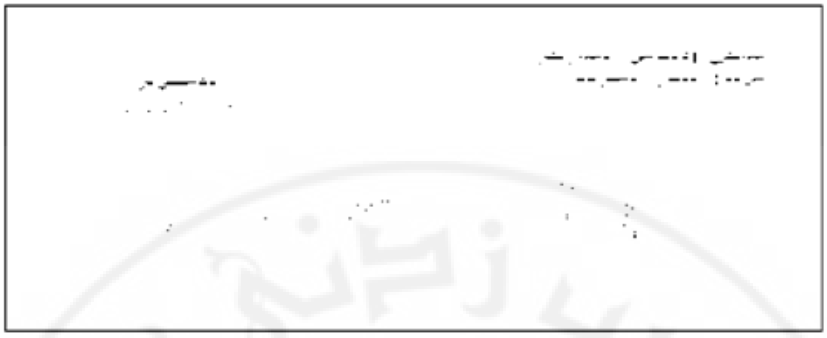
- إن حساس رفع صمام إعادة تدوير غازات العادم هو حساس من نوع المقاومة المتغيرة حيث يتم تركيبه على صمام إعادة تدوير غازات العادم .
- يستشعر الحساس مدى رفع صمام إعادة تدوير غازات العادم ثم يخرج إشارة إلى وحدة التحكم بالمحرك .



الشكل (٢-٣٤): حساس رفع صمام إعادة تدوير غازات العادم

٢-٤-١٥ إشارة طرف المولد ALT FR Signal :

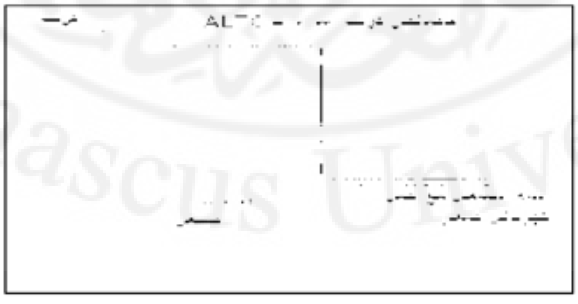
إن إشارة التحكم ALTC للمولد AC G هي إشارة لتحول الجهد المخرج للمولد.



الشكل (٢-٣٥): إشارة طرف المولد

خصائص الحساس :

- عندما تتوفر الشروط التي تتضمن تياراً كهربائياً صغيراً في مستشعر الحمل الكهربائي والجهد العالي وتفاوت صغير في IGP وتشغيل دائم تخفّض وحدة التحكم بالمحرك حمل دوران المولد عن طريق تخفيض الجهد المخرج له من 14.5v إلى 12.5v مع إشارة التحكم بالمولد ALTC بحيث يساهم في تحسين اقتصادية الوقود .
- يمر جهد الإشارة من خلال المقاومة الكهربائية من المولد مما يسبب في التشغيل / عدم التشغيل للترانزيستور في وحدة التحكم بالمحرك، لذلك عادة يكون هناك جهداً كهربائياً عندما لا يعمل الترانزيستور، ولا يكون هناك جهد كهربائي عندما يعمل الترانزيستور أثناء التشغيل مع حمل كهربائي صغير .



الشكل (٢-٣٦):خصائص حساس إشارة طرف المولد

٢-٤-١٦ إشارة محرك بدء الإدارة (المقلع) STARTER SIGNAL :

- إن وظيفة إشارة محرك بدء الإدارة هي استشعار وضعية بدء الإدارة لمفتاح التشغيل وإيصال المعلومة إلى وحدة التحكم بالمحرك .



الشكل (٢-٣٧) : إشارة محرك بدء الإدارة (المقلع)

خصائص الحساس :

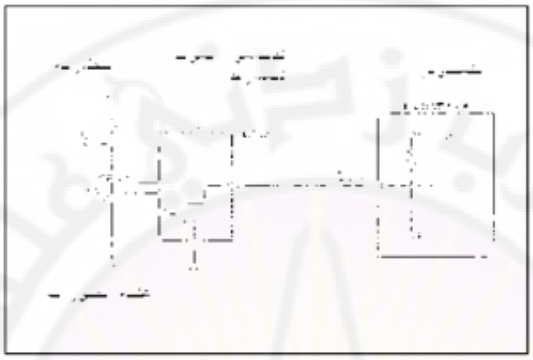
- عندما تكون إشارة بدء الإدارة ذات الجهد في توقيت بدء الإدارة، تستخدم للتحكم في زيادة كمية الوقود المحقون من البخاخ أو لإدارة مضخة الوقود .
- ملاحظة : يكون هناك جهد ثابت عند وضع مفتاح التشغيل على وضع بدء الإدارة III، ولا يكون هناك جهد عند وضع مفتاح التشغيل على الوضع II بعد أن يدور المحرك.



الشكل (٢-٣٨): خصائص حساس إشارة محرك بدء الإدارة (المقلع)

٢-٤-١٧ حساس الحمل الكهربائي ELD :

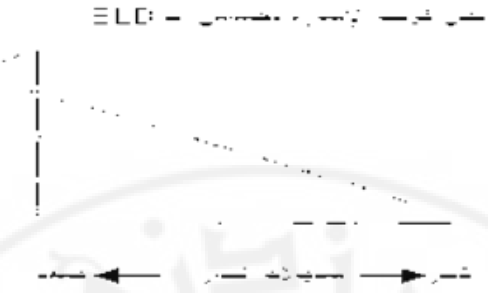
- وظيفة الحساس هي استشعار استهلاك التيار الكهربائي على جهة الحمل،أو بالأحرى على فرع الفيوز الأكبر سعة ولشاحن المولد في علبة الريليات (قواطع التيار).



الشكل (٢-٣٩): حساس الحمل الكهربائي

خصائص الحساس :

- يتم استشعار خطوط القوة المغناطيسية المتولدة بالتيار الكهربائي الذي يسري في الدارة الكهربائية والتي تحولها وحدة التحكم بالمحرك بعد ذلك إلى كمية التيار للكشف .
- عندما يسري تيار كبير سريعاً، نجد أن جهد البطارية يهبط ويرفع المولد كمية القدرة ليزيد من حمل الدوران مخفضا لسرعة اللاحمل من اجل ذلك يستخدم هذا الحساس للحكم على التصحيح المسبق.
- بتقسيم الجهد المرجعي في داخل وحدة التحكم بالمحرك، وبالمرور في مسار فرعي عن هذا القسم المجزأ من خلال ترانزيستور تأثير المجال في حساس الحمل الكهربائي و بمقارنة مقاومة ترانزيستور تأثير المجال مع كمية خطوط القوى المغناطيسية يتم انتقاء مستشعر جهد الحمل لجهد إشارة التبديل .
- يظهر جهد الإشارة الميل نحو الهبوط كلما زاد الاستهلاك للتيار الكهربائي .



الشكل (٢-٤٠): خصائص حساس الحمل الكهربائي

٢-٤-١٨ إشارة مكيف الهواء:

- مع إشارة مكيف الهواء تقوم وحدة التحكم بالمحرك بإدارة الضاغط والمروحة بحسب الطلب من مكيف الهواء، ويتم تصحيح حمل المحرك وفقاً لزيادة الحمل على المحرك تبعا لهذه الإدارة .
- خصائص الحساس :
- يتم إمداد الإشارة من وحدة التحكم بالمحرك كجهد من خلال مقاومة كهربائية وديود يمنع التيار العكسي في الدارة، ويمر تيارها إلى وحدة التحكم بالمكيف الإلكتروني . يقوم الترانزيستور الموجود في وحدة تحكم المكيف الإلكتروني بفعل توصيل التيار العكسي للأرضي و كذلك يوجد مفتاح ضغط المكيف بين وحدة التحكم بالمحرك و وحدة تحكم المكيف الإلكتروني . يقوم مفتاح ضغط المكيف بفتح الدارة الكهربائية ليوقف عمل نظام التكييف عندما يصبح ضغط المبرد غير طبيعي.
- يدل ذلك على أنه لدى إشارة المكيف يكون هناك جهد كهربائي عندما يكون مفتاح مكيف الهواء و الترانزيستور في وضع الإيقاف، ولا يكون هناك جهد كهربائي عندما يكونا في وضع التشغيل .



الشكل (٢-٤١): خصائص حساس إشارة مكيف الهواء

٢-٤-١٩ إشارة ضاغط مكيف الهواء

Air CONDITIONING COMPRESSOR SIGNAL

يتكون كلاتش المكيف من ملف الجزء الثابت والملف الدوار وطارة الكلاتش .



الشكل (٢-٤٢): إشارة ضاغط مكيف الهواء

خصائص الحساس :

- يتعشق الملف الدوار بطارة كلاتش المكيف عند سريان تيار كهربائي من ملف الجزء الثابت مسبباً تأثيراً كهرومغناطيسياً لينقل دوران طارة كلاتش المكيف المنقادة إلى الضاغط .

- إذا كانت إدارة الكلاتش مباشرة بواسطة وحدة التحكم بالمحرك فقد يولد تيار الإدارة الكهربائي بشكل كبير جداً مما يؤدي إلى حرارة كبيرة أو قد يتسبب ملف الجزء الثابت بجهد عكسي،وباعتبار تأثيرهم على وحدة التحكم بالمحرك تتم إدارة الكلاتش بصورة غير مباشرة عن طريق ريليه (قاطعة التيار حاكمة) .
- يتم إدارة الريلية لتيار كلاتش المكيف ليصل كلاتش المكيف عندما تستقبل وحدة التحكم بالمحرك إشارة من مفتاح المكيف ويحدد الطلب بالتشغيل،بالتزامن مع هذا تقوم وحدة التحكم بالمحرك بعد ذلك بتصحيح دوران اللاحمل وفقا لزيادة الحمل على المحرك.
- يمر جهد الإشارة من الطرف IG2 خلال ملف الريلية مما يؤدي إلى تشغيل الترانزيستور في وحدة التحكم بالمحرك مابين وضع التشغيل ووضع إيقاف التشغيل، لذلك عندما يكون الترانزستور في وضع التشغيل يكون الكلاتش متصلاً لذا لا يكون هناك جهد كهربائي، وعندما يكون في وضع عدم التشغيل يكون هناك جهد كهربائي .



الشكل (٢-٤٣): خصائص حساس إشارة ضاغط مكيف الهواء

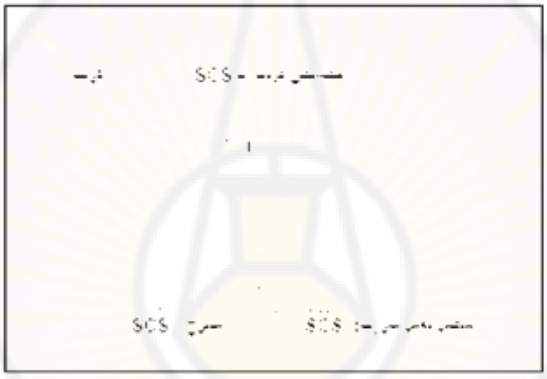
٢-٤-٢٠ إشارة فحص الخدمة SERVICE CHECK SIGNAL(SCS) :

إن إشارة فحص الخدمة هي إشارة لطلب عرض من وحدة التحكم بالمحرك لوظيفة التشخيص الذاتي .

من خصائص هذه الإشارة :

- ▣ يتم استخدامها لومض رمز العطل التشخيصي DTC بواسطة ضوء المنبه في لوحة العدادات أو عند إلغاء رمز العطل التشخيصي DTC .

ملاحظة : جهد الإشارة يكون معدوماً عند الوضع ON(متصلة بعمل شورت) حينما تكون مطلوبة لعمل وميض رمز العطل التشخيصي DTC، ويكون هناك جهداً عند الوضع OFF .



الشكل (٢-٤٤): خصائص إشارة فحص الخدمة

.....

.....

الفصل الثالث

وحدة التحكم الإلكتروني في السيارة

Electronic Control Unit(ECU)

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

سنتناول في هذا الفصل الموضوعات التالية:

أولاً : مفهوم وحدة التحكم الإلكتروني(ECU) والوظائف التي تقوم بها والعمليات الجارية فيها.

ثانياً : المكونات العامة لنظام التحكم الإلكتروني.

ثالثاً: أمثلة عن استخدامات وحدة التحكم الإلكترونية (ECU) في العديد من أجزاء السيارة وكيفية عملها.

رابعاً: ارتباط وحدة التحكم الإلكترونية (ECU) مع الحساسات والمشغلات.

خامساً: نقل البيانات.

سادساً: أنظمة الربط بين أجهزة التحكم الإلكتروني.

سابعاً: فحص وإصلاح وحدة التحكم الإلكترونية (ECU).

مقدمة...

ECU هي اختصار لـ Electronic Control Unit وتعني وحدة التحكم الإلكترونية وهناك تسمية أخرى تحمل المعنى ذاته وهي Electronic Control Module (ECM)، وببساطة يمكننا القول إن هذه الوحدة عبارة عن جهاز إلكتروني له القابلية على التعامل مع المعلومات بسرعة وبدقة وتمكّنه من تخزين ومعالجة البيانات وإخراج النتائج بدون تدخل من الإنسان وذلك بموجب أوامر تقدم له مسبقاً. تقوم هذه الوحدة بشكل عام بتحديد بعض المؤشرات المهمة لعمل المحرك مثل كمية الوقود الداخلة لغرفة الاحتراق ، وقت الإشعال ، وبعض العمليات الأخرى في محركات الاحتراق الداخلي، حيث تقوم بهذا العمل المهم عن طريق قراءة القيم من الخرائط متعددة الأبعاد مستخدمة بعض البيانات مثل سرعة المحرك وغيرها حيث تحصل على هذه البيانات عن طريق مجموعة من الحساسات الإلكترونية الموزعة في أجزاء السيارة المختلفة ، وقد استخدمت شركة BMW أول شكل مبسط لوحدة التحكم هذه في محركها طراز 801 .



الشكل (٣-١): وحدة التحكم الإلكترونية

مما سبق نقول إن معالج البيانات أهم جزء من وحدة التحكم بالمحرك، وبناء على مختلف الإشارات التي تردها من كل الحساسات وعلى البيانات المخزنة في الذاكرة، تقوم وحدة التحكم بالمحرك بتحديد مقادير التحكم ثم تخرج إشارات التحكم المختصة.

من الملامح المهمة لوحدة التحكم بالمحرك هي خاصية التشخيص الذاتي SELF-DIAGNOSIS، و خاصية العجز عن أداء الوظيفة FAIL-SAFE .عندما تستشعر وحدة التحكم بالمحرك خللاً معيناً رئيسياً في عمل النظام سيخزن العطل في ذاكرة وحدة التحكم بالمحرك و يبدأ العمل بالوضع الآمن حتى يتم معالجة الخلل الحاصل .

٣-١ : الوظائف التي تقوم بها وحدة التحكم الإلكترونية (ECU) والعمليات الجارية فيها:

من المهام والوظائف الأساسية التي تقوم بها وحدة التحكم الإلكتروني في السيارة (ECU) نذكر:

١. السيطرة على الإشعال الإلكتروني والشرارة الكهربائية على الاسطوانات .
٢. السيطرة على تشغيل حاقن الوقود بزمن متغير بحسب حاجة المحرك.
٣. السيطرة على تشغيل مضخة الوقود من بداية التشغيل حتى نهايته.
٤. السيطرة على تشغيل مروحة تبريد المحرك بحسب الحاجة.

٥. السيطرة على تشغيل ضاغط منظومة التكييف بحسب الحاجة وبحسب قابلية تحمل المحرك للأحمال

٦. السيطرة على منظومة منع الانبعاث الضار للغازات السامة من المحرك .

٧. السيطرة على منظومة إعادة تدوير العادم لمنع هدر الوقود وتقليل الانبعاث السام للغازات الخارجة من أنبوب العادم.

٨. السيطرة على صمام تحديد السرعة الحيادية للمحرك

٩. إرسال الإشارات الكهربائية المناسبة إلى منظومات السيارة الأخرى مثل منظومة ناقل الحركة ومنظومة المكابح المانعة للانزلاق

١٠.تشغيل بعض المنظومات الأخرى مثل منظومات حماية البيئة ومنظومات السيطرة على سرعة السيارة.

بشكل مختصر نقول إن الهدف الأساسي من وجود (ECU) هو :

١- الحصول على عملية الاحتراق المثالي للوقود والحصول على أعلى مردود وأقل نسبة انبعاثات غازية.

٢- الحفاظ على أمان حركة المركبة.

أما عن العمليات الجارية في وحدة التحكم فهي :

١) استقبال المعلومات المرسلة من الحساسات والمفاتيح المختلفة التي تراقب الأوضاع والظروف التشغيلية المختلفة للمحرك

٢) تحليل المعلومات الواردة ومقارنتها داخليا بالمعلومات المخزنة داخل الذاكرة عن طريق المعالج الصغري.

٣) تقرير الحالة التشغيلية التي يجب أن تكون عليها المركبة وإصدار الأوامر ومن ثم يتم إرسالها إلى المشغلات

٤) تحدد العطل الذي يحدث في منظومة التحكم ، ثم على إضاءة اللمبة التحذيرية لإشعار قائد المركبة بوجود عطل ثم تعمل على تخزين هذا العطل داخل ذاكرة KAM بشفرة محددة حتى يتم قراءتها بواسطة جهاز الفحص

والشكل(٣-٢) يوضح العمليات الجارية في وحدة التحكم:

الشكل (٣-٢): العمليات الجارية في وحدة التحكم

من المدخلات الرئيسية لوحدة التحكم بالمحرك نذكر :

- حساس الضغط المطلق لحجرة السحب MAP .
- حساس النقطة الميتة العليا TDC /حساس وضعية عمود الكامات CMP .
- حساس وضعية عمود الكرنك CKP .

وكذلك من المدخلات الثانوية لوحدة التحكم بالمحرك :

- حساس الضغط الجوي BARO .
- حساس سرعة السيارة VSS .
- حساس وضعية الخناقة TP .
- حساس درجة حرارة الهواء الداخل IAT .
- حساس درجة حرارة مياه التبريد ECT .
- حساس رفع صمام إعادة تدوير غازات العادم EGR LIFT .
- حساس الطرق KS .
- مفتاح وضعية ذراع علبة السرعة الاتوماتيكية

TRANSMISSION SHIFT POSITION SWITCH

- مفتاح دواسة المكبح BRAKE SWITCH.
- مفتاح تشغيل المكيف .

- إشارة بدء الإقلاع .
- إشارة فرق الجهد للبطارية .
- إشارة النهاية الطرفية الموحدة الاتجاه لمولد التيار المتناوب .
- إشارة كاشف الحمل الكهربائي .
- إشارة فحص الخدمة .

٣-٢: المكونات العامة لنظام التحكم الإلكتروني:

يتكون نظام التحكم الإلكتروني بشكل أساسي من:

١) الجزء الميكانيكي
٢) الجزء الصلب Hardware
٣) الجزء البرمجي Software

١ -الجزء الميكانيكي

يتضمن الجزء الميكانيكي الصندوق أو القالب المعدني الذي توضع الدارة الإلكترونية بداخله والذي يلعب دوراً إضافياً في حماية الدارة من التشويش الكهرومغناطيسي والحرارة والرطوبة والصدمات ويتضمن أيضاً الدارة المطبوعة وأماكن تثبيتها ودارة التبريد.

يحتوي هذا الصندوق على أماكن التوصيل مع التغذية الكهربائية ومع خط نقل المعطيات.

الشكل (٣-٣): الجزء الميكانيكي

٢ -الجزء الصلب (Hardware)

تحتوي وحدة التحكم الإلكترونية على آلاف من الأجزاء والعناصر الإلكترونية مثبتة على شرائح شفافة مصنوعة من مواد موصلة للكهرباء ، وهي عبارة عن دوائر كهربائية مدمجة مصنوعة من شرائح سيليكون ،أما العناصر الأخرى تم تركيبها على الغلاف المعدني وهذا يساعد على إشعاع الحرارة إلى الخارج ومنها مراحل الخرج إلى المشغلات.

الحساسات والمشغلات ومصدر التغذية موصولة مع الوحدة من خلال مقبس توصيل تحتوي على عدد من نقط التوصيل حوالي ٣٥ وبعض الأنظمة ٥٥ أو ٨٨ نقطة.

يعتمد عدد نقاط التوصيل المستخدمة على نوع النظام المستخدم وعلى نوع الوحدة والوظائف التي تقوم بها.

الشكل (٣-٣): الجزء الصلب

٣ -الجزء البرمجي (Software)

وهو الجزء البرمجي من وحدة التحكم الإلكترونية ، كانت البرامج في الأجيال الأولى بلغات برمجية معقدة الأداء مثل الاسمبلي، مما حدّ بشكل كبير من تنفيذ الخوارزميات المعقدة، بالإضافة إلى صعوبة التعامل.

أما حالياً فيتم برمجة وحدات التحكم الإلكترونية بلغات عالية المستوى مثل C/C++ ، ومن الممكن استخدام برنامج Matlab/Simulink أيضاً من أجل توليد برنامج من الموديل الرياضي مباشرة للنظام المراد التحكم به، الشيء الذي أدى إلى سهولة كتابة البرمجيات بشكل كبير.

تحتوي وحدة التحكم الإلكترونية على آلاف الأجزاء والعناصر الإلكترونية مثبتة على شرائح شفافة مصنوعة من مادة ألبستك الموصلة للكهرباء وهي عبارة عن دوائر كهربائية مدمجة مصنوعة من شرائح السيلكون .

يتم وضع وحدة التحكم في غلاف معدني داخل مقصورة الركاب منعاً لوصول الحرارة أو الماء إلى داخلها وحمايتها من الصدمات ،أما عناصر الوحدة الإلكترونية فتكون مطبوعة على لوحة خاصة موصولة مع الطاقة وأما العناصر الأخرى فيتم تركيبها على الغلاف المعدني وهذا يساعد على إشعاع الحرارة إلى الخارج.

تحتوي وحدة التحكم الإلكترونية على آلاف الأجزاء والعناصر الإلكترونية مثبتة على شرائح شفافة مصنوعة من مادة ألبستك الموصلة للكهرباء وهي عبارة عن دوائر كهربائية مدمجة مصنوعة من شرائح السيلكون.

يتم وضع وحدة التحكم في غلاف معدني داخل مقصورة الركاب منعاً لوصول الحرارة أو الماء إلى داخلها وحمايتها من الصدمات

عناصر الوحدة الإلكترونية مطبوعة على لوحة خاصة موصولة مع الطاقة وأما العناصر الأخرى فقد تمّ تركيبها على الغلاف المعدني وهذا يساعد على إشعاع الحرارة إلى الخارج ومنها مراحل الخرج إلى المشغلات.

٣-٣:العناصر الأساسية المكونة لوحدة التحكم الإلكترونية:

١ - وحدة القدرة POWER UNIT :

تستلم وحدة القدرة الجهد الكهربائي من البطارية وتحوله إلى 5 volts لتشغيل الدارات الإلكترونية ECU .

عادة مايكون التيار الكهربائي الداخل لوحدة التحكم على أنواع :

أ-تيار البطارية الرئيسي: الغاية منه توفير الجهد الدائم لـ ECU والحفاظ على المعلومات الحيوية في الذاكرة العشوائية للعقل ويسمى علمياً(LIVE LINE) "

ب-تيار المفتاح الأساسي: الغاية منه إيقاظ ECU من السبات وتحفيزها لدورة عمل جديدة ويسمى علمياً (WEAK UP LINE) "وتقوم ECU من خلالها بإعداد متطلبات العمل من إجراء قراءة شاملة للبرنامج وتنفيذ أوامرها وتسجيل

المعلومات الواردة وسحب جداول المعلومات التي تخص ظروف العمل الآنية للمحرك من الذاكرة الأساسية.

ج-تيار المرحل الأساسي لـ ECU : يتم توصيله عن طريق مرحل RELAY)

(تتحكم ECU بعملية تشغيله مباشرة عند تشغيل السيارة ويقوم بإطفائه بعد إطفاء محرك السيارة بفترة 10-20sec والغاية من هذا التأخير الزمني هو تمكين الـ ECU من إعادة الوحدات التنفيذية للوضع الابتدائي ويسمى علمياً(LINE POWER)"

هذا فيما يخص أنواع التيار الكهربائي الداخل للعقل الإلكتروني لمحرك السيارات

٢ - وحدة الإشارات الداخلة INPUT BUFFER UNIT :

هي عبارة عن مجموعة من الدوائر الرقمية والخطية مع مرشحات سعوية ومقاومات وتقوم باستلام إشارات الحساسات والمفاتيح الكهربائية جميعا" وتخميد قدرتها وتحويلها إلى إشارات رقمية تتناسب مع المعالج الرقمي للعقل.

إذن تعمل هذه الوحدة على استقبال المعلومات المرسلة من الحساسات التي يتعامل بها المعالج الصغير لمعالجتها وتحتوي على العناصر التالية :

أ- محول الإشارة (A/D)

محول الإشارة : يعمل على تحويل الأرقام النسبية المرسلة من الحساسات إلى أرقام رقمية وهي اللغة التي يتعامل بها المعالج الصغير.

ب- مكبر الإشارة (AMP)

يعمل على تكبير (تضخيم) الإشارة المرسلة من الحساسات التي تصدر إشارة منخفضة ، مثل حساس الأكسجين .

٣ - وحدة الإشارات الخارجةOUTPUT BUFFER UNIT

هي عبارة عن مجموعة من الدوائر الرقمية حصراً ومجموعة ترانزستورات حماية وتقوم بتحويل الأوامر الرقمية للمعالج الدقيق إلى إشارات كهربائية تتناسب مع العمليات المقصودة وأنواع الأجزاء الإلكترونية التي تقوم بالتنفيذ.

تقوم هذه الوحدة بإيصال الحاسوب بالوسط الخارجي، وهي عكس مهمة وحدة الإدخال، بعد معالجة المعلومات الداخلة تقرّر وحدة التحكم الأوامر حول حالة المركبة التشغيلية المطلوبة ثم تعمل على تنفيذ هذا القرار بإصدار الأوامر على هيئة إشارة رقمية ، تتحول هذه الإشارات من طبيعة رقمية إلى تماثلية تعمل المشغلات على أساسها.

٤ – وحدة قيادة المنفذات ACTUATORS DRIVER UNIT

هي عبارة عن مجموعة من ترانزستورات القدرة العالية وكذلك بعض الدوائر المتكاملة ذات القدرة العالية نسبياً وتقوم بعمليات قدح وتشغيل المنفذات الكهربائية للسيارة من صمامات أو ملفات كهربائية أو مصابيح ومرحّلات وغيرها.

٥ – وحدة معالجة المعلومات INFORMATION PROCESSING UNIT

وهي عبارة عن وحدة معالج دقيق مع وحدة حساب منطقية وذاكرة قراءة فقط وذاكرة وصول عشوائي وتقوم بمراقبة قيمة المتغيرات في البرنامج وتنتج الأوامر المتناسبة معها وتقاطع العمليات وفق هذه المتغيرات القادمة من وحدة الإشارات الداخلة بعد مقارنتها مع البرنامج الأساسي وتقوم أيضاً بحفظ مسجل الأعطال والمعلومات المجمدة للأعطال.

٦ – وحدة المعالجة المركزية (CPU)

سميت بهذا الاسم لأنها تقوم بالوظيفة الأساسية للكمبيوتر، حيث تعمل على :

١) إدخال وإخراج المعلومات من خلالها .
٢) تتم فيها العمليات الحسابية بالاعتماد على المعلومات المخزونة .
٣) تتم فيها عمليات المقارنة والمنطق التي على ضوئها تتخذ بعض القرارات .
٤) تناقل المعلومات بين الوحدات المختلفة للحاسوب .

٧ – المتحكم الصغري microcontroller

هو الجزء الأساسي في حاسوب المركبة وهي عنصر الكتروني مبرمج، مكتفٍ ذاتياً بالمعلومات، يقوم بالتحكم بوحدات الإدخال و الإخراج و الذاكرة و يستعمل نظام التشفير الثنائي (binary codes) كلغة تخاطب مع باقي أجزاء وحدة التحكم.

إن النوع المستخدم من الـ (microcontroller) في الـ ECU هو من الحجم (8 bits) وهو طول الكلمة (الشيفرة) الثنائية أي أن الكلمة الواحدة التي تدعى بايت (byte) مؤلفة

من (8 bits) و كل (bit) يمثل إما (0) أو (1) بحسب نظام التشفير الثنائي المعروف

إن الرقم (0) = أقل قيمة للفولط أو 0[V]

إن الرقم (1) = أعلى قيمة للفولط أو 1.8[V] (غالباً)

٨-ساعة التوقيت (clock for timing purposes)

هي دارة إلكترونية تستخدم بلورة كريستال الكوارتز التي تعمل من خلال التأثير الضغطي الكهربائي (piezoelectric effect) لإنتاج التوقيت الدقيق المحكم لزمن الذبذبات الإلكترونية التي يستعملها الأجزاء الحاسوبية مثل المتحكم الصغري في وحدة التحكم الإلكترونية .

سرعة الساعة : تقاس بعدد النبضات الإلكترونية التي تتولد في الثانية الواحدة

النبضة الواحدة في الثانية هي (1Hz) ومعظم الحواسيب تعمل بملايين النبضات خلال الثانية أي (MHz)

- **بناء برنامج عمل المحرك (THE PROGRAM)**

يتم بناء برنامج المحرك من خلال العلاقات الرياضية والتجارب على عمل المحرك والمركبة بالاستعانة بجهاز الدينمومتر ثم يتم حفظ البرنامج في الذواكر المختصة ضمن الـ ECU ليستعين به المعالج الصغري (microcontroller) كمرجعية في تحديد الأداء الأمثل.

مثال : تحديد توقيت الإشعال المناسب (تقديم أو تأخير)

من خلال التجارب على عمل المحرك و المركبة وبالاستعانة بجهاز الدينمومتر و بأجهزة القياس يتم بناء الخريطة المناسبة لتوقيت الإشعال الصحيح في حالات عمل المحرك المتعددة (سرعة قصوى ،حمل أعظمي .....)



الشكل (٣-٤): خارطة توقيت الإشعال المناسب

يتم حفظ البيانات السابقة للخريطة ، لكن بما أنه تم إجراء التجارب عند بعض الشروط المحيطة المحددة مثل درجة الحرارة والضغط الجوي المحيط يتم بناء خوارزمية برنامج من خلال العلاقات الرياضية التي تعمل على الربط بين بيانات خريطة التجربة و بين الشروط المحيطة المتغيرة القادمة من الحساسات أثناء العمل الفعلي للمركبة على الطرقات حيث يقوم المعالج الصغري (microcontroller) بإجراء هذا الربط .

٩-الذواكر Memories :

يتم فيها تخزين وقراءة المعلومات الدائمة والمؤقتة وتحتوي الذاكرة على آلاف العناوين، ويوجد ثلاثة أنواع من الذاكرة :

١) ذاكرة الوصول العشوائي (Random Access Memory) (RAM)

٢) ذاكرة القراءة فقط (Read Only Memory) (ROM)

٣) ذاكرة البقاء حياً Keep Alive Memory (KAM)

والشكل (٣-٥) يبين أحد عناصر الذاكرة

الشكل (٣-٥):أحد عناصر الذاكرة



الشكل (٣-٦): الذاكرة العشوائية

تقوم الذاكرة العشوائية (Random Access Memory) (RAM) بما يلي :

١) تستخدم لتخزين المعلومات مؤقتاً .
٢) يستطيع المعالج الصغير أن يسجل فيها .
٣) يستطيع المعالج الصغير أن يقرأ منها .
٤) تمسح المعلومات عند إطفاء المحرك .

الشكل (٣-٧): ذاكرة القراءة

تقوم ذاكرة القراءة فقط (Read Only Memory) (ROM) بما يلي :

١) تستخدم لتخزين المعلومات الدائمة (الثابتة) .

٢) لا يستطيع المعالج الصغير أن يسجل فيها .

٣) يستطيع المعالج الصغير أن يقرأ منها .

٤) لا تفقد المعلومات المسجلة في الذاكرة عند إطفاء المحرك أو عند فصل البطارية.

تحتوي ذاكرة القراءة فقط (Read Only Memory) (ROM) على معلومات مهمة لعمل أنظمة المركبة :مثل البرامج والبيانات والمعادلات الحسابية ومعلومات عن معايرة المركبة ،ويخزن في الذاكرة نوعان من المعلومات :

أ- جدول المعايرة Calibration Tables

تحتوي على معلومات خاصة عن المركبة مثل عدد أسطوانات المحرك وحجم الأسطوانة -والإزاحة- وحجم صمام السحب والعادم ....

ب- جداول Look up Tables

تحتوي على معلومات أساسية حول كيفية ضبط أداء المركبة الصحيح، وتستخدم هذه الجداول لجميع المركبات، وتحتوي على معلومات مثل مقدار نسبة الأكسجين في العادم في السرعة البطيئة ولا تفقد المعلومات منها عند إطفاء المحرك .

أما خصائص ذاكرة Keep Alive Memory (KAM) :

١) يتم تخزين المعلومات فيها بشكل مؤقت
٢) يستطيع المعالج الصغير أن يقرأ ويسجل فيها
٣) لا تفقد المعلومات عند إطفاء المحرك
٤) وجود خاصية القدرة على التعليم المسبق .

الشكل (٣-٨):ذاكرة Keep Alive Memory

٣-٤ :أمثلة لاستخدامات هذه الوحدة في العديد من أجزاء السيارة وكيفية عملها:

١- التحكم في خليط الوقود:

تقوم وحدة التحكم بتحديد كمية الوقود الداخلة لغرفة الاحتراق التي سيتم خلطها مع الهواء، وفي حال زيادة كمية الهواء الداخلة للمحرك لابد من ضخ كمية وقود أكبر لتناسب كمية الهواء الزائدة حتى يحافظ على أداء المحرك ، كذلك عندما يكون المحرك في غير وضع الاستعداد ، فإن هذا الجهاز يضخ كمية كبيرة من الوقود حتى يعمل المحرك بكل أريحية وبدون استهلاك كامل قوته حتى يصبح في وضع الاستعداد أي يصبح ساخناً.

٢- التحكم في وقت الإشعال:

الإشعال الذي يحدث بغرفة الاحتراق عبارة عن عملية معقده ، تتم في أجزاء من الثانية ، ولهذا يكون التحكم بهذا الأمر إلكترونياً أكثر أماناً وأكثر دقة .. لذلك

عندما نتحدث عن شرارة الإشعال ، لابد أن يكون هذا في الوقت المناسب لتجنب إحدى أخطر الكوارث التي يمكن أن تودي بحياة كل من في السيارة في أجزاء من الثانية ، وذلك إذا حدث تأخير في سحب العادم من غرفة الاحتراق بعد الإشعال عن طريق صمام العادم ، مع إطلاق شرارة الاحتراق مبكراً أثناء دخول خليط الهواء والوقود ، هذه العملية تولد المزيد من الحرارة والضغط داخل غرفة الاحتراق وبالتالي يولد ذلك ضغطاً كبيراً جداً على غرفة الاحتراق يمكن أن تؤدي لانفجار الغرفة وبالتالي انفجار المحرك كلياً.

هنا أيضاً نلمس أهمية وحدة التحكم، التي إذا لاحظت تأخير في عملية سحب العادم عن طريق الحساسات ، وقراءة الخرائط متعددة الأبعاد فإنها تقوم بتأخير وقت الإشعال قليلاً حتى تتم عملية حقن الخليط (الهواء / البنزين) ومن ثم الإشعال بسلام ، ويستمر عمل المحرك بشكل طبيعي وبدون أية مشاكل.

٣ – السيطرة على توقيت الصمام المتغير:

إن توقيت فتح الصمام جزء لا يتجزأ من عملية الإشعال في التوقيت الصحيح فلكي يحدث إشعالاً، لابد أن يكون هناك خليط من الهواء والوقود أمام شمعة الاحتراق ، وأن تكون غرفة الاحتراق فارغة ، وحتى تصبح فارغة لابد أن يتم سحب العادم في شوط العادم وهو الشوط الرابع والأخير في دورة الاحتراق ، وهنا يأتي دور الصمامات .. وبالتالي دور وحدة التحكم التي تتحكم في توقيت فتح وإغلاق هذه الصمامات بشكل إلكتروني متناه في الدقة ، ولنا أن نتخيل حجم المخاطر والكوارث التي يمكن أن تحدث إذا حصل خلل في فتح أحد الصمامات ، كما أن فتح الصمامات في التوقيت السليم يلعب دوراً كبيراً جداً في توفير الوقود.

وهناك الكثير والكثير من الاستخدامات لهذه الوحدة ، خاصة بعد أن قامت بعض الشركات بالاستغناء التام عن عمود الكامات ذلك العمود الذي كان يتحكم مسبقاً في توقيت فتح وغلق الصمامات ، ولكن بعد التوصل لمثل هذه الوحدات الإلكترونية انتهت

الحاجة إلى عمود الكامات.

* **وحدات التحكم القابلة للبرمجة :**

لا شك أن برمجة مثل هذه الأنظمة لا تحتاج لمجرد خبير أو مهندس بكفاءة عالية ، ولكنها تحتاج أيضاً إلى فهم كيف يمكن أن نستفيد من المحرك أكثر عن طريق بعض التعديلات البرمجية ، كزيادة القوة الحصانية أو العزم أو السرعة وغيرها ، وهذا ما قامت به شركة ANDERSON GERMANY المتخصصة في تعديل الفيراري واللامبورجيني – على سيارة فيراري كاليفورنيا، حيث استطاعت الشركة توفير حوالي 55hp إضافية على قوة المحرك الأساسية التي تقدر بـ 460 hp ، مما يجعل قوة السيارة الإجمالية 515 hp ، وهذا كله عن طريق إضافة بعض التعديلات البرمجية فحسب على وحدة التحكم ECU الخاص بالسيارة .

إن إعادة برمجة ECU عملية بسيطة فكل ما يجب توفره هو :

* كابل يربط السيارة بالكمبيوتر
* برنامج يتعامل مع الوصلة .
* ملفات أصلية لسيارة تخص جميع أنواع السيارات.

الشكل (٣-٩): كابل ربط السيارة بالكمبيوتر

* **كيفية البرمجة أو إعادة البرمجة :**

١- نقوم بتوصيل الجهاز بالسيارة ونربطه بالكمبيوتر

٢- نشغل البرنامج ثم نحدد نوع السيارة التي نريد إعادة برمجتها

٣- يتم استدعاء الملف الأصلي الموجود مسبقاً و نضغط على زر برمَج

٤- تنتظر حتى ينتهي البرنامج ثمّ ننزع الكابل ونشغل السيارة وتنهي العملية.

متى نعيد برمجة السيارة ؟

تنقسم أسباب إعادة البرمجة إلى قسمين:

أ- وجود خلل وظيفي سببه الـ ECU مثلاً

على سبيل المثال بعد الكشف على سيارة ما بواسطة كاشف الأعطال وتبين أن البخاخ الثالث عاطل مثلاً وبعد تركيب بخاخ جديد بقي كاشف الأعطال يعطي لنا نفس العطل ففي هذه الحالة تكون المشكلة في برمجة الـ ECU

ب- إعادة برمجة من أجل الزيادة في قدرة السيارة

الشكل (٣-١٠): وحدة تحكم

٣-٥: ارتباط وحدة التحكم الإلكتروني مع الحساسات والمشغلات:

الشكل (٣-١١): ارتباط وحدة التحكم الإلكترونية مع الحساسات والمشغلات

من الإشارات القادمة من الحساسات الموجودة في المحرك نذكر :

حساس سرعة دوران المحرك RPM

حساس موقع عمود المرفق الكرنك CKP

حساس موقع عمود الحدبات CMP

حساس موقع زاوية الخانق TPS

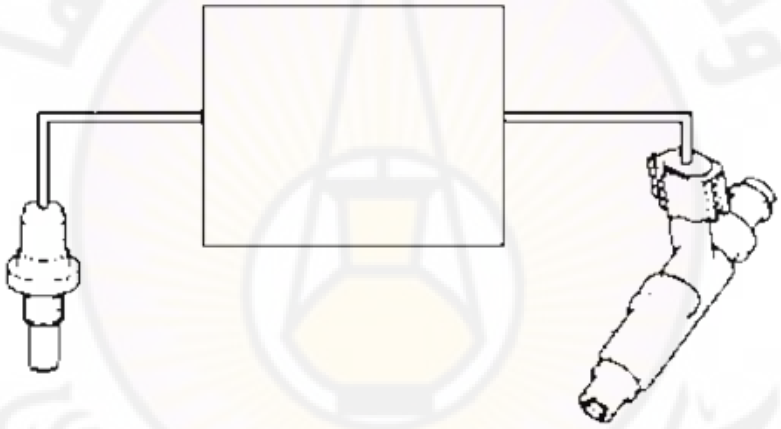
حساس حرارة مبرد المحرك ECT CTS

حساس حرارة الهواء الداخل للمحرك MAT

حساس سرعة السيارة VSS

حساس قياس الهواء الداخل للمحرك MAF VAF

حساس ضغط الهواء الداخل للمحرك MAP



الشكل (٣-١٢)

***معالجة الإشارة وعمليات وحدة التحكم الإلكترونية:**

مما سبق يتضح لنا أن الإشارات من الحساسات المختلفة يتم تحويلها من إشارات مقاسه إلى أرقام في المحولات الخاصة وكذلك الإشارات القادمة على شكل نبضات يتم تحويلها في الدوائر إلى شكل نبضة وتجمع هذه المعلومات من الحساسات المختلفة في وحدة المدخلات التي تقوم بدورها بترحيلها في صورة رقمية إلى ناقلة المعلومات وبناء على هذه الإشارات الرقمية تقوم ناقلة المعلومات بنقل المعلومات إلى الذاكرة (RAM) ثم تقرأها وحدة القراءة (ROM) ثم إلى الـ (CPU) التي بدورها ترسل إشارة إلى المشغلات.



الشكل(٣-١٣): موقع وحدة التحكم

الشكل(٣-١٤)

أما عن طريقة توصيل الحساسات بالوحدة ثمّ إلى المشغلات وأماكنها فهي كالتالي:

الشكل(٣-١٥): طريقة توصيل الحساسات بالوحدة ومنها إلى المشغلات وأماكنها

نظراً لترابط عدة مواضيع بعضها مع بعض على وحدة التحكم الإلكترونية الربط بين هذه المواضيع كافة للحصول على الأفضل، ففي محركات البنزين نحن نبحث عن أفضل (خليط – انضغاط – إشعال) رغم ظروف التشغيل المختلفة للمحرك فترة (التشغيل على البارد – الحمل العادي – أقصى حمل)

الشكل(٣-١٦): أفضل (خليط – انضغاط – إشعال)

لذلك تأخذ وحدة التحكم مجموعة من الإشارات القادمة من الحساسات الموضحة في الشكل (٣-١٧) للوصول إلى أفضل (خليط – انضغاط – إشعال) مع توفير الوقود.

الشكل(٣-١٧): مجموعة من الإشارات القادمة من الحساسات

تتجه هذه الإشارات القادمة من الحساسات للوحدة فترسل الوحدة الإشارة المطلوبة للمشغل ELECTRONIC FUEL INJECTION هو EFI (البخاخ) وهذا ما يسمى بالحقن الإلكتروني للوقود، وهو نظام من الحساسات المختلفة توضح الحالة التي عليها المحرك وبموجب هذه الإشارة القادمة من الحساسات تحسب وحدة التحكم حجم الوقود المثالي ويلاحظ في الشكل(٣-١٨) النتيجة الظاهرة على البخاخ أثناء الأحمال المختلفة



الشكل(٣-١٨):حساب وحدة التحكم لحجم الوقود المثالي

تستقبل الـ ECU الإشارات الإلكترونية الواردة من الحساسات المختلفة ثم تترجم داخلها هذه المعلومات لتصدرها على شكل أوامر للمنفذات كالبخاخات ومضخة البنزين وبعض الأجزاء الأخرى .

ملاحظة :

غالباً ما يحصل هبوط في توتر البطارية أثناء بدء التشغيل وهذا بدوره يقلل فترة الحقن وبالتالي تزيد نسبة الهواء عن الوقود وهذا غير مرغوب به لذلك تقوم وحدة التحكم بزيادة فترة الحقن كما هو موضح بالشكل (٢-١٩):

الشكل (٣-١٩): زيادة فترة الحقن

٣-٦: نقل البيانات data transmission

تنتقل البيانات والقيم بحسب نظام التشفير الثنائي كذبذبات إلكترونية ، مثلاً يمثل الرقم 20 ثنائياً على الشكل 00 101 000 = 20 ، ولنقل هذه القيمة هناك نوعان من النواقل :

١) النواقل التفرعية : تستخدم للتواصل داخلياً بين عناصر الـ ECU حيث ترسل البيانات (0.1) عبر ثماني أسلاك دفعة واحدة .

٢) النواقل التسلسلية : تستخدم للتواصل خارجياً بين الـ ECU و باقي مكونات شبكة النظام (مثل علبة السرعة.....) وهنا ترسل البيانات (0.1) عبر سلك وحيد حيث يتتابع تدفق الـ bits الواحد تلو الآخر.

تقاس سرعة الإرسال بعدد الـ bits خلال 1sec والشكل (٣-٢٠) يوضح الفرق بين النوعين:



الشكل (٣-٢٠): النواقل التسلسلية والتفرعية

٣-٧: أنظمة الربط بين أجهزة التحكم الإلكتروني:

من أجل الربط بين عناصر المركبة(مثل الربط بين الـ ECU وعلبة السرعة و المصابيح) تستخدم أسلاك(CABLES) من عدة أنواع بحسب الأهمية والسرعة والدقة المطلوبة.

الشكل (٣-٢١) الربط بين الـ ECU وعلبة السرعة والمصابيح

تقسم الكابلات بحسب منظمة مهندسي السيارات Society of Automotive Engineers (SAE) إلى ثلاثة أصناف هي A , B , C مع ملاحظة أن النوع C من الكابلات يعرف بالنوع CAN-BUS من تصنيع شركة BOSCH وهو يتكون من سلكين مجدولين من أجل الحماية من التشويش الكهرطيسي ويصل وحدات التحكم الرئيسية بعضها مع بعض، والجدول (٣-١) يوضح أنواع الكابلات وسرعة نقل البيانات فيها:

	١	٢	٣
اسم الصنف	**A**	**B**	**C**
جودة السرعة	سرعة بطيئة	سرعة متوسطة	سرعة عالية
مجال السرعة (bits/s)	من(٠) حتى (١٠٠٠٠)	من(١٠٠٠٠) حتى (١٢٥٠٠٠)	من(١٢٥٠٠٠) حتى (١٠٠٠٠٠٠)
الاستخدام	مصابيح الإضاءة	التحكم بسرعة المركبة والانبعاثات	للكبح - الاستقرار والثبات

الجدول (٣-١): أنواع الكابلات وسرعة نقل البيانات

- **تشفير البيانات التسلسلية *ENCODING SERIAL DATA***

من أجل المحافظة على البيانات المستخدمة بين عناصر المركبة من التشويش الكهرطيسي و زيادة سرعة نقل البيانات يستعمل حالياً طريقتان لنقل الإشارات:

١. طريقة عدم الرجوع إلى الصفر non-return to zero (NRZ)

٢. طريقة شبكة منطقة التحكم controller area network (CAN)

مع ملاحظة أن الفرق بينهما كبير لتمثيل القيم المنطقية (0,1) أو (HIGH AND LOW)

١. في طريقة NRZ : يرسل كل bit في الشفرة الثنائية (1 0 0 1 1 1 0 مثلاً) دون أي تغيير حيث تنعكس الفولتية بدلاً من أن يعود إلى الصفر كما في الشكل

الشكل (٣-٢٢): طريقة عدم الرجوع إلى الصفر

٢. **في طريقة CAN** : يستعمل سلكان لنقل الإشارات

أحدهما يدعى (CAN-H) أو (CAN-HIGH) يبدل بين [V](2.5-3.5)

و الآخر يدعى (CAN-L) أو (CAN-LOW) يبدل بين [V](1.5-2.5)

عندما يكون كلا (CAN-H) و (CAN-L) يحمل القيمة 2.5[V] فلا يوجد بينهما فرق فولتية وهذا يمثل القيمة المنطقية (0)

عندما يكون (CAN-H) يحمل القيمة 3.5[V] و (CAN-L) يحمل القيمة 1.5[V] أي أنه يوجد بينهما فرق فولتية مقداره 2[V] وهذا يمثل القيمة المنطقية (1) كما في الشكل (٣-٢٣).

الشكل (٣-٢٣): طريقة شبكة منطقة التحكم

٣-٨: فحص وإصلاح وحدة التحكم الإلكترونية :

نظراً للتطور الهائل في وظائف وعمليات وحدات التحكم الإلكترونية لمحركات السيارات نحن اليوم بحاجة للبحث والتطوير في مجال فحص هذه الوحدات الإلكترونية مخبرياً بعيداً عن السيارة وتشخيص أعطالها وإصلاحها ومن ثم إعادتها للخدمة.

يجب التركيز على هذا المجال من البحوث المتقدمة في مجال السيارات ونحن الآن مقبلون على عصر جديد في تقنيات التحكم الإلكتروني لمحركات السيارات وهو عصر بدائل الوقود البترولي ...وبسبب ارتفاع أسعار وحدات التحكم ECU للسيارات الحديثة وفقدان القديمة من السوق نجد أن الجدوى الاقتصادية من هذا المجال عالية ،ولهذا سوف نعطي بعض النقاط الأساسية لعملية فحص وصيانة ECU للسيارات الحديثة التي لابد من فهمها أولاً ومنها:

1- مكونات وحداتECU

2 -الوظائف التي تؤديها

3 -الإشارات الداخلة لها

4 -الأوامر الخارجة منها

6 -البرامج التي تحتويها

7 -الأعطال الشائعة فيها

8 -أسلوب تتبع الأعطال فيها

9 -وجود تجارب عالمية ومحلية في هذا المجال

في نهاية الموضوع يجب أن نوضح بان وحدة التحكم الإلكتروني بدأت تدخل في أمور كثيرة في السيارات وكل ذلك لتجعلها تحت تحكم تام ومن تلك الأمثلة التحكم في المصابيح الأمامية حيث تعمل تلقائياً في حالة الظلام أو النور الخافت وكذلك من الأمثلة التحكم في مقدار ارتفاع السيارة مع الأحمال (الأوزان) المختلفة وتوقف السيارة بطريقة معينة في حالة نوم السائق (عن طريق حساس يتعرف على زاوية ميل رأس السائق).

.....

.....

.....

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الرابع

المشغلات

Actuators

Damascus University

وقل رب زدني علما
Damascus University

٤ -١ مقدمة – مهام المشغلات :

المشغلات عبارة عن أجهزة لتحويل الإشارة الكهربائية إلى حركة تبعاً للأوامر الصادرة عن وحدة التحكم الإلكترونية حيث يتم تغذية المشغلات عن طريق الخط الموجب بشكل مباشر من المدخرة والخط السالب عن طريق وحدة التحكم الإلكترونية.

تعدّ المشغلات العناصر النهائية في نظام التحكم حيث تتلقى إشارة التحكم وتقوم بتضخيمها للحصول على إشارة القيادة المناسبة لإنتاج المخرجات المطلوبة. تتنوع وبشكل كبير هذه المشغلات من التطبيقات البسيطة إلى الأجهزة الهيدروليكية عالية الطاقة حتى المشغلات التي تتحكم بأسطح التحكم في الطائرات. هذا ويمكن تصنيف المشغلات بشكل مختصر إلى المشغلات الكهروميكانيكية (الكهرومغناطيسية والكهروديناميكية) ومشغلات السوائل الميكانيكية (الهوائية مثل اسطوانة هواء مضغوط و الهيدروليكية مثل الأسطوانات الهيدروليكية) ،وهناك اتجاه كبير للابتعاد عن المشغلات الهيدروليكية للأجهزة الكهربائية والدافع وراء ذلك الاستغناء عن السائل الهيدروليكي، وجعل التكامل مع أنظمة التحكم الأخرى (الكهربائية عادة) أسهل للتحقيق.

من أهم المشغلات نذكر/ منفذات الأوامر ACUATORS نذكر:

- ✓ البخاخات .
- ✓ قواطع التيار الرئيسية لنظام الحقن الالكتروني المبرمج للوقود .
- ✓ صمام التحكم بهواء السرعة الخاملة .
- ✓ ضوء منبه نظام الحقن الالكتروني المبرمج للوقود .
- ✓ قاطع تيار مروحة المبرد .
- ✓ صمامات التحكم بعلبة السرعة الأوتوماتيكية .
- ✓ وحدات الإشعال .
- ✓ مولد التيار .

- ✓ سخان حساس الأكسجين .
- ✓ وصلة المعلومات والبيانات .

وهنا سنتطرق في هذا الفصل للمشغلات الآتية:

٤-٢ مضخة الوقود:

يتم تشغيل المضخة بواسطة طاقة البطارية ،ويتم التحكم بها بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية، وبحسب مكان تركيب المضخة يتم تصنيفها إلى نوعين :

١)مضخة الوقود الخارجية:

تركب هذه المضخة على خط سحب الوقود خارج خزان الوقود ،تتألف المضخة من:

١-فتحة السحب (الدخول) ٢- -فتحة الضغط(الخروج) ٣ -غلاف المضخة ٤- محرك التحريضي ٥-قرص دوار ٦-صمام عدم رجوع ٧-صمام الضغط الزائد (الأمان) ٨-أسطوانات دحروجية

الشكل (٤-١):مضخة وقود خارجية

- **وظيفة و مبدأ عمل صمام الضغط الزائد:**

عندما يحصل انسداد في خط تزويد الوقود أثناء عمل المضخة، يحقّق الصمام الأمان والسلامة ويمنع حدوث أية أضرار تسبب إتلاف نظام تزويد الوقود وتسرب الوقود ،بحيث يفتح الصمام عند بلوغ الضغط قيمة محددة ويدور الوقود في دارة مغلقة .

- **وظيفة ومبدأ عمل صمام عدم الرجوع:**

يفتح الصمام عند قيمة محددة للضغط بحيث يتم التغلب على قوة النابض وعند توقف المحرك يحافظ على الضغط داخل خط الوقود اللازم لإقلاع المحرك ،ولتمنع حدوث التبخر عند ارتفاع درجة الحرارة في نظام تغذية الوقود، كذلك يمنع تدفق الوقود باتجاه معاكس .

- **مبدأ عمل المضخة:**

تعمل المضخة على مبدأ القوة الطاردة المركزية المتولّدة عن القرص الدوار اللامركزي الذي يدار بواسطة المحرك التحريضي ،حيث تقوم هذه القوة بدفع الدحاريج الأسطوانية إلى الخارج نحو الجدار الداخلي للمضخة .تعمل هذه الدحاريج على منع تسرب الوقود من قبل الدروج إلى ما بعدها ،يتولد التخلخل في الفراغ بين الدحاريج و فتحة السحب حيث يتم تعبئتها بالوقود ،ثم يندفع الوقود أمامها بدوران الدحاريج متناقصاً حجمه وبالتالي يزداد ضغط الوقود ويرتفع ،ثم يمر الوقود حول المحرك التحريضي متجها نحو صمام عدم الرجوع ليغادر إلى المخمّد.

* **مؤشرات المضخة:**

-تعمل المضخة عند سرعات الدوران (1700-2500 rpm)

-تدفق الوقود التي تعطيه (1.5-2.5 L/min)

- الضغط التي تحققه ($3-6\ Kg/cm^2$)

مضخة الوقود التي تركب داخل خزان الوقود:

- **مكونات المضخة:**

تتألف مضخة الوقود المركّبة داخل خزان الوقود من محرك كهربائي وتوربين والغلاف الخارجي وفتحات الدخول والخروج وصمام عدم الرجوع وصمام الضغط الزائد وتكون مزوّدة بمصفاة وقود.

الميزات التي تتفوق بها هذه المضخة عن المضخة الخارجية:

١-ضجيج وضوضاء قليل.

٢- عزم أقل وعدد دورات عال، مدمجة وخفيفة .

٣- تمنع تسرب الوقود وتبخره بشكل جيد.



الشكل (٤-٢): مضخة الوقود المركّبة داخل خزان الوقود

٤-٣ الحاقن -أنظمة الحقن :

هناك نوعان لأنظمة الحقن:

- ✓ النظام ذو نقطة واحدة للحقن
- ✓ النظام متعدد نقاط الحقن

يحتاج كل من النظامين لمضخات وقود كهربائية التي توصل الوقود باستمرار إلى المحرك (حقن الوقود في مشعب السحب).

- ✓ -النظام الأحادي :

يحقن الوقود بواسطة حاقن واحد يوضع في مركز صمام الخانق من الأعلى حيث يتم توزيع خليط الهواء والوقود إلى كل أسطوانة عبر مشعب السحب . لم يعد هذا النوع مستخدماً بسبب التوزيع السيئ للخليط .

- ✓ -النظام متعدد نقاط الحقن:

تحتاج كل اسطوانة من اسطوانات المحرك في هذا النظام إلى بخاخ (حاقن) واحد يوضع في مشعب السحب ويحقن الوقود خلف صمام السحب العائد للأسطوانة، وباستخدام عدد من الحساسات يقدّر هذا النظام باستمرار حالات عمل المحرك ويحسب كمية الوقود المناسبة اعتماداً على الإشارات الصادرة عن (ECM) .

-من المميزات التي يمتلكها هذا النظام مقارنة مع النظام القديم (المغذي) الذي استخدم حتى عام 1980 :

١) الحساب الدقيق لكمية الوقود عند أية حالة من حالات عمل المحرك المستقرة والعابرة (المؤقتة) للمحرك.

٢) التوزيع الدقيق للوقود بين الأسطوانات أثناء التحميل.

٣) مرونة التصميم لمشعب السحب.

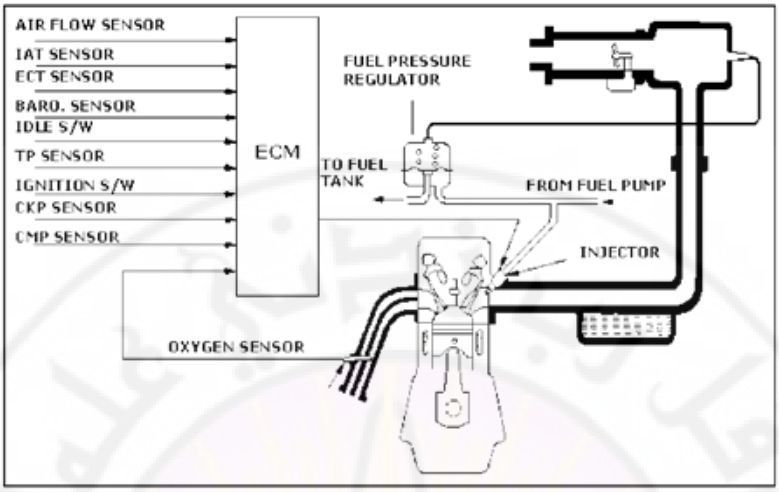
٤) انبعاثات غازات أقل.

٥) بسيط وفعال باستخدام دارة التحكم المغلقة.

٦) سهولة أعمال الفحص والتشخيص والإصلاح.



الشكل (٤-٣): نظام ذو نقطة واحدة ومتعدد نقاط الحقن



الشكل(٤-٤):مكونات نظام حقن إلكتروني

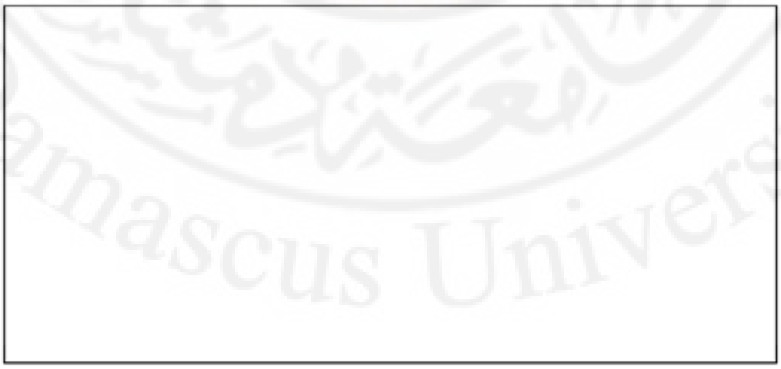
- **تركيب الحاقن:**

يتألف الحاقن من مجموعة من الأجزاء التي تصنف و ترتب إلى ثلاث مجموعات:

١- وشيعة التجميع التي تولد القوة ويتم تزويدها بالطاقة، وتشمل سلك ملفوف، بوبين والنهايات .

٢- الدارة المغناطيسية : تشمل الأنبوب الداخلي، حافظة، عضو الإنتاج وحامل المقعد.

٣- مجموعة صمامات تتحكم بكمية الوقود، وهي عبارة عن الإبرة المجمعة (عروة الإبرة ، قناة الإبرة ، عضو الإنتاج) و الصمام (يتألف من قاعدة الصمام و الرذاذ).



الشكل(٤-٤):مكونات حاقن إلكتروني

- **مبدأ العمل:**

يقسم نظام الحقن متعدد النقاط إلى نوعين تبعاً لخط دخول الوقود إلى البخاخ :

- النوع الأول ذو تغذية سفلية أو جانبية
- النوع الثاني ذو تغذية علوية

يستخدم كلا النوعين ثقوب الرذاذ كي يحقن الوقود المقاس

كما هو موضّح بالشكل(٤-٤) يتدفق الوقود عبر الفلتر، حيث يجري الوقود المقاس باتجاه قاعدة الصمام ومنه إلى فتحة البخاخ

- عندما لا تصل النبضة إلى وشيعة التحريض (الملف) أي عندما لا يتم تزويد بالطاقة سوف تجد أن قوة النابض وضغط النظام(الوقود) يحرك الإبرة باتجاه قاعدة الصمام لكي تمنع حدوث الحقن وتسرب الوقود
- عندما تزود النبضة إلى وشيعة التحريض سيتولد حقل مغناطيسي، وبالتالي سوف تسحب القوة المغناطيسية الإبرة من قاعدة الصمام لتشكل قناة (دهليز) بين قاعدة الصمام و الإبرة و سوف يمر الوقود عبر هذا الفراغ متجها إلى فتحة الرذاذ ليتم حقن الوقود إلى خارج البخاخ

- **المتطلبات الأساسية في الحاقن:**

يمتلك الحاقن متطلبات أساسية ينبغي أن تحقق كل حالات العمل مثل طول أو قصر فترة الحقن ، الإقلاع البارد ،الإقلاع الساخن...

يوجد عدة متطلبات رئيسية نذكر منها:

١-معدل تدفق دقيق للوقود

٢-ميزات تذرير جيدة

٣-لا يوجد أي تسرب

٤-ضجيج قليل

٥-أداء وقوة تحمل جيدة

- **ميزات الحاقن:**

تحدد ميزات الحاقن على أساس ثلاثة معايير:

١-تشكيل جزيئات البخ

٢-نموذج(شكل)البخ

٣-توزيع البخ

أنماط مخاريط البخ:

-النمط الأول: يشبه رأس القلم وهو شكل جزيئات الوقود المحقونة بواسطة بخاخ أحادي الفتحة.

-النمط الثاني(البخ المخروطي المفرّغ): الشكل المخروطي الدقيق لفوهة التذرير تستطيع أن تستجيب لزوايا بخ مختلفة التي يتطلبها المحرك بالإضافة إلى أن حافة الخروج الواقعة على طرف المخروط حادة مما يحقّق تذرير أفضل للوقود.

-النمط الثالث(الشكل المخروطي للبخ -حاقن ذو أربع فتحات):

يملك هذا النوع محاسن وأفضلية عن النوع المخروطي المفرغ فيما يتعلق بتذرير الوقود وزوايا البخ

-النمط الرابع -حاقن ذو فتحتين :

يستخدم هذا الحاقن في المحركات التي تحتوي الأسطوانة فيها على فتحتين ،الخطوط المركزية ستوجه نحو صمام السحب ،ثم في المحرك الذي يتطلب حاقنين ذوي رذاذين منفصلين يرشان بزوايا مختلفة للبخ.

-النمط الخامس -حاقن متعدد فتحات التذرير :

إن صحن فوهة الفتحات الدقيقة سوف يمكننا من توليد تذرير أفضل للوقود المرشوش وزوايا مختلفة للفتحات

الشكل(٤-٥):أنماط مخاريط البخ

٤-٤ منظم ضغط الوقود:

الوظيفة:

يعتمد معدل كمية الوقود المحقون على ثلاثة بارامترات:

١-ضغط الحقن

٢-زمن الحقن

٣-حجم فتحات التذرير

يتم التحكم بكمية الوقود عن طريق زمن الحقن ،الذي يتم التحكم به اعتماداً على فترة توصيل التيار الكهربائي عبر وشيعة الحاقن(مادامت الإشارة الصادرة عن وحدة المعالجة الإلكترونية في حالة التشغيل).نعلم أن حجم الفتحات ذو قيمة ثابتة ولابد أن يكون ضغط الحقن ثابتاً مهما حصل تغير في الضغط في مشعب السحب وبالتالي يتم التحكم بكمية الوقود التي يحتاجها المحرك عن طريق الفترة التي يتم تزويد فيها الطاقة للبخاخ

حتى تحصل عملية الحقن في مشعب السحب ينبغي أن يكون ضغط الحقن اكبر من الضغط في مشعب السحب:

- ✓ إذا كان ضغط الوقود المحقون عالياً فإن كمية الحقن سوف تكون كبيرة والعكس صحيح

- ✓ إذا كان الضغط في مشعب السحب منخفضاً فإن كمية الحقن سوف تكون عالية والعكس صحيح، ولذلك ينبغي تنظيم قيمة ضغط الوقود بحيث يكون دائماً أعلى من قيمة الضغط في مشعب السحب.

عندما يكون الضغط القادم إلى البخاخات ضمن الحدود المسموح بها تكون قوة مرونة النابض اكبر من قوة ضغط الوقود على الغشاء المرن وصحن الصمام وبالتالي يغلق صحن الصمام فتحة أنبوبة الوقود الزائد عندما يزيد ضغط الوقود فوق الحدود المسموح بها وعندما تصبح قوة الضغط اكبر من قوة مرونة النابض تدفع صحن الصمام والغشاء المرن باتجاه النابض وتنكشف فتحة أنبوبة الوقود الزائد وبالتالي تخرج كمية من الوقود عبر أنبوبة الخروج عائدة للخزان وهذا يقلل الضغط في البخاخ.

- **التركيب ومبدأ العمل:**

يتألف منظم الضغط من:١-غشاء الصمام ٢-حجرة الغشاء ٣-حجرة الوقود ٤-نابض ٥-برغي عيار ٦-مانعة ٧-نابض معاكس ٨-خط الدخول المرتبط مع المضخة ٩-خط راجع من الموزع ١٠-خط مرتبط مع مشعب السحب ١١-خط العائد إلى الخزان



الشكل(٤-٦): منظم الضغط

٤ –٥ نظام قطع الوقود الأوتوماتيكي:

يعمل هذا النظام على حماية المركبة من الأخطار التي تنجم عن الحوادث من خلال قطع الطاقة الكهربائية عن مضخة الوقود عندما يعطي حساس الصدم إشارة إلى وحدة التحكم التي تقوم بدورها بإعطاء إشارة لإيقاف مضخة الوقود عن العمل. يتوضع هذا الحساس عادة في الجهة اليسرى من مقدمة المركبة

- **مجال العمل:**

عند سرعة حركة تفوق 15 mile/hr ولا يمكن أن يعمل الحساس عند سرعة أقل من 8 mile/hr ، عندما يحصل حادث اصطدام للمركبة سوف تتحرك الكرة المعدنية نحو الأعلى وتدفع الوصلة المتحركة نحو الأعلى وبالتالي تقطع خط التغذية الكهربائي للمضخة.

بعد الانتهاء من صيانة المركبة يجب إعادة ضبط حساس الصدم من أجل تمرير التيار الكهربائي للمضخة من اجل إعادة إقلاع المحرك



الشكل(٤ –٧): نظام قطع الوقود الأوتوماتيكي

٤ –٦ مشغّل السرعة الخاملة (ISA)

- **مكان التركيب :**

يركّب مشغل السرعة الخاملة على جسم الخانق في المحرك ويعمل على التحكم بمعدل الهواء الداخل إلى المحرك اعتماداً على الإشارة الصادرة عن وحدة التحكم الإلكترونية أي التحكم بعدد دورات السرعة الخاملة. يتم التحكم بسرعة اللاحمل اعتماداً على عدد من البارامترات التي تشمل:

- ✓ عدد الدورات الفعلية للمحرك
- ✓ درجة حرارة تبريد مياه المحرك
- ✓ نظام التكيف والأضواء الأمامية

- **وظيفة المشغل:**

التقليل من استهلاك الوقود والمحافظة على هدوء عمل المحرك في حالة اللاحمل يكون عمل المحرك الموافق لعدد الدورات في حالة اللاحمل اقتصادياً من حيث كمية الوقود المصروفة وكذلك من حيث الضجيج والاهتزازات لكن استطاعة المحرك سوف تنخفض مع انخفاض عدد الدورات وتصبح سرعة المحرك غير مستقرة عند زيادة الحمل على المحرك وبالنتيجة سوف يولد الحمل اهتزازات أو يتوقف عن العمل.

على النقيض من ذلك عند عدد الدورات العالي ولحالة اللاحمل سوف تكون كمية الهواء قليلة وبالتالي سوف تكون انبعاثات الغازات عالية وبالتالي يجب أن يتحكم بسرعة اللاحمل تبعاً لتغير ظروف القيادة.

- ✓ التحكم بسرعة اللاحمل للعمود المرفقي حيث يتم التحكم بكمية الهواء المسحوبة تبعاً لدرجة حرارة مياه التبريد
- ✓ -التحكم في مدة السرعة الخاملة السريعة للتقليل من الفترة الزمنية اللازمة لإحماء المحرك
- ✓ التحكم في زيادة السرعة الخاملة: حيث إن السرعة الخاملة سوف ترتفع إلى السرعة المستهدفة اعتماداً على التحميل الكهربائي مثل نظام التكيف وإشارة حالة التحميل القادمة علبة السرعة الأوتوماتيكية إن وجدت

- **تركيب النظام**

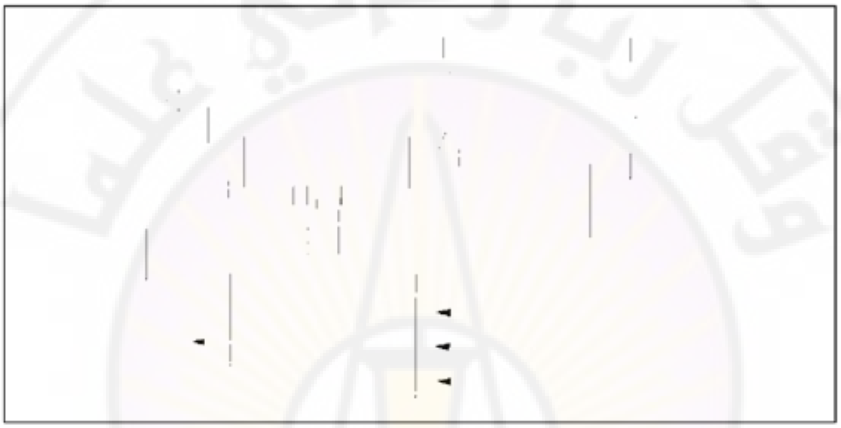
نوع التحكم بمجرى الهواء الجانبي

يبين الشكل التالي تركيب هذا النظام اعتماداً على أنواع نموذجية تستخدم من المشغلات التي تصنف إلى ثلاثة أنواع:

النوع الأول: ذو الملف الدوراني

النوع الثاني: ذو الملف الخطي

النوع الثالث: المحرك الخطوي



الشكل(٤-٨):مشغّل السرعة الخاملة (ISA)

النوع الأول: ذو الملف الدوراني

يتألف صمام التحكم في السرعة الخاملة من هذا النوع من:

ملف لولبي مغناطيس دائم و هذا الصمام من النوع التناسبي أي مع زيادة التيار المار في الملف يزداد مقدار فتحة الصمام وبالتالي تزداد كمية الهواء التي تتدفق من المجرى الجانبي

من ميزات التحكم بواسطة هذا النوع الاستقرارية، حيث لا يتأثر بفرق الضغط بين طرفي صمام الخانق

يقسم هذا الملف اللولبي إلى قسمين: ملف للفتح وملف للإغلاق ،حيث يعمل هذان الملفان بشكل متناوب أي عندما يكون ملف الفتح يعمل يكون ملف الإغلاق في حالة عدم العمل والعكس صحيح.

تتم عملية الفتح والإغلاق بحدود مئة مرة في الثانية وهذا يتوقف على حالة عمل المحرك

الشكل(٤-٩) :النوع الأول ذو الملف الدوراني

النوع الثاني: ذو الملف الخطي:

يتحكم هذا النوع بكمية الهواء بشكل محدود لذلك يستخدم مع صمام هواء. يغير هذا النوع موضع الصمام بواسطة قوة مغناطيسية يتم توليدها بواسطة التيار المتدفق عبر الملف حيث يصنع توازناً مع قوة النابض وبهذا الشكل يتم تنظيم تدفق الهواء ويكون هذا الصمام من النوع التناسبي.



الشكل(٤-١٠) :النوع الثاني ذو الملف الخطي

النوع الثالث: محرك الخطوة

يتألف من عضو دوار عبارة عن مغناطيس دائم والملفات الثابتة وبرغي التغذية الذي يحوّل الحركة الدورانية إلى حركة خطية في هذا المحرك يحول التيار في الملفات الثابتة خطوة خطوة ويتحكم في هذا السياق بتدوير العضو الدوار بالاتجاهين وبالتالي يحرك برغي التغذية الصمام للأعلى والأسفل كي يتحكم بكمية الهواء. يكون لهذا المحرك ستة مآخذ اثنان يزودان المحرك بالطاقة من المدخرة عبر ريليه التحكم والمآخذ الباقية مرتبطة مع وحدة التحكم الإلكترونية التي توصل مع ملفين لكل ملف مأخذان. نحصل خلال دورة واحدة للمحرك الخطوي على ٢٤ خطوة.



الشكل(٤-١١) :النوع الثالث محرك الخطوة

.....

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الثاني

الفصل الخامس

أجهزة تشخيص وفحص السيارات الحديثة وتشخيص الأعطال وفق نظام OBD II

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة: قبل الحديث عن طرق تشخيص أعطال منظومات التحكم الإلكتروني في السيارات الحديثة لابد من التعرف على بعض أجهزة التشخيص الحديثة وأنواعها وطرق تشغيلها ومن ثم التطرق إلى مفهوم رموز أو كود الأعطال الذي سيبينه لنا جهاز الفحص وكيفية فهم هذه الرموز.

بكلمة أخرى نقول مع تطور صناعة السيارات واستخدام الأنظمة الإلكترونية الحديثة بدأت تظهر العديد من المشاكل المتعلقة بالحساسات ووحدات التحكم (ECU)، وخاصة أن السيارات أصبحت تحتوي على العديد من الأنظمة الإلكترونية التي يتم التحكم بها من خلال حدات التحكم (ECU) مثل :

١) وحدة التحكم بالمحرك Engine Control Module (ECM).
٢) وحدة التحكم في مجموعة نقل القدرة Powertrain Control Module (PCM).
٣) وحدة التحكم في نقل الحركة Transmission Control Module (TCM)
٤) وحدة التحكم في الفرامل Brake Control Module (BCM or EBCM)
٥) وحدة التحكم المركزية Central Control Module (CCM)
٦) وحدة التحكم في الجسم Body Control Module (BCM)
٧) وحدة التحكم في التعليق Suspension Control Module (SCM)
٨) وحدة التحكم في الأبواب Door control unit (DCU)
٩) وحدة التحكم في التوجيه Electric Power Steering Control Unit (PSCU).
١٠) وحدة التحكم في المقاعد Seat Control Unit
١١) وحدة التحكم في السرعة Speed control unit (SCU)
١٢) نظام إدارة البطارية Battery management system

تترابط هذه الانظمة فيما بينها بواسطة عملية تحكم معقدة التي تعتمد بالأساس على حساب الإشارات الواردة من الحساسات ومتابعة تنفيذ أوامر التحكم .

شكل (٥-١): مكونات ومبدأ عمل وحدة التحكمECU

اذن لابد أن تتعرض بعض المكونات الى التلف أو إلى أعطال مما يستدعي استعمال أجهزة التشخيص وفحص السيارات التي تعمل على الاتصال مع وحدة التحكم ECU عن طريق مقابس الفحص OBD أو OBD II التي توجد داخل السيارة غالباً أسفل نظام التوجيه (المقود) ، الشكل(٥-٢).

الشكل (٥-٢): مكان توضع مدخل OBD II

تبدأ عملية الاتصال بين السيارة وجهاز الفحص من خلال الدخول إلى مسجل البيانات في الوحدة الإلكترونية للتعرف على الأعطال ومراقبة قراءات الحساسات والأوامر الداخلة والخارجة من وحدة التحكم في السيارة.

ومن أجل هذا قامت الشركات المصنعة لأجهزة التشخيص بتطوير أجهزة فحص السيارات لتتناسب مع السيارات الحديثة من خلال تحديثها والإقلال من أعطالها ،وخاصة أن جميع

ورشات صيانة السيارات تحتاج الى أجهزة لها القدرة على تحديد أعطال هذه السيارات بعد أن أصبح البحث عن الأعطال بالطريقة اليدوية متعباً وغير مجدي.

يمكن تصنيف هذه الأجهزة الى قسمين رئيسين:

٥-١ أجهزة فحص متخصصة بنوع محدّد من السيارات

٥-٢ أجهزة فحص شاملة لأنواع عديدة من السيارات

٥-١ أجهزة فحص السيارات المتخصصة:

عادة تكون أجهزة فحص السيارات المتخصصة معتمدة من الشركة الأم، والمقصود بالتخصص في فحص سيارات معينة هو أن مثل هذه الأجهزة تتمتع بمجموعة من الخصائص منها مثلاً:

- ✓ برمجة مفتاح السيارة حيث نجدها مثلاً في أجهزة فحص السيارات الحديثة المتعلقة بنوع محدد مثل G-SCAN الذي يبرمج سيارات KIA&HYUNDAI وليس جميع السيارات .
- ✓ جهاز TECH-2 لسيارات GM أو VCM لسيارات FORD ،وبالتالي نلاحظ أن كل جهاز يختص بنوع محدد من السيارات.

شكل(٥-٣): جهاز TECH-2

شكل(٥-٤): جهاز VCM

٥-٢ أجهزة فحص السيارات الشاملة:

تختلف هذه الأنواع بحسب الشركة المصنعة من حيث الجودة والأداء والوظيفة الأساسية و الثانوية مثل برمجة أعطال السيارة، وتختلف باختلاف أنواع الأجهزة فمنها ما يكون شاملاً لجميع أجزاء السيارة وأجهزة أخرى تقتصر على فحص أجزاء معينه .

عند البحث عن جهاز يجب ألا نهتم بشمولية الجهاز فحسب، بل أيضاً بدرجة الامتياز ودقة القراءات والشركة الصانعة.

مثال(١):

تم الكشف بجهاز فحص السيارات الشامل لسيارة NISSAN من نوع SUNNY واكتشف لنا العطل رقم p0105 واعطي المعنى: Air Fuel Ratio هو بذلك لم يحدد العطل وإنما قرأ لنا العطل برقم صحيح وقراءة ليست محدده Air Fuel Ratio.

بالمقابل تم الكشف بجهاز آخر لنفس النوع NISSAN-SUNNY واكتشف لنا العطل رقم p0105 وأعطى القراءة Manifold Absolute Pressure Sensor Circuit Malfunction أي قام بتحديد وتشخيص المشكلة بشكل أدق.

مثال (٢):

تم الفحص بجهاز شامل واكتشف لنا العطل p0300 واعطى القراءة engine Random Misfire . إن الرقم 300 يعدّ عطلاً شاملاً بدون تحديد دقيق .

بالمقابل تم الفحص بجهاز شامل اخر واكتشف لنا الأعطال p0304 Cylinder 4 Misfire و Cylinder7 Misfire P0307 ،أي هناك خطأ في الاشتعال في الأسطوانة رقم 4 و الاسطوانة رقم 7 .

هنا تكمن الأفضلية وأيضاً الفروقات في الأجهزة فبعضها ما هو شامل لكن غير دقيق ولا يحمل بيانات صحيحة (مرجعية) للسيارة وأجهزة أخرى مختصة بالسيارة نفسها أو للنوع نفسه.

هناك اختلاف بين أجهزة فحص السيارات الشاملة فمنها ما يتطلب كمبيوتر محمول أو عادي أو لا يحتاج لجهاز كمبيوتر من أجل فحص سيارة حيث يزود الجهاز نفسه ببرنامج للعمل عليه مثل BOSCH و ليس بالأمر المهم التركيز على شراء جهاز فحص السيارات بالكمبيوتر أو بدونه و إنما الجهاز الذي يفي أو يغطي السيارات التي تريد فحصها.

سنتطرق فيما يلي لدراسة بعض أجهزة الفحص الشاملة:

٥-٢-١ جهاز الفحص G-Scan



الشكل(٥-٥): جهاز G-Scan

يعدّ جهاز G-Scan لتشخيص أعطال السيارات الشامل الكوري أحدث التقنيات المبتكرة في عالم صيانة السيارات، الذى اعتمدته شركتا KIA وHYUNDAI الكوريتان، ويعتمدان عليه بشكل أساسي في صيانة سياراتهما.

يعدّ جهاز G-Scan جهازاً متطوراً جداً ويعمل بتكنولوجيا عالية لأجهزة تشخيص الأعطال، كما يتميز بشموله العديد من السيارات، فهو يعمل على السيارات اليابانية والكورية بكفاءة عالية، بالإضافة إلى تشخيص معظم أعطال السيارات الألمانية والأمريكية بكفاءة عالية ولا يحتاج لكمبيوتر محمول من أجل تشغيله له.

أدى الاندماج الاستراتيجي بين قادة السوق اليابانية INS والسوق الكورية GIT الى إنتاج أفضل أجهزة الفحص وتشخيص أعطال السيارات ويقارب في فعاليته أجهزة OEM المتطورة حيث يمكن القول إنه فعال في فحص السيارات الكورية وعلى وجه الخصوص KIA و HYUNDAI ويقرأ ويمسح جميع الاخطاء الموجودة في السيارة لجميع الانظمة الإلكترونية بما فيها نظام ABS وA\C وSRS و غيرها.

لا يحتوي جهاز G-Scan على قاعدة بيانات في فحص السيارات وإنما يستعين ببرامج صيانة السيارات منها برنامج ميشال الذي تستفيد منه من حيث توفر المخططات لجميع أنواع السيارات.

يستطيع جهاز G-Scan قراءة القيم المرسلة من طرف الحساسات للقيام بالتأكد من عملها أو القيام بفحص الحساسات مباشرة عن طريق الجهاز وأما من ناحية البرمجة فيستطيع الجهاز ضبط الوحدات ولا يقوم بعملية إعادة البرمجة للسيارات ويقوم ببرمجة مفاتيح الـ KIA والـ HYUNDAI بكافة أنواعها.

*بعض مميزات الجهاز:

- مزوّد بشاشة تعمل باللمس :إن التواصل مع المستخدم من خلال شاشة تعمل باللمس تمكن العمل باحترافية عالية وسهولة في التشخيص مع وجود 12 مفتاح للدعم في الوقت نفسه.
- صمم بأحدث تكنلوجيا المكونات المادية لتحقيق المعرفة بكل مواثيق الاتصال الحديثة can_bus من دون الحاجة الى وصلات خارجية للاتصال
- شاشة كريستال من نوع TFT. تتمتع هذه الشاشة بدقة عالية .
- الاتصال بالسيارات 24v مما يعزز الاتصالات مع الباصات والشاحنات الخفيفة ويقبل الاتصال والإشارات للمركبات التجارية 24v .
- معالج مركزي مزدوج للاتصالات والعرض صمم لتحقيق الاستجابة السريعة وسرعة الأداء العالية بواسطة معالجين مركزيين واحد منهم بالكامل يعمل للسيطرة على الاتصال مع السيارات والآخر يعمل لخدمات المستخدم والسيطرة على شاشة العرض .
- بطارية قابلة للشحن : يحتوي على بطارية بوليمر ليثيوم قابلة للشحن.
- بطاقة ذاكرة SD 4GB : لإدخال تطبيقات البرنامج .
- كشف أعطال المحرك و مسحها.
- كشف أعطال نظام الفرامل ومسحها.
- كشف أعطال الوسائد الهوائية Airbag ومسح الأعطال.
- كشف أعطال العداد.
- كشف أعطال نظام التكييف ومسحها.
- فحص علبة السرعة .
- شاشة لمس و سرعة في الفحص.
- تغطية واسعة للسيارات الكورية في الفحص والبرمجة.
- امتلاكه لخاصية برمجة مفاتيح KIA&HYUNDAI و أنواع اخرى.
- خاصية الاتصال عن بعد.

* **من مرفقات الجهاز:**

- ✓ محول كهربائي لتغذية الجهاز.
- ✓ حقيبة تحتوي على كافة أنواع فيش كشف أعطال السيارات.
- ✓ قرص DVD يحتوي على دليل التشغيل

يبين الجدول (٥-١) المواصفات التقنية لجهاز G-SCAN 2

Specifications	Category
3xCPU: Main control board ARM11-400MHz, Communication Board ARM9-266MHz, Measurement Board (optional) ARM9-266MHz	Micro Controller
NAND Flash 128 & SD RAM 256MB, NAND Flash 32MB and SD RAM 8MB x 2	System Memory
16GB SD Card	External Memory
480x234 pixel - 7" TFT LCD (1024 x 600 pixel)	LCD
Touch Screen, Power, Enter & ESC keys, 4 way directional keys, F1~F6 function keys	Input Devices
3 Colour LED	Indication Lamps
Buzzer & Speaker	Sound
Li-Ion Polymer 2100mAh 1cell	Rechargeable Battery
7 - 35V DC (10~35V for charging)	Operating Voltage
PC + ABS resin with rubber shrouds	Housing Material
230 x 146 x 72 mm	Dimension
Approx. 1300g (with VMI pack mounted)	Weight
	Connectivity
1 x USB 2.0 (master) and 1 x mini USB (slave)	External COM Port
On-board	WiFi Module
On-Board	Blue Tooth
	AC/DC Adaptor
100-240V AC	Input Power
50/60Hz	Frequency

	VMI (Vehicle Measurement Interface)
2CHA Mode +-400mv, +-800mv, +-2V, +-4V, +-8V, +-20V, +-40V, +-80V, +-200V, +-400V, 4CHA Mode +-4V, +-8V, +-20V, +-40V, +-80V, +-200V, +-400V	Voltage Division
10 bit	Vertical Resolution
Normal / Peak Mode	Sampling Mode
Supported	AC/DC Coupling
2CHA Mode 100us, 200us, 500us, 1ms, 2ms, 5ms, 10ms, 20ms, 50ms, 200ms, 500ms, 1s, 2s, 5s, 4CHA Mode 200us, 400us, 1ms, 2ms, 4ms 10ms, 20ms, 40ms, 100ms, 200ms, 400ms, 1s, 2s, 4s	Voltage Division
	Digital Multi-Meter
+- 400mv, +- 4V, +- 40V, +- 400V / Auto Range	Voltage
1 ohm ~ 10 meg ohm / Auto range	Resistance
1Hz ~ 10kHz / Threshold level: 2.5~0.5V	Frequency
0.1% ~ 99.9% @ 1Hz ~ 100Hz, 1.0% ~ 99.0% @ 100Hz ~ 1kHz, 3.0% ~ 97.0% @ 1kHz ~ 3kHz, 5.0% ~ 95.0% @ 3kHz ~ 5kHz, 10.0% ~ 90.0% @ 5kHz ~ 10kHz	Duty Cycle
10us ~ 1,000ms	Pulse Width
	Simulation
0.0 ~ 5.0 V	Voltage Signal Output
1Hz ~ 999Hz (50% duty)	Frequency Signal Output
Frequency Range: 1Hz ~ 999Hz, Duty Range: 1% ~ 99% @ 1Hz ~ 99Hz, 10% ~ 90% @ 100Hz ~ 999Hz, Pulse Width: Variable	Actuator Control

✓ الجدول (٥-١): المواصفات التقنية لجهاز G-SCAN 2

٥-٢-٢ جهاز الفحص AutoHex Diagnostic Scan Tool :

Global Diagnostic System (GDS)



الشكل(٥-٦): جهاز الفحص AutoHex

يعدّ جهاز الفحص AutoHex II أداة لمسح وتشخيص الأعطال لبعض أنواع السيارات الكورية واليابانية ويمكنه القيام بكافة الوظائف مثل القراءة / محو رموز الخطأ، بيانات حية للقيم وأجهزة الاستشعار، وتفعيل المكونات والتكيف ، الترميز البديل وبرمجة وحدات التحكم، حيث يتم وصل الجهاز عن طريق منفذ OBD2 ومن ثم ينقل البيانات إلى جهاز الكمبيوتر عن طريق الـ Wifi لاسلكياً أو عن طريق USB cable عن طريق منفذ OBD2 .

تم تصميم جهاز AutoHex II ليكون سريعاً وسهلاً عند الاستخدام وإظهار النتائج والاتصالات، ومجهزاً تجهيزاً كاملاً مع جميع الوظائف المعتمدة في وحدة التحكم الإلكترونية ECU.

*يتألف GDS من:

١- VCI (Module for Vehicle Electronic Control Unit (ECU) Communication:

نظام الاتصال بوحدة التحكم الالكتروني في السيارة

٢- VMI (DVOM, Module for performing measurements Oscilloscope:

نظام لقياس أداء المتغيرات المختلفة (راسم اشارة، مقياس الأفو)

٣- Module communication with TPMS: TPMS
نظام الاتصال بوحدة مراقبة ضغط هواء الإطارات

٤- (Information Terminal): كمبيوتر يقوم بعرض المعلومات القادمة من الـ VCIو VMIمع معلومات تشخيص الأعطال وكيفية اصلاحها

٥- Global Service Way: دعم فني عن طريق الانترنت

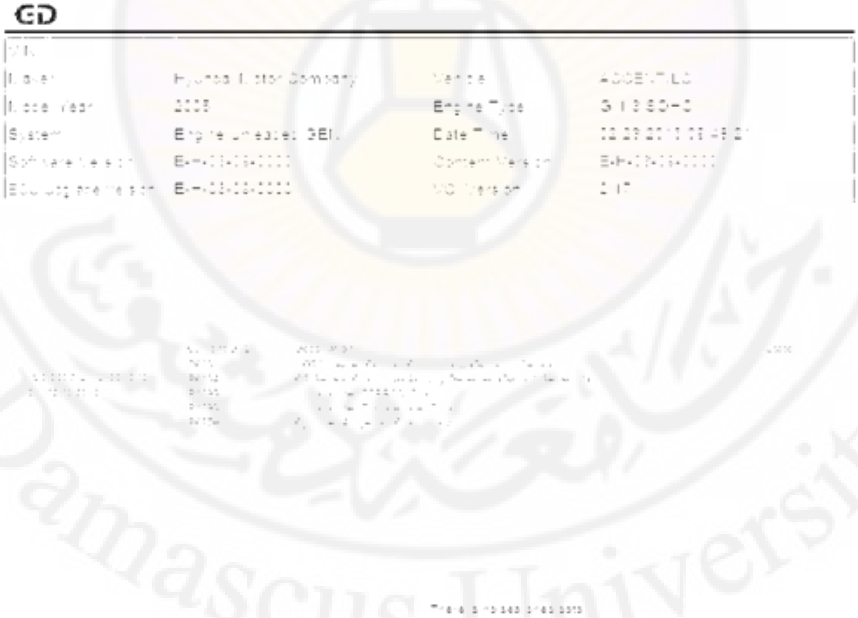
- **مزايا نظام الـ GDS :**

- يساعد استخدام الكمبيوتر على حفظ كمية كبيرة من المعلومات بالإضافة الى عرض الأعطال وتشخيصها والمعلومات المتعلقة بها على شاشة واحدة.
- توفير الوقت خلال عمليات الفحص.
- دعم سريع عن طريق الانترنت عند اصدار تحديثات جديدة.
- امكانية تسجيل معلومات الرحلة لفترات طويلة.
- دعم الاتصال السلكي أو اللاسلكي (لمسافة تصل الى 25m) بين جهاز الفحص والكمبيوتر.
- الجهاز يدعم سيارات KIA، HYUNDI , TOYOTA , NISSAN مع إمكانية دعم باقي السيارات ولكن بحسب الطلب.
- وجود شرح تفصيلي لجميع الأجزاء المتعلقة بالسيارة حول كيفية فكها وتركيبها بالإضافة الى شرح الدارات الموجودة في السيارة.
- إنشاء كود لمفاتيح السيارات CODING.
- إمكانية رسم تغيرات مؤشر معين أو عدة مؤشرات.
- إمكانية إعطاء القيم المرجعية لجميع الحساسات وقيم لحظية عند الفحص.

الشكل(٥-٧) يوضح الواجهة الرئيسية لبرنامج GDS .

الشكل(٥-٧) :الواجهة الرئيسية لبرنامج GDS

والأشكال(٥-٨ و ٥-٩) توضح نتائج فحص بعض السيارات:



الشكل(٥-٨): نتائج فحص بعض السيارات

الشكل(٥-٩): نتائج فحص بعض السيارات

* **المهام التي يقوم بها :**

- قراءة ومسح الأعطال المشخصة DTC
- الحصول على بيانات آنية لقيم محددة
- برمجة وحدة التحكم ECU بعد تبديلها
- برمجة المفاتيح
- قاعدة بيانات لتشخيص الأعطال وإصلاحها عن طريق الانترنت
- الاتصال بالسيارة عن طريق الـ wifi بمدى يصل الى 25m أو باستخدام usb cable
- يفحص سيارات HYUNDAI,KIA,NISSAN,TOYOTA&BMW بعد تزويد الكمبيوتر بالبرامج الخاصة بها.

* **المواصفات التقنية للجهاز:**

Processor	ARM Cortex M3
Power supply	8-30V
Power consumption	2.5 -3.5 W
Max working temperature	50 C

Diagnostic socket	EOBD II 16 Pins
Host Interface	Full speed 12MBPS USB 2.0
Wireless Connection	Wi- Fi 802.11 b/g/n
Operating system	Windows 7, Windows 8 and Windows 10

٥-٢-٣ جهاز (ROXTEC):

شكل (٥-١٠): جهاز ROXTEC

يفحص ويبرمج ويعاير السيارات الحديثة ويعدّ جهازاً متطوراً جداً يعمل بتقنية اللاسلكي، حيث يمكن إجراء عملية الفحص عن بعد من خلال شبك قطعة الاستقبال والإرسال اللاسلكية الى مكان مأخذ الفحص في السيارة وبعدها نقوم بأجراء عمليات البرمجة من على بعد يصل إلى 20m.

يغطي جهاز ROXTEC معظم السيارات الأوروبية والأسيوية والأمريكية وهو قادر على التعامل مع أغلب الأنظمة الموجودة في السيارات الحديثة.

يعمل الجهاز تحت بيئة ويندوز ويمكن تحديثه عن طريق الانترنت، ويقوم بعمل سجل لأسماء الزبائن والاحتفاظ بتقرير عن كل سيارة دخلت الى ورشة الصيانة.

٥-٢-٤ جهاز (LAUNCH):

الشكل (٥-١١):جهاز LAUNCH مع ملحقاته

يعدّ من أفضل أجهزة الفحص في العالم من حيث إمكانياته الواسعة وقدرته على تشخيص أعطال كمبيوترات وأجزاء السيارة الإلكترونية حيث يغطي الجهاز أكثر من 35 نوعاً من السيارات ويعدّ قادراً على فحص 148 نظاماً من فحص المحرك وعلبة السرعة الأوتوماتيكية و الوسائد الهوائية ونظام منع انغلاق الفرامل والعديد من الأنظمة الأخرى ليكون الجهاز الأشمل على الإطلاق.

الجهاز مزوّد بطابعة لإصدار التقارير الفنية قبل وبعد الصيانة، ومزوّد أيضاً بشاشة كبيرة تعمل باللمس و أيضاً هناك كابل رئيسي طويل لسهولة العمل والعديد من الوصلات اللازمة ليتلاءم مع جميع أنواع السيارات ومزود.

يمكن تحديث نظام المعلومات أكثر من 100 مرة سنوياً عن طريق الإنترنت.

٥-٢-٥: جهاز Launch X431 IV :



الشكل(٥-١٢): جهاز Launch X431 IV

* **المواصفات الفنية :**

-امكانية فحص المحرك، صندوق التروس A/T و ABS

-قراءة ومسح الأخطاء.

-قراءة المتغيرات.

-اختبار المكونات.

-برمجة المكونات مثل المفاتيح، رشاشات الديزل، و مضخة الديزل...وغيرهم .

-إعادة ضبط بعض مكونات وحدة التحكم .

-مدمج بطابعة لطباعة التقارير.

* **وظائف الجهاز:**

١-تشخيص أعطال السيارات وإظهار كود/ رمز العطل وكذلك وصف نوع العطل وتحديد مكانه (Red Fault Codes and Description) مع إمكانية مسح العطل Erase Code .

٢-يستخدم في فحص المحرك (Engine) وصندوق التروس الأوتوماتيكي (A/T) والفرامل (ABS) ونظام الوسائد الهوائية (Air Bags) والمفتاح المشفّر (Immobilizer) والكترونيات الجسم والتابلوه وكافة أدوات التحكم الإلكتروني بالسيارة بحسب تجهيز السيارة.

٣-قراءة بيانات السيارة (Data Display) التي تصل إلى وحدة تحكم السيارة (الكمبيوتر) ويعرضها بالكامل على الشاشة في صورة بيانات رقمية (Digital) وكذلك في صورة رسوم بيانية (Graphics) بحيث يمكّن المستخدم من قراءة كل بيانات السيارة بالكامل، وذلك لمراجعة كل البيانات الحالية للمركبة.

٤-اختبار التشغيل والإيقاف لأي جزء في السيارة (Actuation Test) مثل اختبار إيقاف إحدى الرشاشات أو قطع الإشعال عن اسطوانة معينة، أو تشغيل أي مضخة أو مروحة أو التكييف أو التحكم في فتحة الخانق .

٥-عمل توافق (Adaptation) بين أي جزء جديد يتم تركيبة (قطع غيار إلكترونية أو ميكانيكية) وبين وحدة التحكم وباقي أجزاء المركبة وذلك ليتعرف كمبيوتر السيارة على المكون الجديد.

***أهم مزايا الجهاز:**

١-مزود باللغة بالعربية واللغة الإنجليزية.

٢-برامج الجهاز مخزنة على كارت تخزين (CF Card) ذي سعة عالية ٦٤ ميجا، مع إمكانية التحديث.

٣-يتم تحديث برامج الجهاز باستخدام الانترنت ومن خلال جهاز كمبيوتر في أي وقت للعمل على أي موديل يظهر في الأسواق.

٤- لكل جهاز كلمة سر للدخول على موقع الانترنت www.x431.com

٥-تقدم الشركات المصنّعة تحديثاً مجانياً للبرنامج لمدة عام .

٦-تسجيل بيانات العملاء (الاسم – العنوان – التليفون – البريد الإلكتروني – رقم السيارة – نوعها....

٧- ساعة عالمية لمعرفة التوقيت في أي عاصمة من عواصم العالم.

٨- قاموس لترجمة الكلمات.

٩- مزود بآلة حاسبة علمية تحتوي على إمكانية تحويل الكميات مثل (الطول والوزن والحجم.....).

١٠-يعمل بنظام LINUX المماثل لنظام Windows مما يسهل التعامل مع الجهاز.
١١-لا يحتاج الجهاز إلى صيانة دورية وإنما يحتاج لتحديثه كلما ظهرت موديلات حديثة.

*المرفقات مع الجهاز:

- ✓ الكابل الرئيسي
- ✓ كتالوج الجهاز
- ✓ كابلات جميع السيارات الحديثة و ما قبلها
- ✓ كابلات توصيل الكهرباء للجهاز من الولاعة و من بطارية السيارة

٥-٢-٦ جهاز Launch X-431 Pro 3 :

ا

ا

الشكل(٥-١٣): جهاز Launch X-431 Pro 3

يعمل الجهاز بنظام Android، ولا يختلف كثيراً عن الهواتف الذكية مما يجعل استخدامه سهلاً، يحتوى على معظم أنواع السيارات من مختلف أنحاء العالم، ويحتوى أيضاً على وظائف فعالة في تشخيص أعطال السيارات، ويتم التواصل بين الجهاز والسيارة عن طريق البلوتوث مما يسهل الحركة أثناء العمل.

***مميزات الجهاز:**



الشكل(٥-١٤): جهاز Launch X-431 Pro 3

١. تابلت بمواصفات عالية الجودة.
٢. تشخيص شامل لجميع أجزاء السيارة.
٣. التشخيص عن طريق البلوتوث، لتجنب متاعب الأسلاك.
٤. إدارة بيانات العملاء.
٥. قاعدة بيانات للصيانة وتسجيل الأعطال لكل سيارة.
٦.تحديث الـ Software بسهولة عن طريق الأنترنت.

*** وظائف الجهاز:**

١. تشخيص أعطال السيارات بإظهار كود العطل وكذلك وصف نوع العطل وتحديد مكانه (Red Fault Codes and Description) مع إمكانية مسح العطل(Code Erase).

٢. يستخدم في فحص المحرك (Engine) وصندوق التروس الإلكتروني (A/T) والفرامل (ABS) ونظام الوسائد الهوائية (Air Bags) والمفتاح المشفر (Immobilizer) والكترونيات الجسم والتابلوه وكافة أدوات التحكم الإلكتروني بالسيارة بحسب تجهيز السيارة.

٣. قراءة بيانات السيارة (Data Display) التي تصل إلى وحدة تحكم السيارة (الكمبيوتر) ويعرضها بالكامل على الشاشة في صورة بيانات رقمية (Digital) وكذلك في صورة رسوم بيانية ليتمكن المستخدم من قراءة بيانات السيارة بالكامل، وذلك لمراجعة جميع البيانات الحالية للمركبة.

٤. اختبار التشغيل والإيقاف (Actuation Test) لأي جزء في السيارة مثل اختبار إيقاف إحدى الرشاشات أو قطع الإشعال عن اسطوانة معينة، أو تشغيل أي مضخة أو مروحة أو التكييف أو التحكم في فتحة الخانق ...

٥. عمل توافق بين أي جزء جديد يتم تركيبة (قطع غيار إلكترونية أو ميكانيكية) وبين وحدة التحكم وباقي أجزاء المركبة وذلك ليتعرف كمبيوتر السيارة على الجزء الجديد.

٦. يعمل على جميع موديلات السيارات مثل:

السيارات الكورية : KIA- HYUNDI- DAEWOO...

السيارات اليابانية : NISSAN- SUZUKI- MITSUBISHI- TOYOTA - ISUZU -SUBARU- DAIHATSU- MAZDA- HONDA...

السيارات الأوربية : RENAULT- VW- BMW- MERCEDES- SKODA -FIAT-OPEL -Citroen- PEUGEOT...

السيارات الأمريكية : GM- JEEB- FORD...

السيارات الصينية : BYD - CHERY...

°من مميزات الجهاز:

١. يعمل باللغة العربية واللغة الإنجليزية.
٢. يتم تحديث برامج الجهاز باستخدام الإنترنت أي وقت للعمل على أي موديل يظهر في الأسواق.
٣. لكل جهاز كلمة سر للدخول على موقع الانترنتwww.x431.com
٤. تقدم الشركات المصنّعة تحديثاً مجانياً للبرنامج لمدة عام .
٥. يعمل بنظام Android .
٦. لا يحتاج الجهاز إلى صيانة دورية لكن يحتاج إلى تحديثه فحسب كلما ظهرت موديلات أو ماركات جديدة .

٥-٢-٧: جهاز MRECEDES-STAR:

الشكل (٥-١٥): جهاز MRECEDES-STAR مع ملحقاته

يساهم جهاز فحص شاحنات مرسيدس في تمكين ورشة صيانة الشاحنات، حيث يمنح الجهاز التحكم الكامل في الفحص والبرمجة و كل الخصائص المتوفرة في وكالات مرسيدس.

يمتلك الجهاز العديد من الخصائص في الفحص، حيث يغطي كل ما هو موجود في شاحنات MERCEDES وأهمها:

- كشف أعطال المحرك ومسحها

- كشف أعطال نظام الفرامل ومسحها
- كشف أعطال نظام تعليق الهوائي
- كشف أعطال العداد وتغيير فيه
- كشف أعطال العلبة المركزية
- كشف أعطال نظام التكييف ومسحها
- فحص علبة السرعة التروس

- **مميزات جهاز STAR:**

- تغيير تحديد السرعة في الشاحنات
- تغيير وتعديل في اللغة الموجودة في الشاشات
- تعديل وتغيير في خصائص الأنظمة الإلكترونية (تفعيل أو إلغاء خصائص).
- امكانية برمجة كمبيوترات في حال الرغبة في التغيير وتعريفه لتشغيل الشاحنة

- **ملحقات الجهاز:**

- كابل كشف أعطال عادي ١٦ نقطة
- كابلات كشف أعطال عددها ٣
- HD خارجي تستعمله مع أي كمبيوتر يحتوي على كافة برامج شركة MERCEDES
- قطع توصيل لاستعمال الجهاز ستار مع أي كمبيوتر محمول

٥-٢-٨ جهاز (CHECKER):



الشكل(٥-١٦): جهاز (CHECKER)

جهاز عملي جداً يغطي سيارات VW,SKODA,AUDI&SEAT، يتعامل مع جميع أنظمة السيارة بدون استثناء ويدعم بروتوكول CAN BUS الحديث جداً. يعدّ الجهاز من أفضل الأجهزة للاستعمالات السريعة وهو يغني عن وصل الكمبيوتر المحمول الى السيارة من أجل عملية برمجة سريعة ، إذ إنه مزود بشاشته الخاصة ولا حاجة لاستعمال كمبيوتر شخصي .

٥-٢-٩ جهاز VAG :

هو أيضاً من الأجهزة القادرة على فحص وبرمجة مجموعة سيارات VW,SKODA,AUDI&SEAT ويعدّ مكافئاً تماماً لجهاز الشركة الأصلي، لا، بل إن استعماله أسهل من جهاز الشركة الأصلي. يوجد منه عدة نماذج:

الشكل(٥-١٧): جهاز VAG

الجهاز مزوّد بوصلة ذات ١٦ نقطة يعمل على أي كمبيوتر بوصلة سريعة، وكذلك قابل للتطوير ولحل مشاكل المفاتيح والتابلوه لموديلات معينة مع بنك معلومات كامل لكافة أنواع سيارات مجموعة VW .

٥-٢-١٠ جهاز فحص VW :

الشكل (٥-١٨): جهاز فحص VW

يعدّ الجهاز الأصلي لسيارات VW,SKODA,AUDI&SEAT ويعمل بتقنية اللمس ومزوّد بوصلة ذات ١٦ مخرجاً ووصلة لشاحنات VW مع بنك معلومات كامل لكافة أنواع سيارات مجموعة VW، ومن الجدير بالذكر أن الجهاز يحمل البرنامج نفسه الخاص بوصلة VAG.

٥-٢-١١ جهاز (AUTOXRAY) :

الشكل (٥-١٩): جهاز فحص AUTOXRAY

يتعامل الجهاز مع كافة بروتوكولات الكمبيوترات في السيارات الأمريكية بما فيها بروتوكول can bus الحديث جداً ، وهو البروتوكول المعتمد للسيارات الحديثة من سنة 2004 فما بعد وهو معد لسنة 2028 ، هذا وتوفر الشركة المصنعة لزبائنها تحديثاً مجانياً عن طريق الإنترنت .

يغطي الجهاز السيارات الآتية:

- FORD من سنة ١٩٨٣ الى الآن
- GMC من سنة ١٩٨٢ الى الآن
- JEEP من سنة ١٩٩١ الى الان
- TOYOTA من سنة ١٩٩٦ الى الآن
- HONDA من سنة ١٩٩٦ الى الآن

- NISSAN من سنة ١٩٩٦ الى الآن

و العديد من أنواع السيارات العالمية التي تعمل بالنظام الأمريكي

٥-٢-١٢ جهاز فحص OPEL :



الشكل (٥-٢٠): جهاز فحص OPEL

تعدّ هذه الوصلة من الإصدارات الحديثة للشركة المصنعة والرائدة في مجال أجهزة فحص السيارات، حيث يغطي الجهاز كافة أنظمة سيارات OPEL ويعمل بكفاءة تامة عن طريق وصله بأي كمبيوتر محمول أو كمبيوتر شخصي.

ما يميز الجهاز أيضاً هو سرعة استجابته للأوامر الصادرة من وإلى السيارة .

٥-٢-١٣ جهازي SUN & HANA TECH :

يعدّ جهاز HANA TECH متخصصاً بالسيارات الاسيوية في حين يغطي جهاز SUN أنواعاً محدودة من السيارات الأوروبية

الشكل (٥-٢١): جهاز فحصHANA TECH



الشكل (٥-٢٢): جهاز الفحص SUN

٥-٢-١٤ جهاز الفحص والتشخيص HI – SCAN Pro:

جهاز متطور مختص لتشخيص أعطال السيارات اليابانية والكورية ويلبي كافة الاحتياجات لتشخيص الأعطال و برمجة السيارات .

ينصح به على وجه الخصوص لورشات صيانة HYUNDAI حيث إنه الجهاز المعتمد لدى مصنعي سيارات HYUNDAI .

الشكل (٥-٢٣): جهاز الفحص HI – SCAN Pro

* يوفر جهاز HI – SCAN Pro الوظائف التالية:

١) اتصال تشخيصي مع كافة أنظمة التحكم الإلكترونية
٢) دعم بروتوكول الاتصال OBD-II
٣) وظيفة مرسمة ذبذبات رقمية
٤) محاكاة إشارة مستشعر سرعة السيارة
٥) اختبار عمل المشغلات Actuators test
٦) تحليل الحساسات
٧) تحليل الأعراض

توفر هذه الوظائف سهولة وشمول تشخيص الأنظمة التي يتم التحكم فيها إلكترونياً، مثل:

١) وحدة التحكم في مجموعات نقل الحركة (PCM)
٢) وحدة التحكم في المحرك (ECM)
٣) وحدة التحكم في ناقل الحركة (TCM)
٤) إدارة العزم الذكية (ITM) والعزم عند الطلب (TOD)
٥) التحكم التلقائي الكامل في درجة الحرارة (FATC)

٦) نظام الحماية الإضافي (SRS) ونظام الكبح المانع للانغلاق (ABS) ونظام التحكم في الجر (TCS)

٧) برنامج الثبات الإلكتروني (ESP) ووحدة التحكم في الهيكل (BCM).

*مجموعة HI – SCAN Pro

الشكل (٥-٢٤): مجموعة HI – SCAN Pro

*المجموعة القياسية:

يتضمن جهاز HI-SCAN Pro العناصر القياسية التالية :

١) كابل DLC ذو ١٦ سناً: يستخدم لتوصيل الهيكل الرئيسي لجهاز HI-SCAN PRO بمأخذ التشخيص بالسيارة.

٢) مهايئ كابل DLC ذو ١٢-١٦ سناً: عبارة عن وصلة بين الهيكل الرئيسي لجهاز HI – SCAN Pro وكابل DLC من نوع ١٦ سناً عند اختبار موصلات من نوع ١٢ سناً.

٣) كابل طاقة قدّاحة السجائر : يستخدم لتزويد الهيكل الرئيسي لجهاز HI-SCAN Pro بالطاقة الكهربائية من مقبس قدّاحة السجائر بالسيارة.

٤) كابل مد الطاقة: يُستخدم لتزويد الهيكل الرئيسي لجهاز HI-SCAN Pro بالطاقة مباشرةً من بطارية السيارة.

٥) مجموعة مجس مرسمة الذبذبات: لقياس الإشارات بواسطة وظيفة مرسمة الذبذبات أو للحصول على إشارة الخرج لمشغل Actuator .

٦) كتاب دليل التشغيل: يقدم إرشادات للمستخدم حول جهاز HI-SCAN Pro.

٧) بطاقة البرنامج: تحوي البطاقة على البرنامج الرئيسي اللازم لتشغيل HI-SCAN PRO ويكون حجم البطاقة هو ١٦ ميجابايت.

٨) كابل RS-232C: يستخدم هذا الكابل لتوصيل جهاز HI-SCAN PRO بطابعة الكمبيوتر.

٩) مجموعة إعادة البرمجة مع المهايئات: يستخدم لإعادة برمجة وحدة التحكم في المحرك أو لإعادة برمجة وحدة التحكم في ناقل الحركة .

***تهيئة وتوصيل جهاز الفحص HI – SCAN Pro :**

الشكل (٥-٢٥): طرق توصيل HI – SCAN Pro

***توصيل HI-SCAN Pro :**

يمكن تزويد جهاز HI-SCAN PRO بالطاقة من أربعة مصادر:

١) كابل طاقة قدّاحة السجائر: يمكن الحصول على الطاقة من مقبس قدّاحة السجائر بالسيارة بواسطة هذا الكابل، مع ملاحظة أنه لايمكن الحصول على الطاقة من مقبس قدّاحة السجائر عندما يكون مفتاح الإشعال في وضع إيقاف التشغيل "OFF" أو عندما يكون المحرك قيد التدوير.

٢) كابل مد الطاقة: يمكن الحصول على الطاقة من بطارية السيارة بغض النظر عن وضع مفتاح الإشعال أو وضع تدوير المحرك.

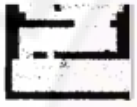
٣) موصل وصلة البيانات (DLC): تقوم المركبات المزودة ببروتوكول الاتصال OBD-II أو EOBD بإمداد الطاقة إلى جهاز HI-SCAN PRO عبر كابل DLC من دون الحاجة إلى مصدر طاقة إضافي.

٤) بطارية داخلية قابلة لإعادة الشحن: إذا توفرت بطاريات اختيارية قابلة لإعادة الشحن، عندها يمكن تشغيل جهاز HI-SCAN PRO بشكل مستقل عن أي مصدر طاقة خارجي ، وعند انخفاض جهد البطاريات الداخلية لأقل من الحد الأدنى ، سيقوم جهاز HI-SCAN PRO بعرض الرسالة BATTERY VOLTAGE LOW ! RECHARGE BATTERY (انخفاض جهد البطارية ! أعد شحن البطارية). بعد عرض هذه الرسالة، سيتم إيقاف تشغيل HI-SCAN PRO.

***طريقة التوصيل :**

بالنسبة للمركبات المزودة بموصل وصلة البيانات (Data Link) من نوع ١٦ سناً، يتم إمداد الطاقة بواسطة كابل DLC، ولا تكون هناك حاجة لمصدر طاقة إضافي . بالنسبة للطرز الأقدم (الطرز قبل 1996)، تكون هناك حاجة لمصدر طاقة إضافي، ويتطلب الأمر أيضاً توصيل كابل مهايئ DLC .

***لوحة مفاتيح التشغيل والإيقاف والشاشة الرئيسية:**



الشكل(٥-٢٦):لوحة مفاتيح HI-SCAN Pro والشاشة الرئيسية

يعمل جهاز HI-SCAN Pro بشاشة LCD لعرض المعلومات للمستخدم وبلوحة مفاتيح الإدخال.

لوحة المفاتيح:

1- مفاتيح الوظائف المرنة:

يؤدي الضغط على مفتاح الوظيفة المرنة إلى تنفيذ الأمر الموضح على الشاشة فوق ذلك الزر .

2 و 3- مفاتيح الوظائف الثابتة:

يؤدي الضغط على مفاتيح الوظائف الثابتة إلى حدوث الإجراء الموضح في المفتاح .

4- المفاتيح الرقمية:

تتيح المفاتيح الرقمية إدخال القيم الرقمية الموضحة في المفتاح.

5- مفاتيح التوجيه:

تتحكم مفاتيح التوجيه في حركة المؤشر.

***التشغيل / إيقاف التشغيل :**

يتم تشغيل جهاز HI-SCAN Pro بالضغط على الزر ON/OFF وسيستجيب الجهاز بعد حوالي 0.5 sec من خلال عرض شاشة الشعار وبعدها شاشة إصدار البرنامج التي تقوم بعرض إصدار البرنامج الذي تحويه بطاقة البرنامج. لإيقاف تشغيل جهاز HI-SCAN Pro ، اضغط مع الاستمرار على الزر ON/OFF لمدة ثانيتين تقريباً. وهذا الزر الذي لا يعمل إلا بالضغط المطول يضمن عدم إيقاف تشغيل جهاز HI-SCAN Pro بفعل الضغط غير المقصود على الزر ON/OFF.

*الشاشة الرئيسية :

تقسم الشاشة LCD إلى ثلاث مناطق بيانات رئيسية:

A- عنوان الشاشة الحالية

B- المحتويات الرئيسية: وتوضح للمُشغل الخيارات المتوفرة حاليًا للاختيار.

C. - مفاتيح الوظائف المرنة:

يشير "مفتاح الوظيفة المرنة" إلى وظيفة محدّدة بواسطة برنامج HI-SCAN Pro التي تتغير وفقاً للقسم المستخدم من البرنامج. يتم تحديد الإجراء الناتج عن استخدام مفتاح وظيفة مرنة معين في لحظة ما، من خلال الوصف الظاهر على الشاشة مباشرة فوق مفتاح الوظيفة المرنة المستخدم.

على سبيل المثال لاختبار سيارات KIA KIA vehicle Diagnosis :

عند اختيار (1) KIA Vehicle Diagnosis ثم الضغط على الزر ENTER، يتم عرض كافة طُرز كيا في قائمة الشاشة المقسّمة. يمكن بعدها تحديد السيارة المناسبة باستخدام أزرار الأسهم لأعلى/لأسفل ولليسار/لليمين ثم تأكيد الاختيار بالضغط على الزر ENTER .

***شجرة قائمة HI – SCAN Pro**

الشكل(٥-٢٧):شجرة قائمة HI-SCAN Pro

بعد اختيار الطراز، تفتح قائمة فرعية وبالتالي لابد من الانتباه إلى هذه القوائم الفرعية المختلفة لاختيار الطراز الصحيح.

يعرض الشكل المختلف (أ) الميزات التالية :

(1) Diagnostic Trouble Codes:عند تحديد Diagnostic Trouble Codes أي (كود / رمز تشخيص الأعطال) والضغط على الزر ENTER، سيتم عرض الأعطال الموجودة حالياً . ويمكننا مفتاح الوظيفة المرنة F2 من مسح كود / رمز تشخيص الأعطال. لابد من التأكيد على الاختيار بالضغط على الزر YES (موافق). ويمكننا مفتاح الوظيفة المرنة F4 من عرض الظروف المحيطة التي تم فيها تعيين كود / رمز تشخيص الأعطال.

Current Data (2) : عند تحديد Current Data والضغط على الزر ENTER، سيتم عرض البيانات الحالية.

مفتاح الوظيفة المرنة F1 :

يمكننا مفتاح الوظيفة المرنة F1 من تثبيت أي عنصر ، حيث يتم تثبيت العنصر المحدد ولا يتحرك عند الانتقال خلال الشاشة. وهذا يتيح لنا إجراء مقارنة مباشرة بين عناصر معينة. يمكن تثبيت ما يصل إلى ٨ عناصر كحد أقصى ، ويتم وضع علامة نجمة أمام العناصر المثبتة .

مفتاح الوظيفة المرنة F2 :

يمكننا مفتاح الوظيفة المرنة F2 من رؤية ما يصل إلى ٢٢ عنصراً مرة واحدة. ويتيح مفتاح الوظيفة المرنة F5 تغيير عدد العناصر المعروضة أو تبديل الحالات التي تكون "نشطة" بين ٨ (الحد الأقصى) أو ٤ أو ٢ (الحد الأدنى) .

مفتاح الوظيفة المرنة F5 :

يمكننا مفتاح الوظيفة المرنة F5 من رؤية العناصر المحددة على شكل رسم بياني. هنا لابد من تثبيت العناصر قبل التمكن من استخدام هذه الميزة. يمكن رؤية عنصرين معاً بحد أقصى في وظيفة الرسم البياني.

مفتاح الوظيفة المرنة F6 :

تتوفر وظيفة Help (تعليمات) عند الضغط على مفتاح الوظيفة المرنة F6. وفيها يمكننا رؤية Tips (تلميحات) و Wave (الموجة) و Circuit (الدارة الكهربائية) و Flow (التدفق) و Case (الحالة).

الشكل(٥-٢٨):الوظيفة Flight Record

***سجل الرحلة Flight Record :**

يمكننا سجل الرحلة من تسجيل العناصر المختارة واستعراضها. ويكون هذا مفيداً عند حدوث الأعطال بشكل عشوائي أو أثناء القيادة. يتم تعيين وظيفة سجل الرحلة بواسطة مفاتيح الوظائف المرنة التالية :

مفتاح الوظيفة المرنة F1 (Fix): يقوم هذا المفتاح بتحديد أو إلغاء تحديد العناصر التي يتم تسجيل البيانات لها. ويتم تعيين العناصر المثبتة من خلال وضع علامة نجمة على يسار رقم العنصر على شاشة جهاز HI-SCAN Pro. وعدد العناصر التي يمكن تحديدها لوظيفة سجل الرحلة هو ثمانية عناصر.

يتم عرض الفاصل الزمني لأخذ عينة البيانات في وسط السطر السفلي من الشاشة.

مفتاح الوظيفة المرنة F6 (RCRD): يبدأ تسجيل البيانات عند الضغط على هذا المفتاح وينتهي عند الضغط على زر END أو ESC. أثناء تسجيل المعلومات تظهر الرسالة Now Recording (جاري التسجيل) على الشاشة، وفي حالة تجاوز البيانات الجاري تسجيلها لسعة ذاكرة جهاز HI-SCAN، تتم الكتابة فوق أول بيانات مسجلة

للجلسة الحالية تدريجياً مع استمرار التسجيل. عند الحاجة إلى زيادة مساحة الذاكرة، ينبغي تثبيت بطاقة توسعة الذاكرة الاختيارية.

مفتاح الوظيفة المرنة F5 (TRIG): يستخدم هذا المفتاح لتعيين نقطة البدء في هذا التسجيل.

يتم تعيين وظيفة استعراض سجل الرحلة بواسطة مفاتيح الوظائف المرنة التالية :

مفتاح الوظيفة المرنة F (CALL5): يستخدم هذا المفتاح لإعادة تشغيل البيانات المسجلة. يمكن استعراض البيانات المسجلة أكثر من مرة حتى تتم الكتابة فوقها عند الضغط على زر التسجيل . في حالة تثبيت بطاقة توسعة الذاكرة، ستظهر الرسالة "حدد الذاكرة Select Memory with (UP/DOWN) and Press (ENTER) بالأسهم (أعلى/أسفل) ثم اضغط على ENTER". وتشير Memory 1 (الذاكرة ١) إلى الذاكرة الداخلية بجهاز HI-SCAN Pro. أما Memory 2 (الذاكرة ٢) و Memory 3 (الذاكرة ٣)، فتشير كل واحدة منها إلى بطاقة توسعة الذاكرة .

مفتاح الوظيفة المرنة F1 (GRPH): ويستخدم هذا المفتاح لرؤية الصور الرسومية للعناصر المسجلة.

الشكل(٥-٢٩):الوظيفة Actuation Test

يمكننا وضع Actuation Test (اختبار التشغيل) من تشغيل بعض المشغلات من خلال استخدام HI-SCAN Pro. ويمكن تغيير المشغل المطلوب تشغيله بالضغط على زر السهم لأعلى/لأسفل. يجب إجراء الاختبار والسيارة في الحالة الموضحة بواسطة condition على الشاشة، على سبيل المثال:

Ignition key On " مفتاح الإشعال يعمل ،أو المحرك متوقف Ignition Key Off .

(التحقق من التعريف) Identification Check :

توضح هذه الميزة معلومات حول رقم وحدة التحكم و إصدار البرنامج.

"إعداد البيانات (تحويل الوحدات)" Data Setup& Unit Conversion

تستخدم لتعديل إعدادات الجهاز .يمكن إعداد العناصر التالية:

١. Hold last tool box screen: هنا لدينا خياران إما YES أو No .عند اختيار YES ، سيتم فتح آخر مركبة محددة في (1) Vehicle Diagnosis"

٢. الصوت Sound : ON (تشغيل) أو OFF (إيقاف تشغيل). عند اختيار ON ، سيتم إصدار إشارة مسموعة عند كل ضغطة زر .

٣. اللغة Language : Basic (أساسية). لا يمكن تغييرها

٤. تحويل الوحدات Conversion Unit : من هنا يمكننا إعداد الوحدات على سبيل المثال السرعة بـ km/hr أو mile/hr ، درجة الحرارة بالدرجات المئوية أ و الفهرنايت، وهكذا...

٥. و٦: غير قابل للتطبيق

٧. اختبار ذاتي Self Test : عند اختيار Yes ، يقوم جهاز HI-SCAN Pro بإجراء اختبار ذاتي في كل مرة يتم فيها تشغيله.

الشكل(٥-٣٠): الوظيفة Symptom Analysis

***(تحليل الأعراض) Symptom Analysis:**

عندما يشكو العميل من بعض المشاكل بسيارته ولا نتمكن من اكتشاف أي كود/ رمز للمشاكل أو أية قراءة لبيانات شاذة، يمكن تعقب مشكلة السيارة باستخدام وظيفة تحليل الأعراض هذه ، وبحسب الأعراض التي تظهر في السيارة، نحدّد العنصر المتعلق بمشكلة السيارة، ثم نتأكد من هذه الاحتمالية. حيث رقم 1 هو أعلى احتمالية للمشكلة وتتناقص الاحتمالية وفقاً للترتيب الرقمي .

مفتاح الوظيفة المرنة F4 (DATA):

يؤدي الضغط على مفتاح الوظيفة المرنة F4 إلى فتح البيانات الحالية المرتبطة بالعنصر المحدد

مفتاح الوظيفة المرنة F6 (HELP):

بالضغط على المفتاح F6 نحصل على التعليمات، وهنا يمكننا رؤية العناصر التالية :

Tips (تلميحات)؛ تعطي معلومات عن مبدأ التشغيل، مواصفات الخدمة ومعايير تشغيل-إيقاف التشغيل .

Wave (الموجة)؛ تعطي معلومات عن أشكال الموجات الطبيعية .

Case (الحالة)؛ تعطي معلومات عن الحالات التي تم إبلاغ كيا موتورز بها بما في ذلك تلميحات الحلول مثل Field Fix (تصحيح المجال).

Circuit (الدارة الكهربائية)؛ تعطي معلومات عن الدارة الكهربائية للعنصر المحدد

FLOW (التدفق)؛ هو عبارة عن مخطط تدفق تشخيصي، يشبه مخطط التدفق الوارد في دليل الورشة.

الشكل(٥-٣١): الوظيفة Meter

*المقياس **Meter** :

يوفر الجهاز HI-SCAN Pro طرقاً عديدة لإنجاز تحليل البيانات. يمكننا استخدام وظيفة Meter في Tool Box (مربع الأدوات) من قياس فرق الجهد والمقاومة وشدة التيار والتردد وإشارات التشغيل.

إعداد قياس التردد: يمكن بالضغط على المفتاح F2 قياس التردد ، ويمكن تحديد وحدة الخرج لتكون بالهرتز أو بعدد الدورات في الدقيقة (rpm) .

إعداد قياس المقاومة؛ يمكن بالضغط على المفتاح F3 قياس المقاومة . وقبل قياس المقاومة ينبغي أن نقوم بضبط الجهاز HI-SCAN Pro على قيمة الصفر.

إعداد قياس شدة التيار؛ لقياس شدة التيار يجب استخدام لاقط التيار .

ملاحظة : لاقط التيار عبارة عن أميتر يعمل ببطارية، ويشار إليه أحياناً بالأميتر الحثّي، حيث يقوم بقياس تدفق التيار من خلال استشعار قوة المجال المغناطيسي المتولد حول السلك عند سريان تيار كهربائي فيه.

*محاكي الحساس Sensor Simulator :

تستخدم هذه الميزة لمحاكاة إشارة سرعة السيارة مع عداد السرعة ضمن مجموعة العدادات.

*المقياس الرسومي Graph Meter:

يمكننا Graph Meter من رؤية القياسات على شكل رسم بياني.

***إعادة ضبط القيم التكيفية بجهاز HI-SCAN Pro**



الشكل(٥-٣٢): وظيفة إعادة ضبط القيم التكيفية

تستخدم هذه الوظيفة لإعادة ضبط القيم المعروفة، مثل تقطع الوقود واللاتعشيق التكيفي ، موضع الخانق التكيفي ونموذج التغيير بناقل الحركة الأوتوماتيكي...

٥ -٣ : أجهزة برمجـة وحدات التحكم ECU في السيارة:

الشكل(٥-٣٣):ECU

من الممكن ظهور عدد من الأعطال في السيارات الحديثة وخاصة تلك الأعطال المتعلقة بالوحدات الإلكترونية وعلى وجه الخصوص كمبيوتر السيارة ، مما يترتب من خلالها مجموعة من الأعطال والتي تسبب خللاً في أداء المحرك لعمله بشكل جيد ،وحيث أن كمبيوتر السيارة عبارة عن وحدة إلكترونية أو بورد كغيره قابل للتلف ،هنا لابد من تمييز التلف الحادث، حيث هنالك تلف وسببه شرارة كهربائية أو حساس ما أو سلك مقطوع أو ماء أو غيرها من الأمور التي تجعل مكان تلف الـ ECU ظاهرياً وعادة ما تكون المنطقة سوداء بغض النظر عن نوع القطعة الإلكترونية التالفة، وهنا نجد حالتين:

- إما البورد قد تلف بما فيه من قطع الكترونية هنا لا سبيل لإصلاح العقل.
- أو كانت القطعة الإلكترونية لوحدها هي التالفة فهنا نلجأ لتغييرها فحسب.

الحالة الشائعة أن تكون جميع القطع الإلكترونية سليمة لكن أداء المحرك يبقى غير عادي ويمكن أن نتوصل من خلال جهاز تشخيص الأعطال إلى تحديد العطل وليكن حساساً على الرغم من القيام بفحصه أو حتى تغييره في سبيل التأكد إلا أن العطل يبقى يظهر في كاشف الأعطال فتستنتج من ذلك أن الـ ECU هي السبب و بالتالي نلجأ إلى

تغييره. هنا ولإصلاح الـ ECU لابد من القيام بعملية إعادة البرمجة وعلى وجه الخصوص تعديل و تغيير برنامج كمبيوتر السيارة باستخدام أجهزة التشخيص المناسبة.
من الطبيعي أن أجهزة التشخيص الخاصة بالوكالات هي الوحيدة التي تملك خاصية البرمجة للعقول الإلكترونية للنوع المحدد مع إمكانية الإصلاح من دون أي جهد يذكر مع الاستفادة من برمجة المفاتيح لجميع الأنواع.
أخيراً نذكر أن هناك اختلافاً بين أجهزة فحص السيارات فمنها ما يتطلب حاسباً محمولاً أو عادياً أو ما يعرف جهاز فحص السيارات بالكمبيوتر، ومنها ما لا يحتاج لجهاز كمبيوتر من أجل فحص السيارة لوجود برنامج للعمل عليه .ليس بالأمر المهم التركيز على شراء جهاز فحص السيارات بالكمبيوتر أو بدونه و إنما الجهاز الذي يفي بالغرض أو يغطي السيارات المطلوب فحصها، أما أجهزة تشخيص أعطال السيارات الخاصة بكل نوع هي تلك الأجهزة الموجودة لدى وكلاء صيانة السيارات، حيث الميزة الاساسية لها هو التحكم الكامل في تشخيص أعطال سيارات محدّدة، مثلاً جهاز فحص TOYOTA يكون فعالاً لهذا النوع من السيارات ،ولكن المشكلة الوحيدة في أجهزة تشخيص أعطال السيارات الخاصة بنوع محدد هي صعوبة التعامل معها لغير المتمكن في تشخيص أعطال السيارات الحديثة مقارنة بأجهزة تشخيص أعطال عموم السيارات لكنها تبقى الأكفأ في تشخيص أعطال السيارات.

٥-٤ رموز / كود الأعطال ولمبة التحذير:

Trouble Codes Turn On Your Check Engine Light

من المعلوم أنه وعندما تضيء لمبة التحذير يكون ذلك دلالة على وجود عطل معين في السيارة تم اكتشافه وتخزينه، وأن إضاءة لمبة التحذير لتنبيه السائق أن هناك عطلاً في أحد مكونات منظومات التحكم مما قد ينعكس سلباً على أداء المركبة.

٥-٤-١ أشكال رموز الأعطال: Types of Trouble Codes

إن رمز الكود عبارة عن أبجدية رقمية تتوافق مع أعطال معينة وهذه الأبجدية تم إنشاؤها من قبل جمعية مهندسي السيارات(Society of Automotive Engineers (SAE

التي تتوافق طبعاً مع أنظمة تشخيص الأعطال في كل من الولايات المتحدة وكذلك اعتمدت من قبل المصنعين في أوروبا وآسيا.

بالتدقيق في الجداول الخاصة برموز الأعطال نلاحظ أنه يمكن تصنيف هذه الرموز إلى أربع مجموعات كل منها تتبع مجموعات محددة في السيارة وعلى النحو الآتي:

المجموعة الأولى التي تبدأ بحرف P

المجموعة الثانية التي تبدأ بحرف C

المجموعة الثالثة التي تبدأ بحرف B

المجموعة الرابعة التي تبدأ بحرف U

P–Powertrain codes(engine, transmission and emissions systems)

P0xxx – Generic

P1xxx – Manufacturer–specific

P2xxx – Generic

P30xx–P33xx – Manufacturer–specific

P34xx–P39xx – Generic

C–Chassis codes(antilock brake system, electronic suspension and steering systems)

C0xxx – Generic

C1xxx – Manufacturer–specific

C2xxx – Manufacturer-specific

C3xxx – Generic

B-Body codes(Climate control system, lighting, airbags, etc.)

B0xxx – Generic

B1xxx – Manufacturer-specific

B2xxx – Manufacturer-specific

B3xxx – Generic

U-Network Communication codes(controller area network wiring bus and modules)

U0xxx – Generic

U1xxx – Manufacturer-specific

U2xxx – Manufacturer-specific

U3xxx – Generic

الجدول(٥-٢)

وكذلك يمكن تصنيف مجموعة رموز الأعطال إلى مجموعتين رئيسيتين:

*المجموعة الأولى GENERIC OR GLOBAL codes مجموعة الرموز العامة أو العالمية حيث يتميز الحرف الثاني منها بوجود الرقم 0 للدلالة على أن هذه الرموز تتوافق مع عموم السيارات.

*المجموعة الثانية Enhanced or Manufacturer Specific codes مجموعة الرموز الخاصة حيث يتميز الحرف الثاني منها بوجود الرقم 1 للدلالة على أن هذه الرموز تتوافق مع أنواع محددة من السيارات.

إذن يعمل نظام OBD II على مراقبة جميع الأنظمة في السيارة بشكل مستمر بما في ذلك أنظمة الإشعال والوقود وعمل المحول الحفّاز ونظام التحكم بانبعاثات التبخر (EVAP) والعديد من أنظمة التحكم الأخرى .

عندما يعمل أي مكون من مكونات المنظومة خارج الحدود المسموح تجد أن OBD II يتحقق من هذا الخلل ومن ثم من الممكن أن تضاء لمبة التحذير لتنبيه السائق بوجود خلل ما. في معظم الحالات تبقى لمبة التحذير مضاءة حتى القيام بتلافي الخلل، لبعض الأعطال (خلل الاشعال مثلاً engine misfire) من الممكن أن تومض اللمبة flash on and off عند حدوث هذا العطل وأحياناً من الممكن أن تختفي إضاءة اللمبة بعد فترة من الزمن.

*لمبة التحذير Check Engine Light :إن مجرّد إضاءة لمبة التحذير تدل على وجود خلل ما في أحد الأنظمة من دون بيان ماهية هذا العطل أو الأثر الذي يمكن أن يترتب عن تجاهله.

مع ضرورة الانتباه إلى أن لمبة التحذير هذه لا تعبر عن جميع الأعطال وخاصة تلك الأعطال الأساسية المتعلقة بالارتفاع الحاد بحرارة المحرك أو فقدان ضغط زيت المحرك حيث يوجد لهذه الأعطال لمبات تحذير خاصة.

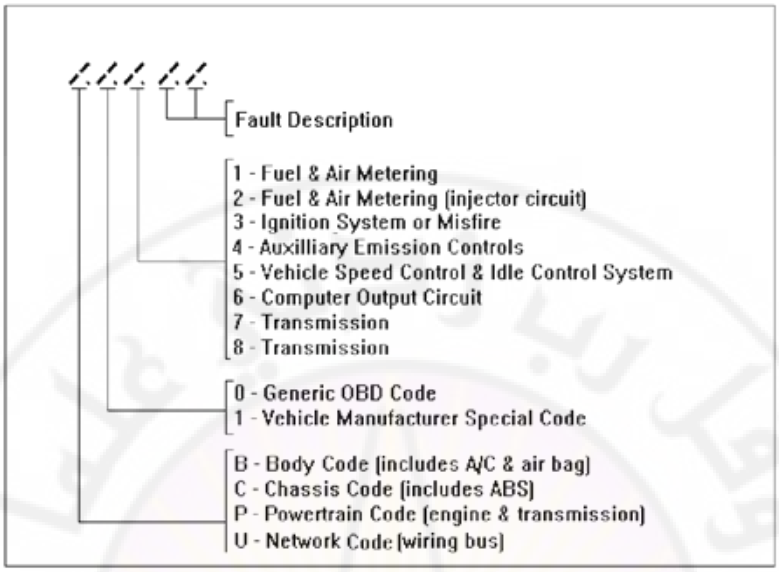
من الضروري الانتباه إلى إضاءة أي من أضواء التحذير الأخرى المتعلقة مثلاً بدرجة حرارة سائل التبريد، ضغط الزيت ،نظام الشحن ، أو أن المحرك يعمل بشكل غير طبيعي (فقدان الاشعال، وفقدان الطاقة..) أو حدوث أي ضوضاء غير عادية، فلا يمكن

عندها إغفال هذا العطل فقد يترتب على ذلك مشاكل خطيرة ويمكن أن تؤدي إلى مشاكل إضافية أو تلف المحرك.

٥-٤-٢ طريقة قراءة الرمز / الكود: How to Read Trouble Codes

عند إضاءة لمبة التحذير يكون استخدام أجهزة التشخيص المناسبة هي الطريقة الوحيدة لتشخيص هذا العطل من خلال الرمز أو الكود الذي سيبينه الجهاز الذي يعبر عن الحساس أو المشغل أو المنظومة التي حدث بها عطل ما ،علماً أنه من الممكن ألا نجد تعريفاً واضحاً لهذا العطل مما يتطلب منا البحث عنه على شبكة الانترنت أو الرجوع إلى كتيبات الصيانة.

من الطبيعي أن الطريقة المثلى لمسح العطل الكود المتعلق بعطل ما هو استخدام جهاز التشخيص scan tool ومن غير المسموح أن نمسح العطل عن طريق فصل المدخرة أو فصل الفيوز الخاص بمجموعة التحكم بالمحرك engine computer (PCM) كما كان متبعاً في السيارات المصنّعة قبل 1996 وخاصة أن لمبة التحذير ستضيء مرة أخرى حتى يتم تلافي العطل، وهذا الإجراء من الممكن أن يضر بالسيارات الحديثة المصنعة بعد عام 2006 لأن ذلك سيضر بمنظومة التحكم بالمحرك (PCM) وبقية المنظومات التي يمكن أن تعجز لاحقاً عن تشخيص العطل السابق وقد يتطلب ذلك ضرورة إعادة البرمجة لهذه الوحدات، وقبل التعرف على بعض رموز الأعطال نبين في الشكل (٥-٣٤) والشكل (٥-٣٥) تفسيراً عاماً للكود يوضح معنى لكل خانة من الخانات الخمسة للرمز.

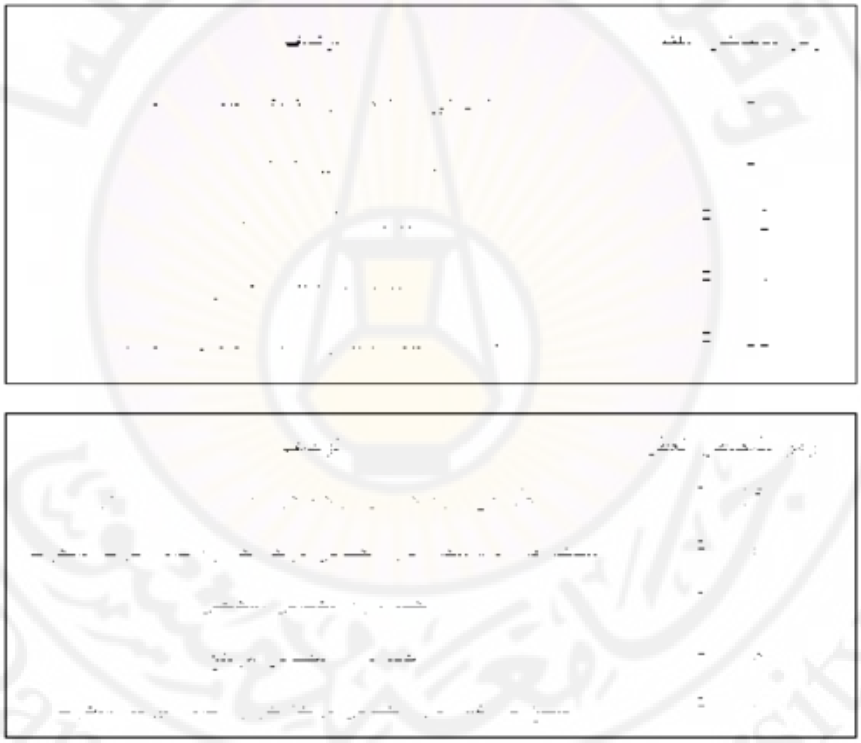


الشكل (٥-٣٤): تفسير عام للكود

الشكل (٥-٣٥): تفسير عام للكود

٥-٤-٣ رموز تشخيص الأعطال (DTC) Diagnostic Trouble Codes :

نبين في الجدول(٥-٢) أدناه بعض الأمثلة عن رموز تشخيص الأعطال (DTCS) التي يتم استخدامها من قبل الشركات المصنعة لتحديد الأعطال الإلكترونية للسيارات، علماً أن هذه الرموز أدناه هي رموز عامة قد لا تنطبق على جميع المركبات، لكون بعض الشركات المصنعة للسيارات قد تستخدم رموز DTC محدّدة تختلف عن الرموز المبيّنة في الجدول(٥-١ و ٥-٢)، لهذا قبل أن نعتمد هذه الرموز لابد من التأكد من مطابقة هذه الرموز مع السيارة المختبرة.



الجدول(٥-٣):بعض رموز تشخيص أعطال حساسي عمود الكامات وحساس درجة حرارة سائل التبريد

DTC Codes -- P0001-P0199 – Fuel and Air Metering DTC Codes - P0200-P0299 – Fuel and Air Metering (Injector Circuit) DTC Codes - P0300-P0399 – Ignition System or Misfire DTC Codes - P0400-P0499 – Auxiliary Emissions Controls, EGR, EVAP DTC Codes - P0500-P0599 – Vehicle Speed Controls and Idle Control System DTC Codes - P0600-P0699 – Computer Output Circuit DTC Codes - P0700-P0899 – Transmission	
DTC Codes	DISCRIPTION
P0001	Fuel Volume Regulator Control Circuit/Open
P0002	Fuel Volume Regulator Control Circuit Range/Performance
P0003	Fuel Volume Regulator Control Circuit Low
P0004	Fuel Volume Regulator Control Circuit High
P0005	Fuel Shutoff Valve Control Circuit/Open
P0026	Intake Valve Control Solenoid Circuit Range/Performance (Bank 1)
P0027	Exhaust Valve Control Solenoid Circuit Range/Performance (Bank 1)
P0028	Intake Valve Control Solenoid Circuit Range/Performance (Bank 2)
P0029	Exhaust Valve Control Solenoid Circuit Range/Performance (Bank 2)
P0030	HO2S Heater Control Circuit (Bank 1 Sensor 1)
P0075	Intake Valve Control Solenoid Circuit (Bank 1)
P0076	Intake Valve Control Solenoid Circuit Low (Bank 1)
P0077	Intake Valve Control Solenoid Circuit High (Bank 1)
P0078	Exhaust Valve Control Solenoid Circuit (Bank 1)
P0079	Exhaust Valve Control Solenoid Circuit Low (Bank 1)
P0080	Exhaust Valve Control Solenoid Circuit High (Bank 1)
P0075	Intake Valve Control Solenoid Circuit (Bank 1)
P0100	Mass or Volume Air Flow Circuit Malfunction
P0101	Mass or Volume Air Flow Circuit Range/Performance Problem
P0102	Mass or Volume Air Flow Circuit Low Input
P0103	Mass or Volume Air Flow Circuit High Input
P0104	Mass or Volume Air Flow Circuit Intermittent
P1720	Vehicle Speed (Meter) Circuit Malfunction
P1721	Gear 1 Incorrect Ratio
P1722	Gear 2 Incorrect Ratio
P1723	Gear 3 incorrect Ratio
P1724	Gear 4 Incorrect Ratio
P1792	Barometer Pressure Circuit Malfunction
P1793	Intake Air Volume Circuit Malfunction
P1794	Battery Voltage Circuit Malfunction
P1804	Transmission 4-Wheel Drive High Indicator Circuit Failure
P1805	Transmission 4-Wheel Drive High Indicator Open Circuit
P1806	Transmission 4-Wheel Drive High Indicator Short Circuit To

	Battery
P1900	OSS Circuit Intermittent Malfunction
P1901	TSS Circuit Intermittent Malfunction
P1902	Pressure Control Solenoid "B" Intermittent Short
P1903	Pressure Control Solenoid "C" Short Circuit
C1740	Right Front Center Sensor Circuit Failure
C1742	Rear Sounder Circuit Failure
C1744	Front Sounder Circuit Failure
C1752	Vehicle Speed Sensor # 1 Output Circuit Short to Gnd
C1770	Air Suspension Vent Solenoid Output Circuit Failure
C1771	Air Suspension Vent Solenoid Output Circuit Open
C1772	Air Suspension Vent Solenoid Output Circuit Short To Battery
C1773	Air Suspension Vent Solenoid Output Circuit Short To Ground
B1252	Air Temperature Internal Sensor Circuit Short To Battery
B1253	Air Temperature Internal Sensor Circuit Short To Ground
B1254	Air Temperature External Sensor Circuit Failure
B1255	Air Temperature External Sensor Circuit Open
B1294	Battery Power Relay Circuit Short To Battery
B1295	Battery Power Relay Circuit Short To Ground
B1317	Battery Voltage High
B1318	Battery Voltage Low
B1611	Wiper Rear Mode Select Switch Circuit Failure
B1612	Wiper Rear Mode Select Switch Circuit Open
B1613	Wiper Rear Mode Select Switch Circuit Short To Battery
B1614	Wiper Rear Mode Select Switch Circuit Short To Ground
U1053 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Steering / Steering Wheel
U1055 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Primary Id
U1057 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Vehicle Configuration
U1104 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Chassis Status Request
U1107 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Legislated Diagnostics
U1131 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Fuel System
U1132 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Vehicle Motion
U1133 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Vehicle Motion
U1134 SCP	Invalid or Missing Data for Ignition Switch / Starter

(J1850)	
U1135 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Ignition Switch / Starter
U1130 SCP (J1850)	Invalid or Missing Data for Fuel System

الجدول(٥-٤): بعض رموز أعطال منظومات التحكم

.....

.....

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الثالث

الفصل السادس

أجهزة القياس

Instrumentation

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

٦-١ المقاييس وأجهزة الاستشعار Gauges and Sensors

٦-١-١ مقدمة Introduction:

وصل موضوع القياس الآن إلى مستوى أصبح فيه موضوعاً مستقلاً بحد ذاته. يغطي هذا الفصل المبادئ الأساسية لهذا العلم، مع أمثلة عن علاقتها بأنظمة السيارات.

علم القياس بالتعريف يمكن أن يطلق على عملية تحويل متغير إلى قراءة مفيدة. مثال: يتم عرض كمية الوقود الموجودة في الخزان غالباً عن طريق مقياس تناظري يعبر عن الكمية الموجودة.

القياس ليس دائماً مرتبطاً مع مقياس أو طريقة عرض ما. في العديد من الحالات يمكن استخدام النظام بأكمله فحسب لتشغيل أضواء التحذير، لكن يجب أن يستمر النظام بالعمل لضمان بقاء المعايير، على سبيل المثال: إذا لم يعمل ضوء درجة الحرارة الخارجية الدنيا في الوقت المناسب، فإن الخطأ أو العطل الناتج يمكن أن يتطور ويصبح أخطر.

سيشمل هذا الفصل أنظمة القياس في الآلية واستعمالاتها ويفصّل الأمور المتعلقة باختيار وتصميم نظام القياس بعد أن سبق ودرسنا العديد من التفاصيل المتعلّقة بالحساسات.

٦-١-٢ الحساسات Sensors :

كما مر معنا سابقاً يتم استخدام الحساسات في تطبيقات الآلية للعديد من الأهداف، على سبيل المثال يستخدم حساس درجة حرارة التبريد لتوفير معلومات إلى نظام التحكم بالمحرك وتزويد السائق بالمعلومات اللازمة. يبين الشكل (٦-١) بعض الحساسات المستخدمة مع أجهزة القياس.

ويبين الجدول قائمة بالأمور المقاسة بالحساسات النموذجية الموجودة في السيارات المعاصرة.

القياسات المطلوبة	الحساس
مستوى الوقود	مقاومة متغيرة
درجة الحرارة	الثرموستات
توقف مصباح	Reed relay
السرعة	قراءة مولد نبضي
سرعة المحرك	تأثير هول
مستوى السوائل	Float and reed switch
ضغط الزيت	مبدل غشائي
إهتراء وسادة الفرامل	سلك اتصال مدمج
الأضواء المستعملة	مصباح ودارة بسيطة
نسبة شحن البطارية	دارة مصباح / شاشة عرض الجهد

الشكل (٦-١) :بعض الحساسات المستخدمة في عمليات القياس

٦-١-٣ المقاييس ذات النمط الحراري Thermal-type Guages:

استعملت المقاييس الحرارية التي تعدّ مثالية للوقود وإشارة حرارة المحرك سنين عديدة، وسيستمر استعمالها بسبب بساطة تصميمها وتخميدها الحراري الكامن. يعمل المقياس عن طريق استخدام التأثير الحراري للكهرباء والاستفادة من اعتماد شريط الفلز المزدوج على نطاق واسع. عندما يمر التيار عبر ملف التسخين الملحوم مع شريط الفلز المزدوج تتسبب الحرارة بانحناء الشريط الذي يكون متصلاً مع مؤشّر بمقياس مناسب وتكون كمية الانحناء متناسبة مع الحرارة، التي بدورها متناسبة مع مرور التيار. بتوفر الحساس تتغير مقاومتها بالتناسب مع الكمية المقاسة (مثل مستوى الوقود)، وبالتالي سوف يشير المقياس إلى تمثيل مناسب لعملية محدّدة. يبين الشكل(٦-٢) مقياس حرارة نموذجي.

يحدث (التخميد الكامن The inherent damping) نتيجة التأثير الحراري البطيء على شريط الفلز المزدوج مما يسبب حركة الإبرة ببطء شديد باتجاه الموقع النهائي لها(أي أن هناك ثابتاً زمنياً طويلاً). هذه ميزة خاصة لعرض مستوى الوقود، حيث تتحرك المقاومة المتغيرة في الخزان، وإلا فإنه وعند حركة الوقود، نتيجة حركة السيارة، لاسيما إذا كان المقياس سريع الاستجابة سوف يتحرك المؤشر باستمرار.

تستخدم المقاييس ذات النمط الحراري مع المقاومات المتغيرة والسوائل في خزان الوقود أو مع الثرموستات في قمصان تبريد المحرك. يبين الشكل(٦-٣) دارة تتضمن المقياسين السابقين معاً. يمكن صنع مقاومة غير خطية لمرسل خزان الوقود لمواجهة أي تغير غير خطي للمقياس وتكون مقاومة المرسل أعظمية عندما يكون الخزان فارغاً.

الشكل(٦-٢ و ٦-٣): مقياس حرارة نموذجي ودارة تتضمن مقياسي حرارة ومستوى الوقود

ولتفادي تأثير تغيرات جهد أنظمة السيارة على القراءة لابد من وجود مزوّد جهد ثابت، فعند زيادة جهد النظام، يزداد التيار المار ومن هنا سوف يظهر الحساس (المقياس) قراءة أعلى. أغلب مثبتات الجهد عبارة عن دارة ديود زينر المبينة في الشكل (٦-٤) .

الشكل (٦-٤): داراة ديود زينر

٦-١-٤ مقياس الحديد المتحرك Moving Iron Gauges:

استخدم مقياس الحديد المتحرك قبل النوع الحراري لكنه الآن يكتسب شهرة واستخداماً أكبر في بعض التطبيقات. يبين الشكل(٦-٥) دارة ومبدأ حركة هذا المقياس.

الشكل(٦-٥) :دارة ومبدأ حركة مقياس الحديد المتحرك

يستخدم مغناطيسان كهربائيان صغيران وعمود ناعم وصغير من الحديد يوضع بينهما مرتبط بمؤشر. سيوازن العمود نفسه بين النواتين المغناطيسيتين وذلك اعتماداً على القوة المغناطيسية لكل منهما. تتغير نسبة المغنطة في كل نواة تبعاً لتغير مقاومة المرسل المتغيرة خطياً الناتج عن تحرك الإبرة. يتفاعل هذا النوع من المقاييس بسرعة (أي لديه ثابت زمني صغير) وهو عرضة للتأرجح مع حركة الآلية. لحل هذه المشكلة يمكن أن تستخدم في بعض النماذج المخمدات الخارجية. تستخدم عادة المقاومة RI لموازنة مقاومة مرسل الخزان. طريقة جيدة لإظهار العملية الحاصلة في الدارة هي بملاحظة أنه عندما يكون الخزان ممتلئاً إلى نصفه تماماً، تكون مقاومة المرسل مساوية للمقاومة RI، مما يجعل الدارة متوازنة والمقياس سيشير عندها إلى النصف. بالمقابل عندما تكون مقاومة المرسل بأكبر قيمة لها فهذا يعني أن الخزان ممتلئ.

٦-١-٥ المقاييس ذات القلب الهوائي Air-Cored Gauges:

تعمل هذه المقاييس على مبدأ الإبرة المغناطيسية الموضوعة ضمن الحقل المغناطيسي نفسه. تتصل إبرة (مؤشر) العرض بمغناطيس دائم صغير جداً. يستخدم لذلك ثلاثة ملفات من الأسلاك وكل منها ينتج حقلاً مغناطيسياً. المغناطيس سيصطف تبعاً لمحصلة الحقول الثلاثة. تتحدد قوة التدفق المغناطيسي الناتج عن كل ملف من خلال التيار المار بالملف وعدد اللفات، وبما أن عدد اللفات ثابت يكون التيار هو مفتاح العمل هنا. يبين الشكل(٦-٦) مبدأ عمل مقياس القلب الهوائي مع دارة تستخدم مؤشراً حرارياً.

الشكل(٦-٦): مبدأ عمل مقياس القلب الهوائي مع دارة تستخدم مؤشراً حرارياً يستخدم الثقل الموازن في اليسار لتحديد القيمة العظمى للتيار ومقاومة للمعايرة. يعمل الثرموستات مرسلاً للحرارة، ومع ازدياد مقاومة الثرموستات، سوف يتغير التيار المار في الملفات الثلاثة. التيار المار عبر الملف C سيزداد في حين سينقص التيار المار في الملفين A و B. محصلة الحقل المغناطيسي مبينة في الشكل (٦-٦) وهذا سيحرك المغناطيس وفقاً لما سبق.

يتمتع هذا النوع من المقاييس بعدد من المميزات منها:

*استجابته فورية.

*بما أن إبرة المؤشر محصورة ضمن الحقل المغناطيسي، لن تتأثر بحركة الآلية.

* يمكن أن يعد المقياس لتسجيل آخر وضعية حتى عندما يفصل (يطفئ)، أو إذا استعمل مغناطيس سحب صغير فالمقياس سيعود لوضيعة الصفر.

*عند تغير جهد النظام سيؤثر ذلك على التيار المار في الملفات الثلاثة مع عدم الحاجة إلى مثبت جهد. ويلاحظ هنا أن العملية بأكملها مشابهة لمقياس الحديد المتحرك.

٦-١-٦ أنواع مقاييس أخرى Other types of gauges:

يمكن استخدام التغيرات الحاصلة في أي من الأنواع السابقة للحصول على الخرج أو المؤشرات المطلوبة، مثل الجهد أو ضغط الزيت. يجب أن تتمتع المقاييس المستخدمة لإظهار السرعة أو سرعة دوران المحرك بسرعة استجابة عالية. تستخدم العديد من الأنظمة المحركات الخطوية لهذا الغرض، على الرغم من أن البعض مازال يستخدم عداد السرعة التقليدي الذي يعمل بواسطة الكابل.

يبين الشكل (٦-٧) عداد السرعة الذي يستخدم (ammeter-جهاز لقياس التيار) كجهاز قياس.

الشكل (٦-٧) :مجموعة من الرسوم البيانية لعداد سرعة

يستخدم هذا النظام (حساس بمؤشر مروي Quenched Oscillator Sensor) الذي ينتج إشارة ثابتة السعة حتى عند السرعات البطيئة جداً. يتعلق تردد الإشارة بالسرعة الخطية للمركبة (Road Speed). يقاد الحساس من علبة السرعة أو عمود قيادة نهائي خاص.

تتكون دارة التحكم الالكتروني أو دارة تكييف الإشارة أولاً من (مشغل شميت Schmitt trigger)، الذي يشكل الإشارة ويمنع أية تشويش يلتقط عن طريق الأسلاك، وسيقرأ في هذه الحالة ملف المقياس المتحرك متوسط النبضات. تعتمد قيمة المتوسط على تردد إشارة الدخل، التي بدورها تعتمد على سرعة الآلية. يقاد عداد المسافة من محرك خطوي، الذي يقاد بدوره عن طريق خرج المقسم ومضخم الطاقة. يستخدم المقسم لمعايرة عمل المحرك الخطوي بالنسبة للمسافة التي تمت تغطيتها.

نظام قيادة عداد سرعة الدوران Tachometer مشابه لنظام عداد السرعة Speedometer، وتستخدم غالباً النبضات من دارة المقلع الرئيسي لإدارة هذا المقياس. يبين الشكل (٦-٨) مخطط نظام نموذجي.

الشكل (٦-٨): مجموعة مخططات لنظام نموذجي

٦-١-٧ أنظمة القياس الرقمية A Digital Instrumentation system:

يبين الشكل(٦-٩) نظام قياس رقمي نموذجي حيث تستقر جميع تكيفات الإشارات والعمليات المنطقية في وحدة المعالجة ECU، التي غالباً ما تشكل جزءاً من مجموعة لوحة أجهزة القياس. يؤمن الحساس الأساسي (المعياري) المعلومات لـ ECU، التي بدورها ستتحكم بعملية إظهار مناسبة. تحتوي الـ ECU على قسم ذاكرة ROM، الذي يسمح لها بأن تبرمج بالنسبة لآلية معينة.

الشكل (٦-٩): نظام قياس رقمي نموذجي

يمكن أن نشرح بعض العمليات الإضافية المتوفرة مع هذا النظام بإيجاز كالتالي :

- ضوء لانخفاض مستوى الوقود يضيء عند مقاومة معينة مقروءة من المرسل في خزان الوقود.
- ضوء تحذيري عند ارتفاع درجة حرارة المحرك يعمل عند مجموعة من مقاومات الثرموستات.
- قراءة ثابتة من مقياس درجة الحرارة لمنع تذبذب المقياس عندما يعمل ثرموستات نظام التبريد، يمكن للمقياس القراءة من مجسم من 5 مجموعات. مثلاً عندما تتغير مقاومة الدخل من 200 إلى 240 Ω عند عمل الثرموستات، ستظهر الـ ECU قراءة واحدة فقط، المقابلة للقيمة الطبيعية على المقياس. أما إذا كانت المقاومة أعلى أو أقل بكثير سيبين المقياس قراءة من إحدى القراءات الخمس الأعلى أو الأخفض. وهذا يعطي مجالاً أقل لكن أكثر قراءة للسائق.
- يمكن تصميم لمبة ضغط الزيت أو أضواء تحذيرية أخرى لتومض وذلك للفت انتباه السائق.
- يمكن استخدام أضواء التحذير للخدمات أو لعمليات التفتيش والصيانة الدورية، حيث يمكن لأضواء التحذير هذه أن تعمل بصورة عامة كتابع للزمن، على سبيل المثال: يقل الزمن الفاصل بين الخدمات الدورية كلما عمل المحرك على سرعات عالية أو درجات حرارة عالية ، وتستخدم حساسات حالة الزيت للمساعدة بتحديد هذه الأزمنة.
- الضوء التحذيري لمولد الكهرباء: يعمل عندما يقل الخرج أو يحدث انزلاق في السير القائد، وهذا يتحقق عن طريق سلك من مرحلة واحدة من المولد مشكلة إشارة نبضية، التي تقارن بإشارة نبضية أخرى من (الإشعال Ignition). إذا تغيرت نسبة النبضات سيشار عندئذ إلى انزلاق السير.

مثال عن كيفية عمل بعض هذه الأنظمة مع اعتبار أضواء لتنبيه درجة الحرارة العالية ومستوى الوقود المنخفض، يبين الشكل (٦-١٠) مخطط عن هذا القسم بالتحديد من النظام.

الشكل (٦-١٠) : مخطط لتنبيه درجة الحرارة العالية ومستوى الوقود المنخفض

المحول التناظري إلى الرقمي عبارة عن مقسم زمني مضاعف لعدد من الحساسات. تكون الإشارة القادمة من حساس درجة الحرارة وحساس مستوى الوقود على شكل تمثيل رقمي محدّد يعبر عن قيمة رقمية ما.

عندما تعطي هذه الحساسات مثلاً 180Ω هذا يعني درجة حرارة بحدود 105°C أما القيمة 200Ω فهذا يدل على وجود 10 ليتر من الوقود متبقية بالخزان. تقارن هذه القيم مع القيم المبرمجة مسبقاً في الذاكرة، المتغيرات هي: 'high_temp' و 'low_fuel' .

يبين التبسيط التالي برنامج الكمبيوتر متضمناً النتائج المنطقية:



٦-٢- معلومات السائق Driver Information:

٦-٢-١ رصد حالة الآلية Vehicle Condition Monitoring (VCM) :

يتكون نظام الـ VCM الكامل من مجموعة من التجهيزات التي يمكن أن يقدم للسائق المعلومات التالية المتعلقة بالأنظمة التي يمكن رصدها ، منها:

- درجة الحرارة العالية للمحرك.
- مستوى منخفض للوقود.
- مستوى منخفض لزيت الفرامل.
- إهتراء بطانة الفرامل.
- مستوى منخفض لماء التبريد.
- مستوى منخفض للزيت.
- مستوى منخفض لمياه ماسحات الزجاج.
- درجة حرارة خارجية منخفضة.
- عطل بالمصابيح.
- الأبواب مفتوحة.
- غطاء المحرك أو الصندوق مفتوح.

يبين الشكل (٦-١١) شاشة عرض كمبيوتر الرحلة، الذي يتضمن خريطة الآلية.

الشكل (٦-١١): شاشة عرض كمبيوتر الرحلة

تستخدم الدارة الموضحة في الشكل (٦-١٢) للتحكم بأضواء التحذير عند عطل أحد المصابيح.

الشكل (٦-١٢): دارة للتحكم بأضواء التحذير عند عطل أحد المصابيح

يعتمد مبدأ عملها على أن reed relay تعمل عندما يكون المصباح الذي تتم مراقبته يمرّر تياراً فحسب. تعمل أنظمة مراقبة مستويات الحرارة والسوائل بطريقة مشابهة للنظام المذكور لكن في بعض الحالات تراقب مستويات السوائل عن طريق الطفو.

تتم مراقبة مستوى الزيت بقياس المقاومة لسلك مسخّن باستخدام تيار صغير يمر من خلاله، وبالتالي نجد أن مدى مقدار تغطية الزيت للسلك ستحدّد درجة حرارته وبذلك تتحدد مقاومته.

يستخدم نظام ثنائي المقاومة في العديد من دارات المراقبة حيث تكون الدارة بذاتها مراقبة، والشكل (٦-١٣) يظهر دارة مكافئة لهذه الطريقة.

لمثل هذه الحالات من التأثير، سيكون لدينا أحد الاحتمالات الثلاثة للخرج: مقاومة عالية، أو مقاومة منخفضة أو قراءة خارج المجال. تستخدم القراءات الناتجة عن المقاومة العالية أو المنخفضة للدلالة على مستوى صحيح للسائل وآخر منخفض. وأية قيمة خارج هذه الحدود ستشير إلى خطأ في الدارة أو الدارة مفتوحة.

الشكل (٦-١٣): نظام ثنائي المقاومة

يكون نظام العرض غالباً عبارة عن مجموعة من أضواء الـ LEDs أو خلفية LCD والتي تكون مرتبطة بأنماط وأشكال مناسبة. على سبيل المثال للحالة المعبّرة عن أن باب السيارة مفتوح سوف يضيء رمز على شكل باب على لوحة القيادة.

٦-٢-٢ كمبيوتر الرحلة Trip Computer:

يستخدم كمبيوتر الرحلة على العديد من الآليات عالية التصنيف حيث يمكن القول إنها ميّزة مكلفة، لكنها مع ذلك ميزة مرغوبة. يبين الشكل (٦-١٤) العرض ولوحة المفاتيح لكمبيوتر رحلة نموذجي ،وتكون المميزات المتوفرة في أغلب الأنظمة هي:

١) الوقت والتاريخ.
٢) عداد وقت أو ساعة توقف.
٣) وقت الوصول المتوقع.
٤) استهلاك الوقود الوسطي.
٥) مستوى الوقود المتبقي.
٦) مسافة الرحلة.

يمكن عرض المعلومات السابقة بالواحدات الأمريكية أو الدولية (النظام المتري).

يظهر الشكل (٦-١٤) مجموعة من المخططات لنظام كمبيوتر رحلة،مع إمكانية استخدام أكثر من نظام يستخدم معطيات الدخل نفسها وهذه الأنظمة تتداخل بعضها مع

بعض، وهذا يجعل التوصيل النهائي بين كل هذه الأنظمة معقد. طريقة التفاعل هذه والتشارك بين الأنظمة كانت واحدة من الأسباب لتطور تقنيات التوصيل المضاعفة (multiplexed wiring techniques).

الشكل (٦-١٤) مجموعة مخططات نظام كمبيوتر رحلة

٦-٢-٣ معلومات حركة المرور Traffic Information:

في كاليفورنيا، جهزت العديد من الآليات بأداة تدعى جهاز الملاحة Navigator التي تساعد السائق بالوصول إلى وجهته وتظهر موقع آليته على الخريطة. قدّم جهاز الملاحة بواسطة شركة تعرف باسم Etak ، وكان عبارة عن خريطة طريق إلكترونية تقوم بحساب الموقع بالاستعانة بمعطيات من بوصلة صلبة متوضعة في سقف السيارة ومن حساسات تتوضع في الإطارات تعالج بواسطة كمبيوتر وتعرض في شاشة لوحة القيادة. يعرض موقع السيارة بشكل مثلث على الخريطة، يزحف مع حركة السيارة إلى الأمام ويدور عند التفاف السيارة على المنعطفات.

الشكل(٦-١٥): جهاز الملاحة

٦-٣ العروض البصرية Visual Display :

٦-٣-١ اختيار أفضل طريقة عرض – قابلية القراءة

Visual Display Choosing the Best Display Readability

وظيفة العرض البصري هي توصيل المعلومات وبعض البيانات الفورية إلى المستوى المطلوب من الدقة. يمكن أن توفر شاشات العرض التماثلية معلومات فورية تقريباً من لمحة واحدة وسريعة. على سبيل المثال، إذا كانت إبرة قياس درجة الحرارة في الوسط يمكن للسائق أن يفترض أن درجة حرارة المحرك هي في حدود مناسبة. بالمقابل نجد أن القراءة الرقمية لدرجة الحرارة (مثلاً $98C^{0}$) لن يكون من السهل تفسيرها. يبين الشكل (٦-١٦) العرض باستخدام أجهزة القياس التماثلية.

يبين الشكل (٦-١٧) العرض باستخدام أداة التمثيل الرقمي. تستخدم أشكال رقمية وغيرها من العروض في العديد من التطبيقات منها ما يلي:

- ✓ خريطة السيارة.
- ✓ كمبيوتر الرحلة.
- ✓ الساعة.
- ✓ شاشة عرض الراديو.
- ✓ شاشة عرض إيجاد الطريق.
- ✓ المعدات العامة.

يمكن إنشاء هذه العروض في عدد من الطرق، ودراسة المقاطع بتفصيل أكبر، وكثيراً ما تستخدم تقنية الساعة المتعددة التقسيمات.



الشكل (٦-١٦):العرض باستخدام أجهزة القياس التماثلية



الشكل (٦-١٧) :العرض باستخدام أداة التمثيل الرقمي

٦-٣-٢ شاشة عرض الديودات الباعثة للضوء
:Light-emitting Diode Displays

تنتج هذه الديودات LED الضوء الأحمر والأصفر أو الأخضر مع تغييرات طفيفة في عملية التصنيع وتستخدم على نطاق واسع المصابيح على المعدات الالكترونية وأجهزة العرض الرقمية.من مميزاتها أنها ذات عمر استثماري طويل(٥٠ ٠٠٠ ساعة عمل) وتستهلك تياراً صغيراً.

هناك توجه حالياً لاستبدال شاشات عرض الديودات في السيارات واستخدام شاشات الكريستال السائل ، التي يمكن أن تكون الخلفية سوداء لجعلها أسهل في القراءة في ضوء النهار. ومع ذلك، لا تزال شاشات الديود تحظى بشعبية للعديد من التطبيقات.

تتكون شاشة العرض من عدد من المصابيح رتّبت بشكل مناسب ، تصل تقريباً إلى سبعة مقاطع عرض لإظهار الأرقام، مصممة خصيصاً لعرض عداد السرعة. الشكل (٦-١٨).



الشكل (٦-١٨): مقاطع عرض لإظهار الأرقام

٦-٣-٣ عروض الكريستال السائل Liquid Crystal Displays:

الكريستال السائل هو سائل ضبابي أو شفاف لكن لا يزال يحتفظ ببعض الخصائص البصرية للكريستال الصلب. والأنواع الرئيسية الثلاثة من البلورات السائلة هي :

- ✓ بلورات سائلة من نوع Smectic
- ✓ بلورات سائلة من نوع خيطي
- ✓ بلورات سائلة من نوع الجزيئات المتراصفة (خيوط مجدولة).

البلورات السائلة Smectic لها جزيئات موازية بعضها لبعض، وتشكل طبقة، ولكن ضمن الطبقة لا يوجد أي نمط معين ،أما النوع الخيطي فلديه أنواع الجزيئات ولكن ليس

لديه بنية الطبقة، وأخيراً نوع الجزيئات المتراصفة التي يكون لها جزيئات متوازية، ويتم ترتيب الطبقات في شكل حلزون، أو دوامة .

يمكن للضغط الميكانيكي والمجالات الكهربائية والمغناطيسية ودرجة الحرارة أن يغير التركيب الجزيئي للبلورات السائلة.حيث إن الكريستال السائل ينثر الضوء الذي يضيء عليه وبسبب هذه الخصائص تستخدم البلورات السائلة لعرض الأحرف والأرقام على الآلات الحاسبة والساعات الرقمية وشاشات عرض السيارات،كما تستخدم شاشات الكريستال السائلة لشاشات الكمبيوتر المحمول وحتى شاشات التلفزيون، وLCD لديها العديد من مجالات الاستخدام المحتملة والتطورات الجارية على وجه الخصوص، ويعدّ هذا النوع من الشاشات حالياً مناسباً لإعادة إنتاج الصور والنصوص على شاشات الكمبيوتر.

أحد طرق العرض أيضاً استخدام الكريستال السائل من نوع الجزيئات المتراصفة. يتحقق هذا العرض من خلال السماح للضوء المستقطب فحسب لدخول الكريستال السائل الذي يتم تدويره أثناء مروره عبر الكريستال بزاوية دوران 90^0 . يمر الضوء من خلال المستقطب ثاني، الذي وضع في زاوية 90^0. تعكس مرآة خاصة موجودة في الجزء الخلفي من هذا الترتيب الضوء بحيث تقوم بإرجاعه خلال المستقطب، والكريستال والمستقطب الأمامي مرة أخرى،وبالنتيجة ينعكس الضوء ببساطة.

عندما يتم تطبيق تيار كهربائي حوالي 10 V عند 50 Hz هرتز على الكريستال، يصبح غير منظم والضوء المار منه خلال ذلك لم يعد مدوّراً بنسبة 90^0. هذا يعني أن الضوء المستقطب من قبل المستقطب الأول لن يمر عبر الثانية، وبالتالي لن ينعكس عليها، وسوف تظهر بوصفها منطقة مظلمة على الشاشة.

يبين الشكل رقم (٦-١٩) كيفية عمل هذا التمثيل من شاشات الكريستال السائل.



الشكل رقم (٦-١٩): شاشات الكريستال السائل

تستخدم شاشات الكريستال السائل طاقة منخفضة للغاية ولكن تتطلب مصدراً للضوء حتى تعمل ولتكون قادرة على قراءة الشاشة في الظلام،أي لابد من وجود إضاءة خلفية. تعرف هذه الحالة بالتلألؤ الكهربائي . لهذا يستخدم مركب كبريتيد الزنك ، الذي يوضع بين قطبين بالطريقة نفسها كما الكريستال السائل، ولكن ينبعث منه الضوء عند تطبيق الجهد. يبين الشكل(٦-٢٠) كيفية استخدام هذا التأثير بشكل جيد للإضاءة الخلفية لأغراض العرض.

الشكل(٦-٢٠): استخدام الخاص بالإضاءة الخلفية لأغراض العرض

٦-٣-٤ شاشات فراغ الفلورسنت Vacuum fluorescent display :

شاشة العرض من نوع فراغ الفلورسنت (VFD) تعمل بالطريقة نفسها كما هو حال أنبوب التلفزيون والشاشة، وأصبحت شائعة الاستخدام في السيارات لأنها تنتج الضوء الساطع (الذي هو قابل للتعديل) وخيارات أوسع من الألوان من عروض LED أو LCD . يبين الشكل(٦-٢١) أن النظام VFD يتكون من ثلاثة عناصر رئيسية هي: الخيوط والشبكة والشاشة مع شرائح توضع بشكل مناسب للاستخدام المطلوب من الشاشة. تشكل الخيوط القطب السالب والقطب الموجب قطاعات الدائرة الرئيسية. يتم استخدام شبكة مراقبة للسيطرة على السطوع ويتم تبديل الجهد أيضاً.



الشكل (٦-٢١): شاشات فراغ الفلورسنت

عند مرور تيار من خلال خيوط التنغستن تصبح حمراء ساخنة وتنبعث منها الإلكترونات. يتم إجراء فراغ جيد بحيث لا تتأثر الإلكترونات من قبل أي نفوذ خارجي.

تكون القطاعات مطليّة بمادة الفلورسنت ومتصلة بسلك التحكم. وبالنظر إلى الإمكانات الإيجابية للقطاعات لجذب الإلكترونات، أي عندما تضرب الإلكترونات القطاعات تسبب تألقها، وينبعث منها الأصفر والأخضر أو الأزرق الفاتح والأخضر تبعاً لنوع الفوسفور المستخدم. إذا تم تغيير إمكانات الشبكة، يمكن تغيير عدد الإلكترونات التي تضرب القطاعات، مما يؤثر على السطوع. إذا لم يتم توصيل القطع لمصدر كهربائي (غالباً ما يكون فقط حوالي 5V)، عندها يتم توقف جميع الإلكترونات المنبعثة في الشبكة. طبعاً تكون الشبكة مهمة أيضاً من حيث أنها تميل إلى تنظيم حركة الإلكترونات.

يبين الشكل (٦-٢٢) دائرة تستخدم للسيطرة على VFD.



الشكل (٦-٢٢): دائرة تستخدم للسيطرة على VFD

يمكن للزجاج الأمامي من الشاشة أن يكون ملوّناً لتحسين إمكانية القراءة. لهذا النوع من الشاشات العديد من المزايا ولكن المشكلة الرئيسية لاستخدامه في السيارات هو قابليته للصدمات والاهتزاز. ويمكن التغلب على هذا باستخدام مثبتات مناسبة.

٦-٣-٥ شاشات العرض والرأس مرفوع Head-up Displays :

إن أحد المشاكل الرئيسية التي يجب حلها فيما يتعلق بشاشات العرض في السيارة هي أن السائق أثناء القيادة عليه أن ينظر بعيداً عن الطريق لرؤية المعلومات. يمكن استخدام العديد من التقنيات مثل أصوات الإنذار أو وضع المعدات قريبة من الرؤية، ولكن تعدّ شاشات العرض والرأس مرفوع (HUD) أحد أهم الابتكارات ، يبين الشكل(٦-٢٣) مبدأ شاشات العرض والرأس مرفوع. يتم توجيه المعلومات من جهاز العرض، الذي يمكن أن يكون CRT (أنبوب الأشعة المهبطية)، على مرآة تعكس جزئياً. وبالتالي نجد أن المعلومات المعروضة على CRT يجب أن تنعكس في هذا النظام. في ظل الظروف العادية يكون السائق قادراً على رؤية الطريق من خلال المرآة. ويمكن تعديل سطوع الشاشة لتتناسب مع ظروف الإضاءة المحيطة. يمكن تقديم قدر كبير من البيانات في هذا النظام وخاصة أن الكمبيوتر هو الذي يسيطر عليها.

وهناك مشكلة في المعلومات التي يجب عرضها في هذه الطريقة إذ يمكن أن يشكل عداد السرعة الجزء الأقل أهمية في حين نجد أن انخفاض ضغط الزيت أكثر أهمية ويمكن أن يعرض على شكل فلاش مباشر أمام السائق. وهناك أيضاً تحذير مرئي عندما يكشف الرادار الأمامي عن اصطدام وشيك. النظم الحالية هي لـ HUD الرؤية المباشرة الأمامية، ولكن يمكن استخدام الكريستال السائل لمرايا الرؤية الخلفية .



الشكل(٦-٢٣) مبدأ شاشات العرض والرأس مرفوع

من الدراسات الأكثر إثارة للاهتمام هي ما يتعلق بتحديد مكان نظر السائق وفي أي نقطة وفي الوقت المناسب، التي يمكن استخدامها لتحديد ماهي المعلومة التي يجب عرضها على الشاشة في وقت معين ،وذلك من خلال كاميرات الفيديو الصغيرة، إضافة إلى شعاع الليزر الذي ينعكس على قرنية العين للسائق والذي يمكننا من معرفة وتحديد المكان بالضبط. بصرف النظر عن استخدامه في البحوث، كذلك تتبع حركة العين هو واحد من سلسلة من الأدوات المستخدمة في البحوث البيولوجية والميكانيكية التي يمكن أن يرصد مباشرة الرفاه المادي من برنامج التشغيل. يمكن في نهاية المطاف ومن خلال هذه التقنيات التحكم والسيطرة على السيارة أو حتى إيقاظ السائق الذي هو على وشك النوم خلال القيادة.

٦-٣-٦ ملخص تقنيات العرض Display Techniques Summary:

وجدنا مدى أهمية التقنيات المستخدمة للوحة أجهزة القياس أو العرض .هناك العديد من الخيارات والتقنيات متاحة للمصمم ومن الضروري استخدام أكثرها تقدماً من الناحية التكنولوجية،وهنا لابد من اختيار الأسلوب الأنسب لشاشة العرض للتطبيق المناسب؟
يبين الشكل (٦-٢٤) العرض الذي يجمع بين بعض الأجهزة التي نوقشت سابقاً.

الشكل (٦-٢٤) عرض يجمع بين بعض أجهزة العرض

هناك العديد من الأبحاث المتعلقة بالتخطيط والطريقة التي يتم الجمع فيها بين الأدوات، وهذا يتعلق بالوقت الذي يستغرقه السائق للحصول على المعلومات المطلوبة عند النظر بعيداً عن الطريق لإلقاء نظرة على حزمة البيانات.
يبين الشكل (٦-٢٥) لوحة أجهزة القياس. نلاحظ كيف هي مدمجة بحيث يمكن استيعاب المعلومات تقريباً من دون الحاجة إلى برنامج تشغيل المسح الضوئي إلى كل قراءة على حدة .. ويمكن هذا أن يكون على خلاف مع أفضل قراءة في بعض المناسبات.

الشكل (٦-٢٥): لوحة أجهزة القياس

٦-٤ - دراسات حالة Case Studies:

٦-٤-١ مقياس درجة حرارة ذو القلب الهوائي- روفر:

Air-cored temperature gauge

يبين الشكل(٦-٢٦) النظام المستخدم على بعض مركبات روفر لقياس درجة الحرارة. الجهاز عبارة عن قلب هوائي ومخمّد سوائل. يتم تركيب مقياس درجة الحرارة مع زنبرك حلزوني بحيث يمكن للمقياس أن يقرأ الحالة الباردة عندما يكون الإشعال مغلقاً.



الشكل (٦-٢٦): النظام المستخدم على بعض مركبات روفر لقياس درجة الحرارة

عندما يتلقى النظام إمدادات من الإشعال، تحدّد مقاومة الثرمستور التيار المار من خلال اللفائف. وعندما تكون درجة حرارة سائل تبريد المحرك منخفضة، ستكون مقاومة المرسل

عالية، وبالتالي سيصبح الجهد في النقطة X أعلى من النقطة Y. سيكون هذا الجهد أعلى من جهد الزينر وبالتالي سيكون التيار عكسياً في الديود، والتيار سوف يمر عبر الوشيعة A و B ولكن لاحقاً سيوجد مسار للتيار عبر المقاومة R والديود ، والتيار سيمر عندها بفعالية في الوشيعة A، وهذا سوف يسبب أن تكون المغناطيسية في الوشيعة B أكبر من A، وبالتالي سيسحب المؤشر نحو الجانب البارد. وكلما صغرت المقاومة من المرسل مع زيادة درجة الحرارة، صغر الجهد في X ، والتيار سوف يصغر عبر الوشيعة B، وبالتالي السماح للإبرة في الارتفاع.

في درجة حرارة التشغيل العادية، يكون الجهد في X أقل بقليل من جهد انهيار الزينر، والتيار المار عبر الوشيعتين سيكون متساوياً وبالتالي سيكون المؤشر في المنتصف. إذا ارتفعت درجة حرارة سائل التبريد ، سيتدفق التيار من خلال الديود في اتجاهه إلى المباشر، وبالتالي سيزيد التيار عبر لفائف A، الذي يؤدي إلى انتقال الإبرة إلى الجانب الساخن.

٦-٤-٢ نظام الملاحة للسيارة- إلكترونيات ألباين :

Alpine' navigation system mounted in a vehicle

يعدّ نظام الملاحة حالياً من أكثر الأنظمة تقدماً ويضم خرائط دقيقة جداً، سهلة الاستخدام وحتى إنه يقدم بعض التوجيهات الصوتية. يتكون النظام من وحدة قاعدة جهاز هوائي، جهاز تحكم عن بعد وأقراص CDROM. يبين الشكل (٦-٢٧) النظام في السيارة. ويسلط الضوء على الميزات التالية من "ألباين".



الشكل (٦-٢٧):نظام ملاحة السيارة- إلكترونيات ألباين

يمكن للسائق إدخال وجهته وبدوره سيقوم النظام بالبحث عن وجهة السائق في مجموعة متنوعة من الطرق تبعاً للعنوان أو اسم الشارع أو نقاط وجهة محفوظة مسبقاً. يمكن تعيين الوجهة بواسطة الإدخال السريع الأبجدي أو يمكن التبديل مباشرة إلى وجهات مشتركة مثل المطارات أو الفنادق. تسمح القوائم المنبثقة لنا اختيار الوجهات بحسب الترتيب الأبجدي أو مدخلات الذاكرة، وما إلى ذلك باستخدام جهاز التحكم عن بعد .

عند الإدخال، يقوم النظام بحساب أفضل طريق إلى وجهة السائق ووفقاً لتعليماته. يمكن اختيار المرور عبر الطريق السريع أو العادي وتشمل أيضاً النقاط المحلية (مثل المطاعم أو محطات الوقود)، أو تجنب نقاط تقوم بتعيينها. إذا تمّ عرقلة حركة السير، يتم استخدام 'إعداد الطريق البديل "على الفور للحصول على الخط الجديد. ويمكن أيضاً الطرق العابرة للحدود أن تكون محددة.

يعطي ألباين 'التوجيه الصوتي "إلى الوجهة، فضلاً عن مجموعة واسعة من خيارات العرض. يعرض "وضع الاتجاه الأساسي" المعلومات الأكثر أهمية فحسب، حتى لا يصرف السائق عن القيادة، ويظهر اتجاه السيارة بشكل واضح والمسافة إلى التقاطع المقبل والوقت المتبقي إلى الوجهة، ويظهر أيضاً الاتجاه عند التقاطع المقبل وهذه ميزة كبيرة في حالة حركة المرور الكثيفة. وكذلك هناك "تكبير المقاطع" الذي يسمح بنظرة فاحصة، هناك عدة أوضاع للعرض، مثل الشمال لأعلى أو عنوان ما. يبين الشكل(٦-٢٨) اثنين من لقطات النظام.

الشكل(٦-٢٨): اثنين من لقطات نظام ألباين

أصبح نظام الملاحة "ألباين" الأكثر نجاحاً في العالم، وذلك من خلال تلبية الاحتياجات الحالية وأيضاً عن طريق توقع الاحتياجات المستقبلية. على سبيل المثال، إذا قمت بتغيير الإطارات من الصيفية إلى الشتوية ، فقد يتعين معايرة النظام. يتم معايرة النظام بسهولة خلال الكيلومترات القليلة الأولى وتحديثات البرامج يتم تحميلها بسهولة من القرص المضغوط أو من الذاكرة فلاش.

٦-٤-٣ نظم الملاحة الذكية Telematic:

يتم أخذ المعلومات اللازمة لنظام الملاحة الذكية من جمعية السيارات (AA)، وهي منظمة تحظى باحترام في المملكة المتحدة.

الجيل الأول من الخدمات المتاحة فعلياً، أو قيد التطوير تشمل:

- المساعدة على الطريق على أساس صوت، إرسال الطوارئ، وخدمات المشورة ومعلومات عن حركة المرور.
- إرشادات السفر، مواقع مهمة ، الجولات ومعلومات السفر.
- تعقب المركبات المسروقة عبر القمر الصناعي.
- نظام بيانات الراديو (RDS) التي بنيت في معظم أجهزة الراديو للسيارة وإطلاق الإصدار الأخير من RDS-MC (قناة رسائل المرور).

يتم صرف خمس وقت القيادة على الطرق غير المألوفة لهذا من الممكن لوحدة تحكم ملاحة ذكية صغيرة في السيارة فتح عالم جديد من خدمات المعلومات، وذلك باستخدام مزيج من تكنولوجيا الاتصالات والحوسبة. توصل هذه الوحدة إلى جهاز استقبال يرصد

باستمرار مكان السيارة باستخدام البيانات الواردة من الأقمار الصناعية. يتم الجمع بين هذه البيانات مع المعلومات الأخرى، وترسل إلى مركز الملاحة الذكية. يمكن عندئذ أن تستخدم المعلومات لتوجيه السيارة حتى الوصول والتوقف. من خلال وصل وحدة الملاحة الذكية.

٦-٥ نظام تشخيص أعطال الأجهزة:

Diagnosing Instrumentation System Faults

٦-٥-١ مقدمة Introduction :

كما هو الحال مع جميع النظم، المراحل الست الواجب إتباعها في تقصي الخطأ:

١. التحقق من الخطأ.

٢. جمع المزيد من المعلومات.

٣. تقييم الأدلّة.

٤. إجراء اختبارات أخرى في تسلسل منطقي.

٥. تصحيح المشكلة.

٦. التحقق من كل الأنظمة.

يرتبط الإجراء المذكور في المقطع التالي في المقام الأول إلى المرحلة ٤ من هذه العملية. يبين الجدول(٦-٣) بعض الأعراض الشائعة لأجهزة عطل نظام مع اقتراحات الخطأ المحتمل. الأعطال هي عامة جداً ولكن ستكون بمنزلة تذكير جيد.

الجدول (٦-٣):بعض الأعراض الشائعة لأجهزة عطل نظام مع اقتراحات الخطأ المحتمل

٦-٥-٢ اجراء الاختبار Testing Procedure :

تتم عملية فحص المقياس الحراري للوقود أو معدات الحرارة بشكل عام كما يلي:

١. الفحص باليد أو بالنظر (الأسلاك الرخوة، ومفاتيح فضفاضة وأخطاء مرئية أخرى) – التأكد من كون كافة الاتصالات نظيفة ومتينة.

٢. يمكن وضع مقاومة جيدة 200 Ω .في مكان المرسل الحراري(المقياس يجب أن يعطي أن الخزان ممتلئ)

٣. يمكن تأريض (قصر) مرسل مستوى الخزان (المقياس يجب أن يعطي أن الخزان ممتلئ)

٤. التحقق من استمرارية الأسلاك من المقياس إلى المرسل 0 حتى 0.5 Ω

٥. التحقق من توريد لقياس الجهد (0-12V على النظم القديمة).

٦. إذا كانت جميع الاختبارات المذكورة أعلاه صحيحة يكون عندها رأس المقياس هو المتعطل.

٦-٦ الأجهزة المزودة بتكنولوجيا متقدمة:
Advanced Instrumentation Technology

٦-٦-١ العروض المضاعفة Multiplexed Displays :

من أجل التحكم بالأجزاء السبعة لشاشة العرض البسيطة، يطلب وصل لا يقل عن ثمانية أسلاك. هذا من شأنه أن يكون خط إمداد واحد وسبعة خطوط أرضية (واحد لكل جزء)،وهذا لا يشمل خطوط المساعدة المطلوبة لأغراض أخرى، مثل الإضاءة الخلفية أو السطوع، ثم لثلاثة شاشات عرض كل منها مؤلفة من سبعة أجزاء، سيكون هناك حاجة تصل إلى حوالي ٣٠ سلك ووصلة.

للحد من الأسلاك، يتم استخدام الوقت بالتقسيم. هذا يعني أن وحدة العرض الفردية فحسب تكون مضاءة خلال مأخذ خاص بها لوقت صغير. يمكن من الشكل (٦-٢٩) أن ينظر إليه على أنه إذا تم إجراء الوصل في الأسفل في نفس الوقت تكون البيانات

المناسبة الموجودة على خطوط الإدخال سبعة، وسوف يتم تفعيل سبعة واحدة فقط. ويتم ذلك كل على حدة، وآلاف المرات في الثانية، والعين البشرية لا ترى وميض.



الشكل (٦-٢٩)

يتم استخدام هذه التقنية في بعض الأنظمة، مثل المتحكم الرقمي الذي ينقل جميع البيانات أو معالجة الإشارات.

يبين الشكل(٦-٣٠) هذه التقنية التي تدعى بتقنية أخذ العينات في مخطط صندوقي.

تأخذ وحدة التحكم الإلكتروني عينات من كل المدخلات بدورها في فتحة وقت خاصة، وتخرج معلومات العرض إلى شاشة العرض المناسبة في شكل مناسب لجهاز العرض المستخدم.

الشكل(٦-٣٠): تقنية أخذ العينات في مخطط صندوقي

٦-٦-٢ التكميم Quantization:

عندما يتم تحويل الإشارات التماثلية إلى رقمية، يتم استخدام عملية تدعى التكميم. يمكن وصف ذلك بأنه الترميز الرقمي. يخفض الترميز الرقمي كل البيانات إلى الأرقام الثنائية

الابتدائية (بت)، التي يمكن معالجتها وتخزينها ونقلها وفك الشفرة على النحو المطلوب في تقنيات الكمبيوتر.

التكميم قد يسبب خطأ في هذه العملية، كما هو 'تقريب' كل قيمة إلى أقرب مستوى تكميم، وكلما زاد عدد مستويات التكميم ستكون هذه العملية أكثر دقة ، ولكن من الواضح أن زيادة الدقة ينطوي على استخدام أكثر من بت لتحديد العدد المتزايد من المستويات.

٦-٦-٣ التصوّر الهولوغرامي Holography:

التصور الثلاثي الأبعاد هو تمثيل ثلاثي الأبعاد للموضوع الأصلي. يمكن إنشاؤه عن طريق تقسيم شعاع الليزر إلى كائن وحزمة مرجعية. تنتج هذه الحزم مصفوفة العرض، التي يمكن تخزينها على طبق أو إصدارها إلى شاشة خاصة. حالياً تجرى بعض البحوث لاستخدام تصوير ثلاثي الأبعاد لتحسين سلامة القيادة الليلية. يمكن معالجة المعلومات من كاميرات الأشعة تحت الحمراء، ومن ثم يمكن توقع تعزيز صورة الثلاثية الأبعاد على الزجاج الأمامي للسيارة.

٦-٧ التطورات الجديدة في نظم الأجهزة:

New Developments in Instrumentation System

٦-٧-١ نظام تحديد المواقع العالمي Global Positioning Systems (GPS)

من عام ١٩٧٤ إلى عام ١٩٧٩ تمّ الاستخدام التجريبي لستة أقمار صناعية للملاحة في أمريكا الشمالية فحسب لمدة أربع ساعات يومياً، وتم توسيع هذه التجربة في جميع أنحاء العالم باستخدام ١١ قمراً حتى عام ١٩٨٢، في الوقت الذي تقرر أن يتم توسيع نطاق النظام لـ٢٤ قمراً صناعياً في ستة مدارات، مع تشغيل أربعة في كل مدار. هذه المدارات ليست متساوية و يمكن أن تختلف. وضعت على ارتفاع حوالي 21000km وتأخذ ما يقرب من اثنتي عشرة ساعة للدوران حول الأرض.

تم تطوير النظام باستخدام رمز مشفر يسمح وضع موقع داخل الأرض لبضعة سنتيمترات. يتم تقليل مصطنع الإشارة المستخدمة للاستخدام المدني من حيث الجودة بحيث دقة تحديد المواقع في منطقة 50 m .

ترسل الأقمار الصناعية GPS معلومات متزامنة خمسين مرة بالثانية وبيانات عن موقع المدار، وتنتقل إشارات التحديد والوقت إلى كمبيوتر الملاحة في السيارة ، ويتلقى الإشارات من ثمانية أقمار صناعية. يتم حساب الوقت المتخذ للإشارات الواصلة إلى السيارة في الوقت نفسه. يمكن للكمبيوتر من هذه المعلومات حساب المسافة من كل الأقمار الصناعية، ويمكن بعد ذلك تحديد موقع السيارة الحالي باستخدام ثلاث إحداثيات التي تشكل مثلثاً وبالتالي يمكن تحديد موقف للسيارة داخل هذا المثلث إذا عرفت المسافة عن كل زاوية.

تزوّد الأقمار الصناعية بساعات ذرية دقيقة جداً (أربع ساعات) التي يتم مزامنتها عن طريق وصلة الاتصال بين الأقمار الصناعية. تحتوي أجهزة كمبيوتر الملاحة أيضاً على الساعات .للقضاء على الفرق بين وقت الكمبيوتر ووقت الأقمار الصناعية، يتم قياس المسافة للقمر الأبعد.



الشكل (٦-٣١)

يبين الشكل (٦-٣٢) المكونات الرئيسية لنظام الملاحة. يتم تخزين خرائط المدن والبلدات وكذلك أسماء المدن والبلدات والطرق على قرص CD في الوحدة الرئيسية، ويحفظ أيضاً معلومات عن الطرق الرئيسية والقائمة الصوت / النص.يتم تركيب هذه الوحدة في الكبين أو تحت مقعد الراكب.

الشكل (٦-٣٢): المكونات الرئيسية لنظام الملاحة

بالإضافة إلى نظام تحديد المواقع، تتحكم وحدة التشغيل أيضاً في نظام ICE.

تقوم وحدة الملاحة بمعالجة إشارات الإدخال التالية:

- حساس الحقل المغناطيسي أو حساس زاوية الدوران (اعتماداً على النسخة).
- إشارات حساس سرعة العجلة ABS .
- معلومات تحديد الموقعGPS .
- البيانات من القرص المضغوط.
- مفتاح ضوء حركة الرجوع.Reverse light switch

يقدّم حساس سرعة العجلة معلومات عن المسافة المقطوعة، وتستخدم أجهزة استشعار على العجلات غير المقادة لأن العجلات يمكن أن تنزلق عند التسارع.

يتم استخدام مفتاح ضوء حركة الرجوع لأن الإشارات من حساس سرعة العجلة لا تشير إذا كانت المركبة تسير إلى الأمام أو في الاتجاه المعاكس. يتلقى هوائي الGPS إشارات الأقمار الصناعية ويضخّمها أيضاً، ويوضع تحت لوحة أمام الزجاج الأمامي أو موقع مماثل.

عادة ما يقع حساس الحقل المغناطيسي في الجزء العلوي من النافذة الخلفية. تحدّد البوصلة اتجاه السفر بالمقارنة مع الحقل المغناطيسي للأرض، وتتحسس أيضاً التغييرات في الاتجاه أثناء القيادة على منعطف أو عند الدوران.

الشكل (٦-٣٣)

يسمح حساس زاوية الدوران بدوره لكمبيوتر الملاحة بمتابعة الخريطة الرقمية، جنباً إلى جنب مع إشارات أجهزة الاستشعار الأخرى، وخاصة أنه يوفر معلومات دقيقة عن دوران السيارة حول محورها العمودي. يركب حساس زاوية الدوران في الوحدة الرئيسية ويحل محل البوصلة المغناطيسية. يشبه هذا الحساس الشوكة الرنانة الصغيرة التي تهتز في نطاق كيلو هرتز. تستشعر العناصر العلوية تسارع السيارة عند تغيير الاتجاه، لأن التواء العناصر يسبب شحنة كهربائية. تتم معالجة هذه الإشارة، وتحول إلى الجهد الذي يتوافق مع تحول حركة المركبات، ويتم إرسالها إلى الكمبيوتر الرئيسي. وميزة هذا النوع من أجهزة الاستشعار عدم تأثرها بالآثار المغناطيسية.



الشكل(٦-٣٤) حساس زاوية الدوران

يختلف أسلوب التشغيل و الوظائف المتاحة تبعاً للشركات المصنعة. يبين الشكل(٦-٣٥) مثالاً نموذجياً يستخدمه FORD. شاشة العرض ووحدة التحكم المستقبلية يبينها الشكل(٣٥).

عند تحديد وظيفة جهاز الملاحة ، تظهر قائمة الخيارات التي تبين مثلاً:

- معالجة الإدخال.
- دفتر العناوين (لمرحلة ما قبل مجموعة الوجهات).
- النقاط المثيرة للاهتمام.
- مشاركة الوجهة.
- إعداد النظام (يتضمن وضع التشخيص على بعض الأنظمة).

لاستخدام هذا النظام، يتم إدخال عنوان الوجهة باستخدام مفاتيح المؤشر. يتنبأ النظام الوجهة التي من الممكن إدخالها كرسائل، لذلك ليس من الضروري عادة إدخال العنوان كاملاً. عندما يتم تعيين الوجهة تحسب وحدة النظام الطريق. يمكن إعطاء خيارات لطرق أقصر أو أسرع في هذه المرحلة. يتم إعطاء تعليمات القيادة المتعلقة بالطريق الواجب إتباعه بصرياً على الشاشة وبصوت مسموع من خلال مكبرات الصوت.



الشكل(٦-٣٥) مثال المستخدم من قبل FORD



الشكل(٦-٣٦): شاشة العرض ووحدة التحكم المستقبلية

على الرغم من أن معلومات الأقمار الصناعية توفر دقة في تحديد المواقع بحدود 50 m، يتم استخدام الحسابات الميتة dead-reckoning حيث يمكن لنظام البرمجيات الذكية إيصال السائق إلى وجهته مع دقة حوالي 5m. الحسابات الميتة تعني أن يتم تحديد موقع السيارة من إشارات حساس السرعة وحساس زاوية الدوران. يمكن لجهاز الكمبيوتر تحديث موقع السيارة التي قدمتها بيانات GPS باستخدام مواقع ممكنه على الخريطة الرقمية المخزنة. على سبيل المثال، عندما تتقدم السيارة ثم تنعطف نحو اليمين، نجد أن الجمع بين بيانات GPS والحسابات الميتة تسمح بتحديد موقعها بشكل أكثر دقة. الحسابات الميتة تسمح بالملاحة أيضاً عندما تتعطل إشارات الأقمار الصناعية. ومع ذلك، نجد أن نقطة الانطلاق إلى رحلة ما تحتاج أيضاً إلى إدخالها.

٦-٧-٢ نظم الملاحة الذكية ونظم الاتصالات المتقدمة – JAGUAR

Advanced Telematics & Communications Systems -JAGUAR

إن ما سيتم توصيفه عن نظم الملاحة الذكية مقدّم من قبل JAGUAR ، وهو موجود في سيارة JAGUAR XJ 2004 ويعدّ مثالاً جيداً عن نظم الملاحة الذكية وأنظمة الاتصالات المتقدمة.

تم صنع تقنية التفعيل الصوتي Jaguar Voice لأول مرة لـ JAGUAR في عام 1999 ، حيث وفر للسائق وركاب المقاعد الخلفية إمكانية الوصول إلى التفعيل الصوتي للتحكم بالأنظمة ، بما في ذلك وظائف الصوت الأساسي، قناة المعلومات، والهاتف، ومراقبة المناخ، ونظم الملاحة.

تزوّد عجلة القيادة بزر(PTT) اضغط وتحدث ومفتاح حزمة الوسائط المتعددة حيث ينشط جهاز التفعيل الصوتي Jaguar Voice، ويكتم تلقائياً صوت النظام السمعي عند استخدام الهاتف.

يتوفر نظام الملاحة دينزو مع شاشة واسعة ٧ بوصات على مجموعة XJ. تمت برمجة النظام بسهولة مع الوجهة المطلوبة، مثل رقم المنزل أو تقاطع الشوارع. بدلاً من ذلك، يتم إدخال (رمز مختصر/ مكان) post/zip code في النظام، الذي يحسب بعد ذلك الطريق ويرشد السائق عبر إرشادات مرئية وصوتية. إذا كان السائق يقود خارج الطريق، يقوم نظام التوجيه بإعادة الحساب إلى الوجهة المطلوبة وفق الإحداثيات النهائية. تتيح تقنية DVD رسم خرائط كاملة، على سبيل المثال، الولايات المتحدة الأمريكية كلها على قرص واحد.

الشكل (٦-٣٧): نظم الملاحة الذكية مقدّم من قبل JAGUAR

يمكن للنظام على طول الطريق أن يشير إلى بعض النقاط المهمة، بما في ذلك المطاعم والفنادق ومحطات الوقود وأماكن وقوف السيارات ووكلاء شركة جاكوار، حتى يمكن أن تكون مرتبطة مع مقياس الوقود ليشير إلى محطات الوقود القريبة تلقائياً عندما يشير مقياس الوقود إلى انخفاض كمية الوقود في الخزان.

يسمح نظام الوسائط المتعددة الجديد في المقاعد الخلفية للركاب في المقاعد الخلفية بالوصول إلى أنظمة الصوت والفيديو بشكل مستقل عن السائق والراكب في المقعد الأمامي. يمكن للراكب الأمامي أن يستمع لأسطوانة مدمجة في حين يشاهد أحد الركاب في المقعد الخلفي فلماً على DVD والآخر يتمتع بألعاب الفيديو.

تزود المقاعد الخلفية بشاشتين تتوضعان خلف سنادة الرأس للمقاعد الأمامية، حيث يستخدم ركاب المقاعد الخلفية سماعات الرأس للاستماع للأصوات بشكل مريح.

تتحكم مفاتيح أجهزة الوسائط المتعددة الخلفية بإشارات الصوت والفيديو وتقبل جميع أنواع المدخلات من الأجهزة ويوجد فيها مأخذان لسماعات الرأس. ويمكن أن يكون نظام الوسائط المتعددة في المقاعد الخلفية اختيارياً.

ومن المثير للاهتمام أن نلاحظ، -كما هو الحال مع العديد من التطورات- تقارب نظم الملاحة الذكية مع النظم الأخرى. بشكل خاص مع أنظمة الوسائط المتعددة.

.....

.....

الفصل السابع

نظام الإضاءة

Lighting System

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

٧-١ أساسيات الإضاءة Lighting Fundamentals :

٧-١-١ مقدمة وتعاريف Introduction:

يعدّ نظام إضاءة الآلية هام جداً لأغراض السلامة الطرقية وقد استخدمت العديد من التقنيات التي تدرّجت من دارات المتغيرات الأوتوماتيكية إلى كوابح الدارات الحرارية التي تنبض الضوء بدلاً من فصله تماماً كما هو الحال عند استخدام الصمامات الكهربائية. توصل أنظمة التوصيل الحديث كل سلك مصباح بشكل منفصل، حتى لو أن المصدر الرئيسي للأضواء الأمامية توقف، ستبقى مصابيح الإضاءة الخفيفة والعتمة تعمل.

يجب أن تسمح أضواء الآلية للسائق بـ:

- الرؤية في الظلام.
- أن يُرى في الظلام (أو في ظروف الرؤيا الضعيفة).

ترتبط الإضاءة الجانبية والإضاءة الخلفية وأضواء الفرامل بشكل مباشر إلا أن الإضاءة الأمامية تشكل المشكلة الأساسية، على الحزمة المنخفضة dipped beam يجب أن توفر للسائق ضوءاً كافياً لكن من دون إبهار السائقين الآخرين من مستخدمي الطريق.

تم تجريب العديد من الأساليب على مرّ السنين، وحدثت تطورات كبيرة ، لكن من الصعوبة بمكان تحقيق الموازنة بين الرؤيا والإبهار. وبالمقابل هناك من التطورات الحديثة الإضاءة بالأشعة فوق البنفسجية UV التي ستناقش لاحقاً.

***مصطلحات وتعاريف الإضاءة :**

هناك العديد من المصطلحات المتعلقة بموضوع الضوء، وفي هذه الفقرة سيتم تقديم شرح مبسط لهذه المصطلحات المتعلقة بأنظمة الاضاءة بالسيارات. أولاً يتم إعطاء المصطلحات المتعلقة بالضوء بشكل عام ثم المتعلقة خصوصاً بإضاءة السيارات.

- تدفق الإضاءة (ϕ): واحدتها lm (lumen) و تحدّد بكمية الضوء التي تعبر من منطقة معينة خلال ثانية واحدة. Hm هو الضوء الساقط على واحدة المساحة من واحدة المسافة من مصدر ضوء له شدة عبارة عن cd 1.

- شدة الضوء (I): و هي القدرة على إنتاج الضوء عند مسافة ما. واحدة شدة الضوء cd (candela) وهي سطوع الضوء بدلاً من كمية الضوء الساقط على جسم ما.
- شدة إضاءة سطح (E): و يمكن تعريفها بأنها شدة الإضاءة التي يتلقاها سطح في واحدة المساحة. إذا وردت الأشعة بزاوية مائلة على سطح كالطريق مثلاً فإن شدة الإضاءة تقل. واحدتها هي lx (lux) وهي تعادل 1 lm لكل $1\ m^2$ أو تعادل إضاءة سطح مساحته $1m^2$ من مسافة 1m من مصدر ضوئي شدته 1cd. وبعبارة بسيطة إنها تتعلق بشدة الضوء والمسافة التي سقط منها وزاوية وروده.
- السطوع (L): يجب عدم الخلط بين السطوع والإضاءة (شدة الإضاءة) فعلى سبيل المثال أثناء القيادة ليلاً تبقى إضاءة الطريق ثابتة لكن سطوع سطح الطريق يختلف اعتماداً على لون سطح الطريق، لذلك لا يتعلق السطوع بالإضاءة فحسب وإنما بالضوء المنعكس من الطريق أيضاً.
- نطاق المصابيح الأمامية: هي المسافة التي تحافظ فيها حزمة الضوء من الأمامية على شدة إضاءة معينة.
- النطاق الهندسي: هي المسافة لخط القطع على سطح الطريق عندما تفعل الحزمة المنخفضة على طريق مائل عن الأفق نحو الأسفل.
- النطاق المرئي: يتأثر بعدة عوامل ولا يمكن أن تكون محدّدة بوحدة ولكن يمكن تعريفها بأنها المسافة داخل نطاق الضوء بحيث يكون الجسم مرئياً داخلها.
- نطاق الإشارة: المسافة التي يمكنها رؤية إشارة ضوئية فيها تحت ظروف سيئة.
- الانبهار أو التوهج: ينظر الناس إلى هذا المصطلح بأشكال مختلفة ومع ذلك يتم التعبير عنها بأرقام فإذا كانت شدة الإضاءة 1lx على بعد 25m أمام إضاءة أمامية منخفضة في مركز مصدر الضوء يقال عندها لا يوجد إبهار أو توهج. الطريقة البريطانية القديمة تنص على أنه يجب على الضوء ألا يبهر شخصاً في نفس المستوى عندما تكون المسافة أكثر من 25 feet بحيث يكون

مستوى العين أعلى من 3-6 ft (على افتراض أن الشخص جالس). عموماً يجب أن تميل الإضاءة الأمامية في حالة الحزمة المنخفضة على الأفق بمقدار 1% أو 1cm لكل 1m.

٧-١-٢ المصابيح Bulbs:

أوجد Joseph Swan في المملكة المتحدة أول مصباح ضوئي عام 1878. تم بعد ذلك العديد من التطورات الإضافية منذ ذلك الوقت، من حيث العدد والشكل وحجم المصابيح المستخدمة في الآليات . يبين الشكل(٧-١) مجموعة المصابيح المعروفة، حيث أغلب مصابيح إضاءة الآليات تكون مصابيح سلك التنغستين التقليدية أو تنغستين الهالوجين.

الشكل (٧-١): مجموعة المصابيح المعروفة والشكل (٧-٢) :سلك مصباح نموذجي

يسخن سلك التنغستين في المصابيح التقليدية ليتوهج بواسطة تيار كهربائي. في الفراغ يمكن أن تصل درجة الحرارة إلى حوالي C ° 2300 . التنغستين عبارة عن عنصر معدني ثقيل رمزه W رقمه الذري 74 ووزنه الذري 2.85 وهو من المعادن النقية لونه بين الفولاذ الرمادي والقصدير الأبيض. تتضمن صفاته الفيزيائية أعلى نقطة انصهار بين جميع المعادن تصل إلى C ° 3410 . التنغستين النقي سهل الصياغة (forged) ، النسج (spun) ، السحب (drawn)، القذف (extruded)، في حين يكون المعدن في

الحالة غير النقية هشاً ويمكن التعامل معه لكن بصعوبة. يعدّ التنغستين أو خلائطه مثالياً للاستخدام كسلك لمصابيح الإضاءة الكهربائية ، حيث يصنع السلك بشكل حلزون متصاعد 'spiraled spiral' للسماح بتوضع طول مناسب من سلك رفيع في فراغ صغير وليؤمن بعض المقاومة الميكانيكية. يبين الشكل (٧-٢) سلك مصباح نموذجي.

إذا تجاوزت درجة الحرارة الدرجة المذكورة سابقاً حتى في الفراغ، سيصبح عندها السلك سريع التبخر وينقطع. لهذا السبب يجب أن يبقى الجهد الذي يعمل عليه المصباح ضمن حدود ضيقة. يمنع الفراغ في المصباح توصيل الحرارة من السلك ويحد من درجة حرارة التشغيل

تعدّ المصابيح المملوءة بالغاز أكثر استخداماً، حيث يكون زجاج المصباح مملوءاً بغاز خامل تحت الضغط كالأرغون ، مما يسمح للسلك بالعمل عند درجات حرارة مرتفعة من دون أن ينقطع ولذلك ينتج عنه ضوء أبيض. تنتج هذه المصابيح حوالي 17 lm/W (لومن لكل واط) بالمقارنة مع المصابيح المخلاة التي تنتج حوالي lm/W .

تستخدم مصابيح تنغستين الهالوجين للأضواء الأمامية تقريباً على معظم الآليات الآن حيث يمكنها إنتاج حوالي 24 lm/W (وأكثر لبعض التصميمات الحديثة). المصباح ذو عمر طويل ولن يتغير لونه إلى الأسود بعد فترة من الزمن مثل باقي المصابيح، لأن في مصابيح الغاز التقليدية، وبعد فترة من الزمن، يتبخر سلك التنغستين ويترسب على جدار المصباح. يكون الغاز في مصابيح الهالوجين غالباً اليود. نشير هنا إلى أن تسمية الهالوجين جاءت من وجود أربعة عناصر في المجموعة VIIA من جدول العناصر الدوري، تعرف مجتمعة بالهالوجينات. الاسم مشتق من اليونانية hal- and -gen ومعناها (منتجة الملح salt producing). الهالوجينات الأربعة هي البروم، الكلور، الفلور واليود. وهي غازات شديدة الفاعلية ولا توجد حرة في الطبيعة.

يصنع المغلف الزجاجي المستخدم لمصابيح الهالوجين من السيليكون المصهور أو الكوارتز ، وعادة يكون هذا المغلف صغيراً بما يتناسب مع السلك وليسمح بتركيز كبير. يبين الشكل (٧-٣) ضوءاً أمامياً من تنغستين الهالوجين.



الشكل (٧-٣) ضوء أمامي من تنغستين الهالوجين

***نبين فيما يلي بعض أنواع المصابيح:**

- الفستون Festoon:

يكون للمغلف الزجاجي شكل أنبوبي، مع سلك ممتد بين قبتين من النحاس ويكون هذا المصباح شائع الاستخدام للوحات الأرقام وإنارة السقف الداخلية.

- Miniature centre contact (MCC):

يكون للمصباح قبة مدببة مكونة من دبوسي تحديد من كلا جانبي القبة الأسطوانية. قطر القبة حوالي 9 mm. يحتوي على قطب مركزي وحيد (SCC)، مع جسم القبة المعدني مشكلاً القطب الثاني، غالباً ما يكون القطب الأرضي. يصنع بمجال طاقة متغير من 1 إلى 5W.

- Capless bulb:

تكون هذه المصابيح ذات غلاف زجاجي نصف أنبوبي مع نهاية مسطحة، التي توفر الدعم للأسلاك الطرفية. مجال الطاقة حتى 5W، وتستعمل هذه المصابيح لأضواء اللوحات، الإضاءة الجانبية والتوقف. وتعدّ اليوم ذات شعبية نظراً لقلّة تكاليف تصنيعها.

- Single contact, small bayonet cap (SBC):

تحتوي هذه المصابيح على قبة مدببة بقطر 15 mm مع مغلف زجاجي كروي أرفق بسلك وحيد. تستخدم مصابيح الـ(SCC) جسم القبة المعدني لتشكل القطب الثاني. قيمة

الجهد للمصباح عادة بين 5W و.20W. تستعمل مصابيح الـ5W الصغيرة للأضواء الجانبية أو الخلفية أما الإضاءة الكبيرة 20W فتستعمل للمؤشرات، الحركة الخلفية وأضواء الضباب الخلفية.

- Double contact, small bayonet cap:

مشابهة في الشكل والحجم لمصابيح الـ SCC الكبيرة بقطر 15mm (الـ SBC المبينة سابقاً). تمتلك هذه المصابيح سلكين، نهاية كل منهما موصولة إلى قطب والنهايتان الأخيرتان تجمعان بجسم القبة مشكلة بذلك القطب الثالث، الذي يكون غالباً القطب الأرضي. تكون هذه القبب ذات دبوسين مدببين متقابلين، نتيجة نجد أن السلكين المختلفين بالجهد، لا يمكن أن يتلامسا أو يوصلا بطريقة خاطئة. يستخدم أحد السلكين لضوء الفرامل والآخر للضوء الخلفي. يكونان بنسبة 21/5W على التوالي.

٧-١-٣ الإضاءة الخارجية External lights:

تم تبسيط ودمج قوانين التوضع بالنسبة للأضواء الخارجية إلى القوانين الحالية، ويعطى مجال شدة الإضاءة المسموح به ضمن قوسين بعد كل عنوان.

- الإضاءة الجانبية Sidelights (up to 60 cd):

يجب أن تحتوي الآلية على ضوئين جانبيين كل منهما باستطاعة أقل من 7W أغلب الآليات تحتوي على أضواء جانبية مدمجة مع مجموعة الإضاءة الأمامية.

- الإضاءة الخلفية Rear lights (up to 60 cd):

يجب وضع ضوئين كل منهما باستطاعة على الأقل 5W ، ويجب أن تحمل الإضاءة المستخدمة في أوروبا علامة 'E' وتظهر ضوء منتشر، وكذلك يجب أن يكون موضعهما ضمن 400 mm من حافة الآلية متباعدين بأكثر من 500 mm وبين 350 و 1500 mm فوق الأرض.

- أضواء الفرامل Brake lights (40–100 cd):

يوجد ضوءان وغالباً ما يكونان مدمجين مع الإضاءة الخلفية وباستطاعة بين 15 و 36W لكل منهما، مع ضوء منتشر، ويجب أن يعملا عند تطبيق أول ضغطة على

دواسة الفرامل. تثبت أضواء الفرامل بين 350 و 1500 mm فوق الأرض وبتباعد على الأقل 500 mm في موقع متشابه.

- **أضواء الغيار الخلفي (300–600 cd) Reversing lights:**

يمكن تركيب ضوءان على الأكثر مع استطاعة عظمى 24W لكل ضوء، وأن يكون الضوء غير مبهر ويشغل تلقائياً من علبة السرعة أو عن طريق مفتاح يتضمن ضوءاً تحذيرياً. تركب أصوات السلامة عند الحركة الخلفية "beepers" وتكون مقترنة مع هذه الدارة، بالأخص في الآليات الكبيرة.

- **الإضاءة النهارية (800 cd max) Day running lights:**

تستخدم شركة VOLVO مثل هذه الإضاءة، وهي ضرورية ومطلوبة في السويد وفنلندا. تأتي هذه الإضاءة مع مشعل ويجب أن تعمل مقترنة بالإضاءة الخلفية فحسب. وظيفتها أن تشير إلى أن الآلية تتحرك أو على وشك التحرك. تطفئ هذه الإضاءة عند إيقاف الآلية كلياً أو عند عمل الإضاءة الأمامية.

- **أضواء الضباب الخلفية (150–300 cd) Rear fog lights:**

يتم تركيب واحد أو اثنين لكن عند وجود ضوء واحد فقط، يجب أن يكون متوضعاً على الخط المركزي للآلية، وأن يكون بين 250 و 1000 mm فوق الأرض ويبعد بحدود 100 mm عن أي ضوء فرامل. الاستطاعة عادة ما تكون 21W ويجب أن تعمل في حال عمل الإضاءة الجانبية، أو الأمامية أو أضواء الضباب الأمامية.

- **أضواء المنطقة (البقعة) الأمامية وأضواء الضباب الأمامية: Front spot and fog lights:**

إذا تم تثبيت أضواء المنطقة (البقعة) الأمامية (أضواء مساعدة للقيادة)، يجب أن تكون بين 500 و 1200 mm فوق الأرض وأكثر من 400 mm من جانب الآلية. إذا كانت الإضاءة (غير منخفضة non-dipping) يجب أن تعمل عندما تكون الإضاءة الأمامية تعمل على (الحزمة الأساسية main beam) فحسب.

تركب أضواء الضباب الأمامية في الأسفل على ارتفاع 500 mm فوق الأرض وتستخدم في الضباب فحسب وعند تساقط الثلج. صممت الإضاءة الأمامية Spot

lamps لتنتج حزمة ضوئية طويلة لإضاءة الطريق لمسافة معينة، في حين صممت أضواء الضباب لإنتاج ضوء حاد (sharp cut off line) لإنارة الطريق أمام الآلية مباشرة فحسب من دون أن تنعكس مسببة توهجاً. يبين الشكل(٧-٤) مجموعة من تصميمات أضواء الآليات وبعض الأنواع المستخدمة



الشكل(٧-٤) مجموعة من تصميمات أضواء الآليات

٧-١-٤ عواكس الإضاءة الأمامية Headlight reflectors:

إن الضوء الناتج عن المنبع(كسلك المصباح) يمكن أن يكون بأنماط متعددة من أشكال الحزمة وذلك باستخدام عواكس وعدسات مناسبة. غالباً ما تكون العواكس المستخدمة للأضواء الأمامية بشكل قطع زائد، ثنائية المحرق أو متعددة المحارق. إن العدسات التي تستخدم كغطاء زجاجي للأضواء الأمامية، تستخدم أيضاً لتوجيه الضوء إلى جانبي الطريق ونحو الأسفل.

يبين الشكل (٧-٥) كيفية استخدام العدسات والعواكس لتوجيه الضوء.

إن الهدف من عواكس الإضاءة الأمامية هو توجيه أشعة الضوء العشوائية من المصباح إلى حزمة من الضوء المركّز بالاستفادة من قوانين الانعكاس. يعدّ موقع سلك المصباح

بالنسبة للعاكس ذا أهمية خاصة، عندما نريد تحقيق اتجاه وشكل الحزمة المطلوبة. وهذا موضح في الشكل (٧-٥) a.

الشكل(٧-٥): كيفية استخدام العدسات والعواكس لتوجيه الضوء

أولاً، عندما يتوضع منبع الضوء (سلك المصباح) في المحرق، ستكون الحزمة المنعكسة موازية للمحور الرئيسي. أما إذا كان السلك بين المحرق والعاكس، فإن الحزمة المنعكسة ستتباعد عن المحور الرئيسي. وعلى النقيض، إذا كان السلك أمام المحرق فإن الحزمة المنعكسة ستتقارب باتجاه المحور الرئيسي.

يكون العاكس بشكل أساسي عبارة عن طبقة من الفضة، الكروم أو الألمنيوم متوضعة على سطح ناعم ومصقول من النحاس أو الزجاج مشكلة بذلك مرآة العاكس التي تتقعر، ويعرف بذلك بالعاكس المقعر. تدعى النقطة المركزية على العاكس بالقطب، والخط المرسوم عمودياً على سطح العاكس من القطب يعرف بالمحور الرئيسي. إذا تحرك منبع الضوء على طول هذا الخط ، سنجد نقطة فيها ينتج المنبع حزمة منعكسة تكون موازية للمحور الرئيسي، تعرف هذه النقطة بالمحرق، وبعدها عن القطب يعرف بالبعد المحرقي.

***العواكس ذات القطع المكافئ Parabolic reflector:**

القطع المكافئ عبارة عن منحنٍ مشابه للمنحني الناتج عن رمي حجر في الهواء. يمتلك العاكس ذو القطع المكافئ (الشكل a ٧-٥) خاصية عكس الأشعة بشكل موازٍ للمحور الرئيسي عندما يتوضع منبع الضوء في محرقه، أينما سقطت هذه الأشعة على العاكس. لذلك ينتج حزمة منعكسة متوازية مضيئة ذات كثافة ضوئية ثابتة. باستخدام العاكس ذي القطع المكافئ، أغلب الأشعة الضوئية الصادرة عن المنبع الضوئي تنعكس وتعدّ كمية قليلة من الأشعة المباشرة ضائعة.

تكون شدة الضوء المنعكس أقوى بالقرب من المحور الرئيسي، ماعدا (light cut-off) الناتج عن المصباح نفسه. تقل الشدة باتجاه أطراف الحزمة. يبين الشكل (٧-٦) نوع معروف من العواكس وترتيب المصابيح حيث يكون سلك الإضاءة المنخفض (dip) محمي (مصفح بصفيحة سفلية)، وهذا يعطي شكلاً حاداً لخط القطع عند العمل على الحزمة المنخفضة (dip) وتستعمل غالباً مع الإضاءة الأمامية غير المتماثلة.

***العواكس ثنائية المحرق Bifocal reflector:**

يحتوي العاكس ثنائي المحرق (الشكلc ٧-٥)-كما يوحي اسمه- على قسمين عاكسين مع محرقين مختلفين مما يساعد على الاستفادة من الضوء الذي يسقط على المنطقة العاكسة السفلى. صمّم قسم القطع المكافئ (المنقطة السفلى) ليعكس الضوء نحو الأسفل لتحسين إضاءة المنطقة التي أمام الآلية مباشرة. هذه التقنية ليست ملائمة للمصابيح ثنائية الأسلاك، لذلك تستخدم في الآليات ذات نظام الأضواء الأمامية الأربعة. بمساعدة

برنامج CAD القوي، يمكن صنع عواكس متغيرة التركيز بدون منطقة على شكل قطع مكافئ لتحقيق انتقال مرن بين كل منطقة.

***العاكس المتعددة المحارق Homifocal reflector:**

يصنع العاكس المتعدد المحارق (الشكل b5) من عدد من المقاطع كل مقطع ذو محرق خاص. يسمح هذا التصميم بالحصول على بعد محرقي أقصر ويزداد تأثير تدفق الضوء أيضاً. يمكن استخدامه مع المصابيح ثنائية الأسلاك لتوفير الحزمة الأساسية والمنخفضة للضوء. يؤمن الضوء الناتج عن منطقة العاكس الرئيسية مجال الإضاءة الطويل الطبيعي وتعمل العواكس المساعدة على تحسين المنطقة القريبة من الآلية.

الشكل(٧-٦):أحد أنواع العواكس

***نظام الإضاءة الأمامية البيضاوية المتعددة :**

Poly-ellipsoidal headlight system (PES)

قدم نظام الإضاءة الـ PES المبين في الشكل (٧-٧) من Bosch عام 1983، الذي يقوم على تحسين جودة الضوء المنتج، وفي بعض الحالات يصبح أفضل من الضوء التقليدي، لكن مع منطقة إضاءة أقل من $30\ cm^2$. تم تحقيق هذا الأمر بواسطة تصميم عواكس بيضوية وإسقاطات بصرية عن طريق الـ CAD. استخدمت الصفيحة (shield) لضمان نمط حزمة ضوئية مناسب وذلك من أجل الحصول على خط قطع محدد وواضح أو حتى (نقص عام في الحدة intentional lack of sharpness). يزيد نظام الـ PES النبضي الجديد، الذي يتم تركيبه للآليات الكبيرة، من إضاءة المنطقة

القريبة. تستخدم هذه الإضاءة مع مصابيح أحادية السلك فحسب ويجب أن تكون جزءاً من نظام الإضاءة الأمامية الرباعي.

الشكل(٧-٧): نظام الإضاءة الـ PES

٧-١-٥ عدسات الإضاءة الأمامية Headlight lenses:

يجب أن يكوّن الضوء الجيد حزمة مركزية قوية بعيدة المدى، حيث يتم توزيع الضوء بالاتجاهين الأفقي والشاقولي لتحقيق أفضل إضاءة ممكنة لسطح الطريق.

تكوين الحزمة يمكن أن يحسن بشكل كبير بجعل أشعة الضوء المنعكس تمر عبر مجموعة شفافة من العدسات.

إن وظيفة العدسات جزئياً أن تعيد توزيع حزمة الضوء المنعكس وأي شعاع ضوئي منحرف، نتيجة لذلك تتحقق أفضل إضاءة للطريق مع أقل إبهار (وهج).

يبين الشكل b (٧-٥) مجموعة من العدسات الموشورية .

تعمل العدسات على مبدأ الانكسار، الذي هو التغير في مسار أشعة الضوء عندما تمر عبر وسط شفاف، كالزجاج (البلاستيك في الإضاءة الأمامية الحديثة).الغطاء الأمامي لهذه الإضاءة والعدسات الزجاجية، مقسمة إلى عدد كبير من المناطق المستطيلة، كل منطقة شكلت على شكل أخدود مقعر أو مجموعة من الأخاديد والمواشير.

يكون شكل هذه الأقسام على النحو التالي: عندما تمر حزمة متوازية قوية عبر الزجاج، ستعيد كل عدسة على حدة توجيه أشعة الضوء للحصول على أفضل إسقاط ممكن للضوء أو أفضل نمط ممكن للحزمة الضوئية.

تتحكم الأخاديد بالانتشار الأفقي للضوء، وفي نفس الوقت تقوم المواشير بحني الأشعة بشدة نحو الأسفل لتوفير إضاءة موزعة أمام الآلية.

يبين الشكل b(٧-٥) عمل العدسات .

العديد من الإضاءة الأمامية تصنع اليوم مع عدسات شفافة، هذا يعني أن كل عملية توجيه الضوء تتم عن طريق الانكسار (انظر الشكل (٧-٤)).

الأشكال(٧-٨و ٧-٩و ٧-١٠و ٧-١١و ٧-١٢)

٧-١-٦ معايرة الإضاءة الأمامية Headlight leveling:

مبدأ تسوية الإضاءة الأمامية بسيط جداً، حيث إن موقع الضوء يتغير اعتماداً على الأحمال في السيارة.

يبين الشكل (٧-٨) جهاز توجيه يدوي بسيط يشغل بواسطة السائق.

وهناك نظام أوتوماتيكي يشغّل بواسطة حساسات متوضعة فوق تعليقة الآلية مما يسمح بتعديل أوتوماتيكي مهما كانت تغيرات الحمل على الآلية.

يظهر الشكل (٧-٩) تصميم هذا النظام.

تختلف المشغلات التي تقوم فعلياً بتحريك الإضاءة من الأجهزة الهيدروليكية إلى المحركات الخطوية stepper motors

يبين الشكل(٧-١٠) التطبيق العملي لعملية توجيه الإضاءة الأمامية.

يتم التعديل بتحريك برغيين متوضعين على الإضاءة الأمامية، حيث يقوم أحدهما بتحريك الضوء للأعلى والأسفل في حين يقوم الآخر بالحركة الجانبية.

٧-١-٧ ضبط حزمة الإضاءة الأمامية Headlight beam setting:

هناك أنواع عديدة من معدات التعديل على ضبط الحزمة الضوئية وأغلبها تعمل على نفس المبدأ، الموضح في الشكل (٧-١١).

عند ضبط الإضاءة الأمامية لسيارة باستخدام صفيحة التوجيه يجب اعتماد الإجراءات التالية:

1. إيقاف السيارة على أرض أفقية، مع رفع التوجيه الشاقولي إلى مسافة 10m إذا أمكن.

(السيارة يجب أن تكون غير محملة باستثناء السائق).

2. علّم صفيحة التوجيه كما في الشكل(٧-١٢).
3. اضغط على التعليقة للتأكد من مستواها الطبيعي على الحمل.
4. عند ضبط الإضاءة على الحزمة المنخفضة، يجب تعديل خط cut-off line إلى العلامة الأفقية، التي تكون 1cm (أو حسب توصيات المصنع) تحت ارتفاع مركز الإضاءة الأمامية، لكل 1m لبعد السيارة عن الجدار.

٧-٢ دارة الإضاءة :Lighting circuits

٧-٢-١ دارة الإضاءة الأساسية :Basic lighting circuit

يوضح الشكل (٧-١٣) دارة إضاءة بسيطة مع ضرورة التنويه إلى أن هذا الشكل يساعد على فهم كيفية عمل الدارة لكنه لم يعد يستخدم في هذا الشكل البسيط.

الشكل(٧-١٣): دارة إضاءة بسيطة

توضّح هذه الدارة كيف أن المصابيح تعمل بشكل مترابط، فعلى سبيل المثال لا تعمل مصابيح الضباب إلا إذا كانت المصابيح الجانبية تعمل ومثال آخر هو المصابيح الأمامية التي لا يمكن أن تعمل إلا إذا كانت المصابيح الجانبية تعمل.

٧-٢-٢ دارة الإضاءة الخفيفة والمعتمة :Dim-dip circuit

مصابيح الإضاءة الخفيفة والمعتمة الأمامية هي لجعل السائق لا يستخدم الإضاءة الجانبية فقط في ظروف الرؤية الضعيفة ومبدأ عمل هذه الدارة أنه عندما تكون الإضاءة الجانبية والإشعال يعملان سوياً تعمل الإضاءة الأمامية بسدس طاقتها الكلية.

الشكل(٧-١٤): تبسيط لدارة المصابيح الخفيفة والمعتمة باستخدام مقاومة على التسلسل

تعمل مصابيح الإضاءة الخفيفة والمعتمة الأمامية بطريقتين الأولى هي مقاومة بسيطة توصل على التسلسل مع المصابيح الأمامية والطريقة الثانية هي باستخدام (chopper) تشغل وتطفئ المصابيح الأمامية بسرعة. يبين الشكل (٧-١٤) تبسيط لدارة المصابيح الخفيفة والمعتمة باستخدام مقاومة على التسلسل وهذا الأسلوب أكثر فاعلية من حيث التكلفة ولكن المشكلة أن المقاومة حوالي 1Ω تسخن بشدة لذلك يجب وضعها بشكل مناسب.

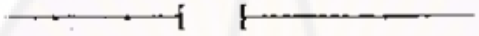
٧-٣ المصابيح المفرغة ومصابيح LED :

Gas discharge and LED lighting

٧-٣-١ المصابيح المفرغة من الغازات :Gas discharge lamps

تستخدم المصابيح الأمامية المفرغة (GDL) في السيارات حيث لديها الإمكانية لزيادة الإضاءة الفعالة وتعطي إمكانية تصاميم جديدة لمقدمة السيارة .التضارب بين التصميم الأيروديناميكي ومواقع المصابيح الأمامية المناسب سببه المفاضلة بين السلامة والاقتصادية وهذا التضارب غير مرغوب فيه وتسهم هذه المصابيح المفرغة إسهاماً كبيراً بتخفيف هذا التضارب بسبب حجمها الصغير نسبياً. يتكوّن نظام GDL من ثلاثة مكونات رئيسية :

- المصابيح: تعمل هذه المصابيح بمبدأ مختلف تماماً عن مبدأ المصابيح المتوهجة العادية حيث تتطلب جهداً أعلى بكثير. يبين الشكل (٧-١٥) مبدأ تشغيل مصابيح GDL.
- نظام القيادة: يحتوي على وحدات التحكم والإشعال ويحول توتر التيار إلى التوتر المطلوب في المصباح ويتحكم بمراحل الإشعال وتدرجه فضلاً عن التنظيم خلال العمل المستمر وأخيراً تراقب العملية كإجراء وقائي والشكل (٧-١٦) يوضح نظام التشغيل ومكوناته .



الشكل(٧-١٥): مبدأ تشغيل مصابيح GDL

- المصابيح الأمامية: تصميم هذه المصابيح مشابه نوعاً ما للوحدات التقليدية ومن أجل الحصول على الحدود المقررة فإن هذا يتطلب دقة أكثر في التصنيع والإنهاء مما يؤدي إلى زيادة تكاليف الإنتاج . يكون مصدر الضوء في المصابيح المفرغة من الغاز هو القوس الكهربائي ويبلغ طول المصباح المفرغ حوالي 10mm. يوجد قطبان يتوضعان داخل حبابة من زجاج الكوارتز والبعد بين القطبين حوالي 4mm و المسافة بين نهاية القطب وبين سطح تماسه مع المصباح هي 25mm وهذا يتوافق مع أبعاد مصابيح HI الموحدة .



الشكل(٧-١٦): نظام تشغيل مصابيح GDL ومكوناته

في درجة حرارة الوسط المحيط يحتوي المصباح على مزيج من الزئبق والأملاح المعدنية والزينون تحت ضغط معين وعند إشعال الإضاءة يتوهج الزينون دفعة واحدة ويبخر الزئبق والأملاح المعدنية. تنتج الكفاءة العالية في الإضاءة من بخار مزيج المعدن حيث يعطي الزئبق معظم الإضاءة أما الأملاح المعدنية فتؤثر على لون الضوء. الشكل (٧-١٧) يوضح الطيف الضوئي الذي ينتج عن مصباح GDL بالمقارنة مع مصباح الهالوجين التقليدي HI والجدول (٧-١) يبين الفرق بين خرج مصباح DI (GDL) و H (الهالوجين) -الأرقام تقريبية وللمقارنة فحسب ويجب معالجة الأشعة فوق البنفسجية الناتجة من مصباح GDL وذلك لضمان السلامة .يبين الشكل (٧-١٨) أيضاً إضاءة مصباح GDL بالمقارنة مع مصباح HI خرج مصباح GDL أكبر بثلاث مرات .

الجدول(٧-١): الفرق بين خرج مصباح DI (GDL) و H (الهالوجين)

الشكل(٧-١٧): الطيف الضوئي الذي ينتج عن مصباح GDL بالمقارنة مع مصباح الهالوجين التقليدي HI

الشكل(٧-١٨): إضاءة مصباح GDL بالمقارنة مع مصباح H1

عند إقلاع مصابيح GDL هناك أربع مراحل يجب المرور بها :

١. الإشعال: ويكون على شكل نبضة ذات جهد عالٍ تقفز بين القطبين وتسبب تأين الفجوة مما يخلق مسار تفريغ أنبوبي

٢. إضاءة فورية: يتدفق التيار خلال الممر المفرغ وينير الزينون الذي يعطي 20% من قيمة الإضاءة المستمرة.

٣. التشغيل المتصاعد: المصباح الآن يعمل باستطاعة متزايدة والحرارة ترتفع بسرعة ويتبخر الزئبق والأملاح المعدنية ، يتزايد الضغط داخل المصباح بزيادة الإضاءة وتحول لون الضوء من الأزرق إلى الأبيض.

٤. الاستمرار : يعمل المصباح بشكل مستمر بطاقة 35W وهذا يضمن بقاء القوس الكهربائي وعدم وميض المصباح ويبلغ تدفق الإضاءة 28000 lm ودرجة الحرارة 4500 K .

لتنظيم مراحل الإقلاع السابقة يجب أن يتوفر نظام تحكم يؤمن توتراً عالياً يصل إلى 20kV الذي يقوم ببدء القوس الكهربائي وخلال مرحلة التشغيل المتصاعد يحد نظام التحكم من التيار ثم من التوتر . تسمح طاقة التحكم العالية للإضاءة بأن تتصاعد بسرعة لكنها تمنعها من القفز وهذا يؤدي إلى تناقص عمر المصباح إضافة إلى أن وحدة التحكم تحوي على مانعات تشويش لموجات الراديو ودارة أمان.

يمكن أن تصمم المصابيح الأمامية بطرق مختلفة إضافة إلى أن مصابيح GDL تنتج إضاءة أكبر مرتين وحرارة أقل إلى النصف من مصابيح الهلوجين التقليدية وهذا يسمح بتنوع كبير في تصميم المصابيح الأمامية وبالتالي تصميم مقدمة السيارة.

إذا استخدم نظام GDL في الإضاءة المعتمة يجب أن يكون هناك معايرة ذاتية لمستوى الإضاءة وذلك بسبب شدة الإضاءة العالية . نظام GDL للإضاءة المعتمة الذي يبقى طول الوقت يعمل جنباً إلى جنب مع حزمة الإضاءة الرئيسية التقليدية (نظام أربعة المصابيح الأمامية) يمكن أن يكون الأكثر ملاءمة بالاستخدام. يبين الشكل e(٧-٥) توزع الضوء لمصابيح GDL ومصابيح الهلوجين عند استعمالها في المصابيح الأمامية.

٧-٣-٢ المصابيح الأمامية فوق البنفسجية: Ultraviolet headlights

يمكن أن تستخدم مصابيح GDL لإنتاج الأشعة فوق البنفسجية. بما أن الأشعة فوق البنفسجية غير مرئية لن تزعج باقي السيارات المارة لكنها تجعل العلامات المضيئة تتوهج مثل إشارات الطريق والملابس أضف إلى أن هذه الأشعة تتغلغل في الضباب والجو السديمي، والأشعة المنعكسة من قطرات الماء غير المرئية يمكن أن تعبر من بعض السنتيمترات من الثلج.

تستخدم السيارات المزودة بإضاءة الأشعة فوق البنفسجية نظام الأربعة المصابيح الأمامية الذي يحتوي على مصباحي هالوجين عاديين ومصباحي أشعة فوق البنفسجية. تعمل إضاءة الأشعة فوق البنفسجية بنفس الوقت مع الإضاءة الخافتة لكن بدون إبهار وبضعف المدى.

تستخدم مرحلتان من المصافي الزرقاء من أجل استبعاد الإضاءة المرئية، ويجب أن يكون هناك تحكم دقيق بالمصافي وذلك من أجل ضمان تصفية UVC و UVB حيث إنها تسبب ضرر للعين وسرطان في البشرة ويتم ترك UVA التي لا تقع ضمن مجال الطيف المرئي والتي تستخدم مثلاً في أجهزة اسمرار البشرة، ومع ذلك تبقى نسبة من الخطورة عند النظر مباشرة من مسافة قريبة إلى مصباح باهت أزرق متوهج. ولمنع هذا

لن تعمل المصابيح إلا إذا كانت السيارة تسير وهذا تم إعداده من أجل المساهمة في السلامة الطرقية.

٧-٣-٣ إضاءة الـ LED: LED lighting

وهو الديود باعث الضوء (light emitting diode – LED) الذي أنتج لأول مرة تجارياً عام 1968 وكان هناك توقعات باستخدامه في تطبيقات السيارة وقد تم استخدامه في التطبيقات الداخلية للسيارة وخاصة في أجهزة القياس ومع ذلك منعت مؤخراً التشريعات استخدام LED في إضاءة السيارة الخارجية ولكن مع تعديل بسيط تم السماح به من المصباح الوهاج إلى مصدر للضوء. يبين الشكل (٧-١٩) بعض الوحدات التي تستعمل LED.

مزايا مصابيح LED واضحة فهي أكثر موثوقية وتتمتع بعمر فني يصل إلى 50000hr في حين أن المصابيح التقليدية لها عمر فني حوالي بضعة آلاف ساعة عمل، إضافة إلى أن هذه المصابيح تتحمل فروقاً كبيرة في درجات الحرارة والرطوبة والصدمات.

تعدّ مصابيح LED أكثر كلفة من المصابيح التقليدية لكن توفير التكلفة الناتج عن تصميمها بسبب استخدام الوحدات المغلقة والتوفير الناتج من حرية التصميم يغطي التكلفة الزائدة عن المصابيح التقليدية. وهناك ميزة إضافية وهي زمن التشغيل حيث يبلغ في مصابيح LED 130ms أما في المصابيح التقليدية 200ms خاصة إذا علمنا أن زمن التشغيل مهم جداً عندما يتعلق الأمر بمصابيح الفرامل وعلى الطرقات السريعة لأن زيادة زمن الاستجابة يعادل تقريباً مسافة سيارة. تبحث معظم الشركات المصنعة لهذه المصابيح وتدرس امكانية استخدام مصابيح LED كمصابيح فرامل وذلك لاستجابتها السريعة (الفورية) حيث يمكن أن تكون محمولة على غطاء صندوق السيارة، أضف إلى أن مصابيح LED تشمل مصابيح التحذير في الآليات الثقيلة .

الشكل(٧-١٩): بعض الوحدات التي تستعمل LED

٧-٤ دراسة الحالات :Case studies

٧-٤-١ دارة الإضاءة العامة – Rover lighting circuit: Bosch

يبين الشكل(٧-٢١) والجدول (٧-٢) دارة إضاءة نموذجية باستخدام " المخطط التدفقي ". نلاحظ من الدارة أن الأسلاك لا تتصل مباشرة خلال وحدة تحقق المصباح من الأعلى إلى الأسفل وإنما هناك اتصال مع المصباح المناسب على سبيل المثال عبر ملفات الاستشعار. وأيضاً نلاحظ كيفية استخدام الرموز لإظهار الارتباط مع بعض الأجزاء الأخرى بدلاً من خط يمثل سلكاً وهذا من أجل تخفيف عدد الأسلاك عامة ومن أجل تخفيض عدد نقاط التقاطع بشكل خاص.

٧-٤-٢ إضاءة الزينون – Xenon lighting – Hella: Hella

خطر التعرض للإصابة أو الوفاة في حوادث السير ليلاً أكبر بكثير منه في النهار على الرغم من تراجع حركة المرور. ومع ذلك تجد أن 33% فقط من الحوادث تحدث ليلاً. حيث هناك عوامل مثل التوهج الناتج من الطريق الرطب والسرعات العالية بسبب انخفاض حركة السير وتخفيض مسافة الأمان التي يجب المحافظة عليها وأسباب تتعلق بطبيعة العين تلعب دوراً هاماً جداً.

من المعلوم أن عمر العين أقصر من عمر أي عضو آخر في الجسم حيث تبدأ الرؤية بالتدهور بدءاً من عمر 30Years مما يسيء لحدة البصر، وفي كل الأحوال وحتى مع سائق يتمتع بعيون سليمة تتناقص الرؤية ليلاً. تتعلق المخاطر بتأخر تغير الضبط بين

الليل والنهار وضعف رؤية الألوان والانتقال من الليل والنهار بسبب تأثير تعود العين وهذا يمكن أن يمنح السائق شعوراً زائفاً بالأمان.

كانت شركة Hella على مر المئة عام الماضية رائدة في تطوير وابتكار وإنتاج المصابيح الأمامية وأنظمة الإنارة لذلك تجدها تعطي دعماً زائداً لتقنية الزينون وهو النظام الوحيد الذي يعطي إضاءة أكثر من مصابيح التنغستين التقليدية بجودة تعادل جودة ضوء النهار. ومع ذلك لا تكفي مصابيح الزينون الأمامية الجيدة وحدها لتوظيف كمية الضوء الإضافية في زيادة السلامة فعلى سبيل المثال لتجنب خطر إبهار السيارات القادمة تلزم التشريعات بوجود مجموعة من التجهيزات الإضافية مثل منظفات المصابيح الأمامية وخافض مستوى حزمة الضوء الأوتوماتيكي. يكون النظام كلياً وحده القادر على توفير السلامة لجميع مستخدمي الطريق حتى تحت أكثر الظروف الجوية سوءاً، وهذا يعني أن الرؤية أثناء المطر، الثلج، الضباب والرؤية المحدودة قد تحسنت وإمكانيات السائق أصبحت تتمتع بمرونة أكثر. واستناداً للإحصائيات تجد أن 94% من مستخدمي مصابيح الزينون الأمامية مقتنعين بالميزات الايجابية لهذه لمصابيح.

الشكل(٧-٢١) والجدول(٧-٢): دارة إضاءة نموذجية باستخدام المخطط التدفقي

لجعل الزيادة في السلامة متاحة لأكبر عدد من مستخدمي الطرقات تولي شركات السيارات اهتماماً أكبر لمصابيح الزينون الأمامية سواء كانت كتجهيز أساسي أو إضافي. مصابيح الزينون هي مصابيح مفرغة جزئياً مملوءة بغازات خاملة من ضمنها الزينون، ولا تحتوي هذه المصابيح على أسلاك مثل مصابيح الهلوجين التقليدية حيث إن القوس الكهربائي يحدث بين قطبين، وكذلك باقي المصابيح المفرغة فمصابيح الزينون مثلاً لها مقلع إلكتروني لسرعة الإشعال وتحتاج إلى لوحة تحكم لتعمل بشكل صحيح.

تنتج مصابيح الزينون ضعف إضاءة مصابيح الهلوجين في حين أنها تستهلك نصف الطاقة ولهذا تصبح رؤية السائق أوضح وبالتالي يتم توفير الطاقة لتجهيزات أخرى. إضافة إلى أنها صديقة للبيئة حيث إن أقل طاقة يعني أقل كمية من الوقود يتم حرقها. يشابه الضوء الأبيض الصافي الذي ينتج من مصابيح الزينون ضوء النهار وبينت الدراسات أن هذا يمكّن السائق من التركيز بشكل أفضل إضافة إلى أن هذا اللون من الضوء يعكس إشارات الطريق بشكل أفضل من المصابيح التقليدية. تعدّ مصابيح الزينون أيضاً إسهاماً ملحوظاً في السلامة المرورية في حالة الرؤية المحدودة بسبب الظروف الجوية السيئة، ومن الناحية العملية يساوي عمر مصباح الزينون عمر السيارة أي أن هذا المصباح لا يبدل إلا في حالات استثنائية.

الضوء الذي ينتج من مصباح الزينون بالواقع ليس أزرقاً بل أبيض بحسب التصنيفات الدولية للضوء الأبيض. حيث إن الضوء يظهر أزرقاً فحسب بالمقارنة مع الضوء الأصفر المنتج من مصابيح الهلوجين. من الناحية التقنية من الممكن تغيير لون الضوء لكن هذا سوف يؤدي إلى خسارة في شدة الضوء وبالتالي إلغاء بعض الميزات .

التشريعات الدولية التي تضبط الإضاءة وشدتها على الطرقات صارمة جداً ومصابيح الزينون تنطبق عليها هذه المواصفات بشكل جيد بالإضافة إلى أن ضوء الزينون أقل إزعاجاً من ضوء المصابيح التقليدية كذلك حدود الإضاءة تكون واضحة في الظلام مع انعكاس أقل للضوء في عيون سائقي السيارات المعاكسة.

الشكل(٧-٢٢): مصابيح زينون من Hella

تستخدم الكمية المضاعفة من الضوء التي تنتج لإعطاء شدة أكبر للإضاءة وتوزيع أكبر على الطريق بالإضافة إلى الإنارة الجيدة للأفق.

هناك ثلاثة شروط تفرضها التشريعات الدولية لاستخدام مصابيح الزينون وهي أن تكون المصابيح الأمامية متوافقة مع التشريعات الدولية، ويجب أن تتمتع السيارة بنظام أوتوماتيكي لتعديل مستوى الإضاءة الأمامية فعند زيادة الحمولة تتعدّل حزمة الإضاءة الأمامية تلقائياً، ويجب أن تتمتع المصابيح الأمامية بنظام تنظيف أوتوماتيكي حيث إن الأوساخ المترسبة تعمل كناشر (مبدّد) وبالتالي يسقط الضوء خارج النطاق المحدد، هذه الشروط الثلاثة مع العمر الفني الطويل لمصابيح الزينون تقلل من الأخطار الناتجة عن عدم تلاؤمها حيث إن استخدام مصابيح الهلوجين ينطوي على خطر اكبر بكثير.

يبدو ضوء الزينون أحياناً مزعجاً للسيارات المعاكسة. في الحالات العادية ينظر السائق إلى الأمام مباشرة وبسبب وضوح ضوء الزينون تجد أن السائقين أكثر ميلاً للنظر إلى المصابيح الأمامية وهذه الظاهرة شوهدت نفسها عند إدخال مصابيح الهلوجين عام 1960 حيث إن العالم في تلك الأيام تكلم أيضاً على المصابيح الوهاجة البيضاء. يبين الشكل (٧-٢٢) مصابيح زينون من شركة Hella.

٧-٤-٣ الإضاءة الزرقاء: Blue lights

يحفّز الضوء الأبيض المنتج من Philips من مصابيح Blue Vision السائق على التركيز ويجعل القيادة أقل إجهاداً إضافة إلى أنه يعكس إشارات الطريق. تتوافق مصابيح

الإضاءة الأمامية والجانبية الجديدة مع تشريعات السلامة الأوروبية وهي قابلة للتبديل مباشرة مع المصابيح الموجودة.

ظهور Blue Vision من Philips لإضاءة السيارات فتح الطريق لمستقبل تطوير أداء المصابيح الأمامية، حيث إن المستقبل هو للضوء الأبيض من مصابيح Blue Vision وذلك لسبب بسيط وهو أن مصابيح Blue Vision تنتج ضوءاً يشبه ضوء النهار في ظروف القيادة الليلية.

إن استخدام قطع الكوارتز التي تعطي الأشعة فوق البنفسجية لمصابيح الهلوجين تعني أن Blue Vision يمكن أن تستخدم بشكل آمن للمصابيح الأمامية، ويجب الإشارة إلى أن تقنية الهلوجين لا تقارن مع تقنية مصابيح الزينون المفرغة كتجهيز أساسي يركب على السيارة.

٧-٤-٤ تقنيات الإضاءة والإشارة الجديدة:

New signaling and lighting technologies

تقدّمت شركة Valeo بأنظمة إضاءة عبارة عن مصابيح إشارة ذات تقنية جديدة وذلك لتوفير تنوع وابتكار أكثر في مصابيح الإشارة التي تعد من ميزات تصميم السيارة.

- مصابيح الإشارة الجانبية:

تعتمد مصابيح الإشارة الجانبية على تقنية الشكل المعقدة المستخدمة بكثرة في المصابيح الأمامية، ولم يعد التحكم في نمط الحزمة الضوئية يعتمد كلياً على العدسات وإنما على العاكسات التي تكون في بعض الحالات جنباً إلى جنب مع مصافي وسطية. يتم تصغير العدسات التقليدية باستخدام المواشير حيث يتم إعطاء نفس الانطباع بعمق ووضوح أكبر.

- مصابيح الإشارة أحادية اللون:

مصابيح الإشارة أحادية اللون بالإضافة إلى مهامها التي تعمل بها باللون الأحمر (توقف، مصابيح الجناح، الضباب) فإن ضوء الغيار الخلفي وإشارة الانعطاف تبدو حمراء عندما لا تعمل لكنها تظهر بضوء أبيض وكهرماني على التوالي عندما تعمل، وذلك بالاستفادة من العديد من التقنيات . في الحالات الشائعة في المصابيح المركبة نجد

أن هناك غطاء ملوناً يركب أمام المصباح، ويتم اختيار الألوان بحسب التشريعات(أبيض للغيار الخلفي وكهرماني لإشارة الانعطاف...). ويمكن أن تستخدم تقنية الألوان المكملة عدستين خارجيتين ملونتين التي تحوي على الأحمر (الغالب) والألوان المتممة (الأصفر لإشارة الانعطاف والأزرق للغيار الخلفي) وبتحقيق الدمج بين هذه الألوان(الأصفر مع الأحمر لإشارة الانعطاف والأحمر مع الأزرق للغيار الخلفي) تنتج الألوان المنصوص عليها في التشريعات.

يمكن أن تكون الإضاءة الخطية (مصابيح الجناح الخطية) متناسقة بشكل سهل مع تصميم المركبة وذلك بإدخال مجموعة من المصابيح الممدودة. تستخدم المصابيح شاشات بصرية وسيطة دقيقة جداً فهي إضافة إلى أنها تحقق المتطلبات القانونية فإنها تعطي شكلاً متناسقاً جداً وفصلاً واضحاً للغاية بين وظائف المصابيح. تتناسب هذه التقنية الجديدة بشكل خاص مع مؤخرة الشاحنات الصغيرة والشاحنات الخفيفة.

- **مصادر الضوء الجديدة لمصابيح الإشارة:**

تعدّ مصابيح النيون و LED طريقة فريدة من نوعها للجمع بين التصميم والسلامة من حيث:

الأسلوب المبتكر: إن صغر مصابيح النيون وLED قد عزّز من مرونة التصميم ولاسيما لإظهار خطوط السيارة وتسليط الضوء على المصد.

زيادة السلامة: وذلك لأن زمن استجابة مصادر الضوء الجديدة هذه حوالي 0.2sec وهي أسرع من المصابيح المتوهجة حيث يصبح الخطر متوقعاً (معروفاً) لأنها توفر مسافة 5m إضافية للكبح لسيارة تسير بسرعة 120km/h.

- منصة مصابيح التوقف المركزية – CHMSLs :

مصابيح LED في CHMSL تضيء بسرعة 0.2sec أي أسرع من المصابيح العادية وبذلك تزيد من سرعة استجابة السائق وتؤمن مسافة كبح إضافية حوالي 5m عندما تكون سرعة السيارة 120km/h نظراً لارتفاعها المنخفض وعمقها الصغير، أي أن مصابيح LED في CHMSL يمكن أن تتناسب مع جميع تصاميم السيارة سواء كانت مركبة داخل السيارة أو مدمجة في التصميم أو على الجناح. العمر الفني لهذه المصابيح

حوالي 2000 ساعة عمل وهذا يتجاوز عدد ساعات الإضاءة خلال العمر الفني للسيارة. لكل جيل جديد من مصابيح LED ميزة تحسين أداء الإضاءة وتسمح بتقليل عدد المصابيح المطلوبة لأداء نفس المهمة في CHMSL. وقد تمّ تخفيض هذا العدد من 16 إلى 12 في بعض التصاميم ويجب أن يخفض أكثر من ذلك في السنوات المقبلة.

- تقنية النيون :

تتمتع مصابيح النيون بمزايا مصابيح LED من حيث سرعة الاستجابة (زيادة السلامة) وتأخذ حيزاً أصغر (مرونة في التصميم) وتدوم أكثر من 2000hr وهذا يزيد من زمن استخدام CHMSL خلال عمر السيارة الكلي. يتمتع النيون في CHMSL بتجانس كبير جداً في المظهر ويقدم رؤية جانبية لا تضاهى.

٧-٤-٥ المشغلات الكهربائية لتسوية(معايرة) المصابيح الأمامية :

Electric headlamp levelling actuators

تتمثل المهمة الأساسية لمشغلات التسوية بضبط الحزمة المنخفضة طبقاً لحمولة السيارة وبالتالي تجنب إبهار السيارات المقابلة، وتكون هذه المشغلات الكهربائية اليدوية موصولة بمقبض التحكم في لوحة القيادة مما يسمح للسائق بضبط الحزمة العالية.

بالإضافة إلى المشغلات الكهربائية لتسوية المصابيح الأمامية تقدم Valeo مجموعة جديدة من المشغلات الإلكترونية حيث لا يحتاج السائق إلى أن يقوم بعملية الضبط ، وهي على نوعين :

- مشغلات الضبط الاستاتيكية الأوتوماتيكية التي تضبط الحزمة العالية فحسب إلى الوضع الأمثل بما يماشي حمولة السيارة وظروفها. يحتوي النظام على حساسين (أمامي و خلفي) يقيسان وضع السيارة ووحدة تحويل الكترونية تحول المعلومات من الحساسات والسائق إلى المشغلات الالكترونية المثبتة خلف المصابيح الأمامية المتصلة مع العاكسات، ويتم ضبط الحزمة العالية كل 10- 30 sec.
- الضوابط الديناميكية الأوتوماتيكية ولها حساسان ووحدة نقل المعلومات ومشغلان. تكون الحساسات نفسها الموجودة في المشغلات الاستاتيكية ولكن

وحدة تحويل البيانات هنا أكثر تطوراً حيث تحتوي على إلكترونيات تتحكم بالمشغلات التدرجية السريعة الاستجابة. يقاس زمن الاستجابة لتغير وضع السيارة في حالة التسارع أو التباطؤ بأجزاء من الثانية. من الطبيعي أن الغاية من عمليات التصحيح تحسين حزمة الضوء وزيادة راحة السائق. تكون أنظمة الضبط الديناميكية إلزامية في جميع السيارات التي تحتوي على أنظمة إضاءة ذات التفريغ الشديد (HID) وذلك تماشياً مع التشريعات الدولية.

٧-٤-٦ فكرة الليف البصري (Baroptic) في تصميم الإضاءة :

Baroptic styling concept

يوفر مفهوم Baroptic المرونة في تصميم واجهة السيارة ومؤخرتها منذ عام 2000 و ما بعد تماشياً مع تحسن الأيروديناميكية. يكون حجم نظام Baroptic منخفضاً بشكل كبير بالمقارنة مع تقنية الشكل المعقدة، مما يساهم كثيراً في وضع و إخفاء أجزاء نظام الإضاءة في هيكل السيارة.

يمكن تفريق المصابيح في نظام Baroptic (سواءً كانت في حالة عمل أو لا)عن المصابيح التقليدية التي تميل إلى أن تكون بيضاوية أو دائرية.

يستخدم Baroptic مفاهيم بصرية جديدة ، فالإضاءة التقليدية التي تتدفق من المصدر تنعكس على السطح العاكس (على شكل قطع مكافئ أو شكل معقد) والحزمة الضوئية تنتشر إلى الخارج عن طريق العدسة المحزّزة أو يعاد تركيزها من خلال عدسة داخلية (بيضاوية الشكل) التي تخرج الضوء إلى الطريق، يكون شعاع الضوء المنتج في نظام Baroptic إما من مصابيح الهلوجين أو HID يتم إسقاطه إلى موجه ضوئي عن طريق جوانب عاكسة ثم تركيزه عبر عدسات متمركزة على طول الموجه الضوئي الذي يحدّد خصائص الحزمة المطلوبة (الانتشار ، العرض، الطول، خط القطع والتجانس). إن الفائدة من نظام الانعكاسات كله هو أن أداء الضوء مشابه للمصابيح الأمامية ذات القياس الطبيعي، كذلك انتشار الضوء تم تحسينه وهذا يعزز من راحة الرؤية عند القيادة ليلاً. أخيراً نقول إن نظام Baroptic مازال قيد التطوير حالياً

٧-٤-٧ العاكسات معقدة الشكل:Complex shape reflectors

يتم حساب سطح العاكسات من خلال حواسيب التحليل المتقدمة وذلك باستخدام عدد من النقاط يبلغ في حده الأدنى 50000 نقطة مختلفة. يتوفر في الجيل الثالث من العاكسات معقدة الشكل SC3 ميزات الأجيال السابقة من فوائد وتحكم بالنمط وخط القطع وكذلك التجانس، ويمكن أن تكون عدسات SC3 واضحة (خالية) تماماً مع وجود تصدعات فحسب لأغراض الزينة، والغرض من وجود العدسات الناحية الجمالية ولتحسين الديناميكية الهوائية. يبين الشكل (٧-٢٣) مصابيح أمامية تستخدم هذه التقنية بالإضافة إلى بعض التجهيزات الضوئية الأخرى.



الشكل(٧-٢٣): مصابيح أمامية تستخدم تقنية العاكسات معقدة الشكل

٧-٤-٨ أضواء الأشعة تحت الحمراء: Infrared lights

إن تقنية التصوير الحراري يمكن أن تجعل القيادة ليلاً أقل خطورة، لهذا يركب نظام التصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء على السيارات فتصبح الأشياء ذات الحرارة العالية بما فيها الأشخاص والحيوانات تبدو بلون أبيض كما في الشكل (٧-٢٤).

الشكل(٧-٢٤):أضواء الأشعة تحت الحمراء

اكتشفت الأشعة تحت الحمراء في نهاية الطيف الضوئي من قبل ويليم هيرتشل عام 1800، عندما اكتشف هيرتشل أنه عندما تعبر الأشعة الناتجة من الحرارة عبر الموشور لا يمكن رؤيتها وهذا الجزء من الطيف يسمى الأشعة تحت الحمراء لأن ترددها تحت تردد الضوء الأحمر. يمتد طول موجة الأشعة تحت الحمراء من 1mm إلى 0.75m. يشع كل جسم له درجة حرارة فوق الصفر المطلق (-273°C) نوع من أنواع الأشعة تحت الحمراء.

في النظام المركب على السيارة هناك كاميرا تتوضع في منتصف المقدمة وراء الشبكة ويتم ضبط توجيهها تماماً كما في المصابيح الرأسية، وقد تم اختيار هذا الموقع في المنتصف خلف الشبكة لأن معظم الاصطدامات تحدث في الجوانب الأكثر منها وجهاً لوجه.، وترتكز الحساسات لمسافة 125m أمام مقدمة السيارة كما هو مبين في الشكل (٧-٢٥) .تكون العدسة الخارجية الحساسة مغلفة بالسليكون لحمايتها من الخدوش ووراءها هناك عدستان

الشكل(٧-٢٥):مجال نظام الرؤية الليلية

مصنوعتان من الزجاج الأسود وهذه المادة المركبة تسمح بمرور الأشعة تحت الحمراء بسهولة لكنها تمنع الضوء المرئي من المرور. يشبه هذا الجهاز الكاميرا التقليدية قليلاً ولكن بدلاً من الفيلم يوجد صف من العناصر الفيروكهربائية (باريوم استرونيوم تيتانات (BST)، حيث يمكن تثبيت 76800 عنصر منها على مساحة $25mm^2$، كل عنصر عبارة عن مكثف متعلق بدرجة حرارة وتتغير السعة بتغير كمية الأشعة تحت الحمراء التي تتحسسها، وهذا ما يسمى بنظام المستوى المركزي غير المبرد (UFPA). يحافظ عنصر تسخين إلكتروني على درجة الحرارة عند 10°C داخل UFPA مما يمكنه من العمل ضمن مجال درجات حرارة (-40^0 ...$+85^0$C) .

بين صف عناصر التحسس في UFPA والعدسة هناك قرص سيليكوني يدور 1800r.p.m بواسطة محرك كهربائي وهناك دوامات حلزونية محفورة على بعض قطاعات هذا القرص. تمر الأشعة تحت الحمراء مباشرة من القطاعات العادية لكنها لا تمر من القطاعات التي حفر عليها دوامات. تستجيب العناصر الحساسة في UFPA للطاقة الحرارية للأشياء التي تشاهد بواسطة العدسة. كل قراءة للحساس تطفئ وتشغل كل 1/30 من الثانية وهذا يؤمن إشارة الفيديو لنظام العرض(head-up display – HUD)، التي تكون مثبتة في لوحة القيادة وتعرض صور بلونين أبيض وأسود فقط حيث يراها

السائق قرب الحافة الأمامية لغطاء المحرك. الأشياء في الشاشة لها نفس الأبعاد التي تشاهدها UFPA وهذا يمكن السائق من الحكم على المسافة بين الأشياء والسيارة.

٧-٤-٩ مصابيح RBG :RGB lights

مكّنت وثوقية مصابيح LED المصممين من وضع المصابيح في هيكل السيارة بطرق لم تكن متاحة حتى زمن قريب. الألوان التي تنتج من مصابيح LED هي أحمر، برتقالي، كهرماني، أصفر أو أخضر . تسعى التطورات لإنتاج ضوء أزرق بحيث إن دمجه مع الأحمر والأخضر يسمح بإنتاج ضوء أبيض. الأحمر والأخضر والأزرق هي الألوان الأساسية للضوء ويمكن دمجها لإنتاج أي لون آخر وهذه هي تركيبة بكسل (RBG) على شاشة ملونة. تكون الاحتمالات مع تطور التكنولوجيا كبيرة جداً، من حيث أنواع المصابيح المستخدمة في السيارات واحتمال توضعها في السيارة التي لا نهاية لها فالمصابيح الخلفية على وجه الخصوص يمكن أن تتغير ألوانها اعتماداً على المتطلبات .على سبيل المثال عند السير بشكل اعتيادي للأمام تكون جميع المصابيح الخلفية حمراء لكن عند تعشيق الغيار الخلفي تصبح بيضاء.

الشكل(٧-٢٦): مصابيح RBG

٧-٤-١٠ إضاءة مصدر الضوء الوحيد:Single light-source lighting

يمكن الآن استخدام المصابيح المفرّغة كمصدر رئيسي للإضاءة في السيارة. يسمح تطوير نظام الإضاءة الأمامية بتخفيض عدد المصابيح الأمامية مع المحافظة على

نفس الخرج من الإضاءة. يوضح الشكل (٧-٢٧) استخدام GDL مصدراً أساسياً للضوء في كل مصابيح السيارة.

المبدأ هو أن الضوء الصادر من مصدر عالي الجودة يوزع على المصابيح الأمامية وباقي المصابيح عن طريق موجه ضوئي أو صلة من الألياف البصرية. يدخل الضوء من GDL إلى الليف البصري عن طريق عدسات خاصة ويخرج من الموجه الضوئي بالطريقة نفسها. وتؤمن عدسة منقوشة توزع الضوء المطلوب. من الممكن أن يتسبب تراكم الحرارة في الليف البصري مشكلة لكن غطاء نفوذ للأشعة تحت الحمراء على العاكس يمكن أن يخفف من هذه المشكلة. يكون للمرشد الضوئي كفاءة ضوئية منخفضة (% 30-20) في أحسن أحواله لكن مصدر الضوء عالي الفعالية يجعل هذه التقنية مجدية. أحد وأهم المزايا هو أن نكون قادرين على تحسين توزيع الضوء للمصابيح الأمامية الرئيسية. بسبب التشريعات بما يتعلق بالانبهار لا تضيء المصابيح التقليدية بشكل جيد في المنطقة تحت خط القطع، لذلك يمكن استخدام العديد من الألياف الزجاجية لتوجيه وتوزيع الضوء في المنطقة المطلوبة من الطريق.

الشكل(٧-٢٧): استخدام GDL مصدراً أساسياً للضوء في كل مصابيح السيارة

المصدر الرئيسي للضوء يمكن أن يكون في أي مكان من السيارة مصدر واحد فقط مطلوب ولكن يعتقد أنه يجب أن يكون هناك مصدر آخر لأسباب تتعلق بالسلامة. تستعمل السيارة الآن من 40-30 مصباحاً ويمكن خفض هذا العدد بشكل ملحوظ.

٧-٥ تشخيص الأعطال: Diagnosing lighting system faults

٧-٥-١ مقدمة: Introduction

كما هو الحال في جميع الأنظمة يجب إتباع مراحل الستة التالية في حالات العطل:

١. التحقق من الخطأ.

٢. جمع المزيد من المعلومات.

٣. تقييم الأدلة.

٤. إجراء اختبارات أوسع بتسلسل علمي – منطقي.

٥. تصحيح العطل.

٦. التحقق من جميع الأنظمة.

الأجزاء الموجودة في الفقرة التالية ترتبط بالمقام الأول بالمرحلة ٤ من هذه المراحل. يبين الجدول (٧-٣) بعض الأعراض الأكثر شيوعاً لأعطال نظام الإضاءة مع اقتراح الأعطال

الجدول(٧-٣): الأعراض الأكثر شيوعاً لأعطال نظام الإضاءة مع اقتراح الأعطال

٧-٥-٢ إجراءات الاختبار: Testing procedure

تتم عملية فحص دارة الإضاءة بعامة كما يلي:

١. التحقق بواسطة العين أو الأيدي (التحقق من الأسلاك الحرة والأزرار المفكوكة والأعطال الأخرى وكل الوصلات حيث يجب أن تكون سليمة ومضبوطة).
٢. التحقق من المدخرة يجب أن تكون مشحونة حتى 70% .
٣. التحقق من المصابيح، تحقق نظري أو بواسطة مقياس أوم.
٤. التحقق من الفيوز مع ضرورة قياس الجهد على جانبي الفيوز أو باختبار المصباح.
٥. التحقق من أن الريليه تعمل.
٦. التأكد من توصيل البطارية إلى الزر.
٧. التأكد من توصيل البطارية من الزر.
٨. التأكد من توصيل البطارية إلى الريليه.
٩. التأكد من توصيل البطارية من الريليه.
١٠. توصيل التوتر إلى المصباح حوالي 0.5V من توتر البطارية.
١١. دارة التأريض 0Ω أو 0V .

٧-٦ تقنيات الإضاءة المتقدمة : Advanced lighting technology

٧-٦-١ نظام الإضاءة المتخصص: Lighting terms and definitions

وهو نظام جديد من Valeo يقوم بتكيف الإضاءة الأمامية بحسب الطريق وحركة المرور، حيث يتم تكيف الحزمة المنخفضة مع المنعطفات والحزمة المرتفعة مع سرعات السيارة.

توفر هذه الوظائف لنظام الإضاءة:

- تعزيز الراحة بسبب زيادة كمية الضوء ونوعية الحزمة.
- زيادة السلامة وخاصة في ظروف القيادة الصعبة مثل الطرق الجبلية المتعرجة.

تتحقق هذه الوظائف عن طريق عاكسات إضافية التي تدور تبعاً لوضع عجلة القيادة (تماشياً مع اتجاه بصر السائق) حيث يوجد حزمة إضافية تضيء المناطق الخارجية أو

المنعطفات التي كانت لا تضاء بالحزمة التقليدية. تتكيّف الحزمة المرتفعة مع السرعة أوتوماتيكياً، كما أن عرض ونطاق الحزمة يتكيّفان اعتماداً على سرعة السيارة.

٧-٦-٢ الإضاءة الأمامية الذكية - Hella:

Intelligent front lighting – Hella

تطورت الإضاءة في السيارات الحديثة بشكل مستمر في العقود الأخيرة، وتم وضع العديد من المعايير الخاصة بتقنية الهالوجين التي وضعت من قبل Hella بالتزامن مع تقنية الزينون عام 1990 بعد أن كانت قد أنتجت عام 1970. فوائد هذه الأنظمة كانت ولا تزال: أداؤها الجيد والتوزيع المحدد للإضاءة. سوف توفر أنظمة الإضاءة الجديدة المستقبلية مزايا أكثر من هذه وذلك لجعل سلامة السائق أكبر وتوفر له متعة أكثر. بالتعاون مع شركات السيارات تدير Hella مشروع تطوير نظام إضاءة ذكي للأجيال المستقبلية من المركبات، حيث يفضل السائقون الأوروبيون أن تتكيّف الإضاءة الأمامية مع مختلف ظروف القيادة التي يواجهونها مثل إضاءة النهار، الشفق، الليل والدخول والخروج من الأنفاق وظروف الطقس المختلفة مثل المطر، الضباب وهطول الثلوج، كما يفضلون أفضل إضاءة على المنعطفات إضافة إلى أن متطلباتهم تتضمن إضاءة جيدة على طول حافة الطريق وإضاءة إضافية أثناء الركن في مناطق ضيقة عند الغيار الخلفي.

إن تحويل هذه المتطلبات إلى نظام إضاءة أمامي ذكي يعني بالنسبة لعلماء Hella العمل على كل التفاصيل وتطوير تقنية إضاءة جديدة كلياً بحيث تستجيب لهذه الظروف المختلفة والتي يستدعي بعضها أنماط متناقضة من الإضاءة.

من الطبيعي أن تكون إضاءة منطقة أمام السيارة بشكل سريع ومباشر أمراً مرغوباً فيه عندما يكون الطريق جافاً لكن هذا يمكن أن يبهر السيارات القادمة عندما يكون الطريق رطباً والضوء المنبعث في الضباب يبهر السائق نفسه إضافة إلى أن إضاءة ذات نطاق ضيق وبعيد المدى للطرقات السريعة غير ملائم لطرقات ريفية متعرجة حيث الحاجة لإضاءة عريضة أمام السيارة حيث يمكن تأمينها عن طريق مصابيح أمامية خاصة

للطرقات الملتوية في نظام الإضاءة بعيد المدى. على الرغم من التنوع الكبير في أنماط توزع الضوء يجب على أي نمط مستخدم أن لا يبهر السيارات القادمة.

هناك نظام تشغيل الإضاءة تلقائياً، حيث من الممكن أن تعمل السيارات غير المضاءة خلال الليل على سبيل المثال بالاستفادة من إضاءة المدينة وخاصة عندما تكون إضاءة الشوارع جيدة جداً فإنه لا يلاحظ بعض السائقين أنهم يقودون بدون إضاءة والظاهرة نفسها يمكن مشاهدتها عندما تعبر السيارة الأنفاق وفي كلتا الحالتين تمثل السيارات غير المضاءة خطراً كبيراً على السلامة ، لعدم رؤية السائقين الآخرين هذه السيارات إلا بصعوبة.

بمساعدة الحساسات التي أصبحت موجودة في بعض السيارات يمكن لنظام إضاءة ذكي أن يتحسس أي تغير في الإضاءة الخارجية وبالتالي إعطاء الإضاءة المناسبة التي تلائم الحالة وعلى سبيل المثال: إن حساسات أشعة الشمس الموجودة من أجل أجهزة نظام تكييف الهواء أو حساسات السرعة يمكنها أيضاً أن تعطي معلومات لنظام الإضاءة الذكي. هناك حساسات إضافية للضوء المحيط وشدة الضوء في مجال الرؤية لتحديد هل الطريق جاف أو رطب ولمعرفة وجود الضباب وهل الطريق أمام السيارة مستقيم أو هناك منعطفات. في السيارات الحديثة التي تتمتع بنظام إضاءة رقمي ذكي هذه المعلومات لا تكون مفيدة لنظام الإضاءة فحسب وإنما للأنظمة الالكترونية الأخرى مثل ABS و ASR وبالتالي إعطاء مساعدة حيوية للسائق ولا سيما في حالات القيادة الصعبة. يمكن أن تستخدم البيانات المرسلة من قبل الحساسات المختلفة في السيارة في حالة واحدة إذا كان نظام الإضاءة في السيارة ديناميكياً وقادراً على إنتاج أنماط مختلفة من توزع الإضاءة.

٧-٧ التطورات الجديدة في نظام الإضاءة:
New developments in lighting systems

٧-٧-١ واجبات الإضاءة: Light duties

انحناء الضوء:

تعمل Valeo على تطوير تقنية إضاءة أمامية جديدة تسمى انحناء الضوء (Bending light) – تكيف نظام الإضاءة الأمامي– هذه التقنية توجه الضوء تلقائياً إلى منعطفات

الطريق وذلك لتحسين الرؤية ليلاً مما تساهم بشكل كبير في زيادة راحة السائق وتقليل التعب الناتج عن القيادة.

يحتوي نظام Bending light على عاكسي (مسقطي) زينون في المصابيح الأمامية يمكنهما الدوران بدءاً من وضعهما الطبيعي.

الشكل(٧-٢٨): تقنية انحناء الضوء

يمكن استخدام جهاز إسقاط أو عاكس أو مزيج من الاثنين لإيصال كمية إضافية من الضوء لمنعطفات الطريق. يتم عمل وحدات الإضاءة الآلية – التي تركب داخل كل مصباح أمامي بحيث يتم التحكم بها عن طريق وحدات تحكم تأخذ معلوماتها من عجلة القيادة ومن حساسات سرعة العجلات، ويمكن وصل السيارة مع الأقمار الصناعية عن طريق GPS.

Bending light هو الأول بالنسبة لبعض الأجيال الجديدة من أنظمة الإضاءة الأمامية المتكيفة المنتجة من Valeo متبوعاً ببرنامج D&G الشامل وتشمل المجموعة على أنواع من الإضاءة المتميزة:

- الإضاءة على الطرقات السريعة: عند المسير بسرعة أعلى من 80 km/h ترتفع الحزمة المنخفضة للمصابيح الأمامية بسبب إشارات تأتيها من حساسات سرعة العجلات وذلك لتفعيل نظام التسوية الذاتي الذي يزيد من رؤية السائق في السرعات العالية.
- الإضاءة في الأحوال الجوية السيئة : في ظروف الرؤية الضعيفة (الضباب – المطر –تساقط الثلوج ..) هناك إضاءة إضافية للمساعدة في توضيح حدود

الطريق وتقوم بتخفيف الإضاءة الأمامية لتخفيف الضوء المنعكس من الطريق الرطب.

- إضاءة المدينة: في ظروف الإضاءة الجيدة في الأماكن المأهولة يتم تخفيض الحزمة العالية ويتم زيادة الإضاءة الجانبية وذلك لملاحظة المشاة والدراجات والمعابر بالإضافة إلى تخفيف الانبهار.

يعدّ نظام Bending light أحد أنظمة المصابيح الأمامية الذكية حيث يحسّن الإضاءة الليلية في منعطفات الطريق عن طريق التحكم باتجاه المصابيح الأمامية للسيارة، ولتحويل الكمية الإضافية من الضوء إلى الطريق تلقائياً يعتمد نظام Bending light على العديد من المقاربات المرنة.

يستخدم Dynamic Bending light (DBL) مصباح Bi-Xenon (إما نوع عاكس أو جهاز إسقاط) مثبت في مصباح أمامي مع المنفذات الالكترونية ووحدة التحكم الالكترونية. يسهل هذا التصميم الدوران الأفقي لمصباح Bi-Xenon بنسبة تصل إلى 15° من الحالة الطبيعية (من وضع الأمام مباشرة). يتم التحكم بهذه المهمة عن طريق متحكم مربوط مع شبكة بيانات السيارة مع بيانات ذات وقت حقيقي لكل من زاوية التوجيه والسرعة. يعمل Fixed Bending Light (FBL) مع جهاز إسقاط أو عاكس إضافي يثبت مع المصابيح الأمامية على زاوية 45°.

***نظام إضاءة أمامي متقدم (AFS) :**

Advanced Front lighting System (AFS)

يدمج نظام الإضاءة الأمامي المتقدم من Visteon التحكم الإلكتروني المبتكر لضبط إضاءة المصابيح الأمامية وبذلك يكون نمط الحزمة قد وجه بظروف قيادة محددة مثل السرعة واتجاه السيارة. يختار السائق تلقائياً توزع الإضاءة الأمثل وذلك اعتماداً على ظروف القيادة وبذلك يعزز وضوح الرؤية وسلامة القيادة ليلاً.

تحتوي أنظمة الإضاءة الأمامية على الوظائف التالية:

- وحدة التحكم الالكترونية.
- مصباح الهالوجين في الحزمة المنخفضة.

وظائف أوسع تؤمن ميزات إضافية إلى المهام الأساسية:

- يضبط نمط الحزمة إلى الأعلى عند زيادة السرعة والى الأسفل والجوانب عند السرعات المنخفضة.
- يتوافق مع نظام 24V.
- القدرة على تحويل الحزمة المنخفضة إلى الأعلى عندما تفعل الحزمة المرتفعة.
- توزع ضوء أكثر في مجال أطول وأضيق وذلك لزيادة الرؤية على مسافات بعيدة.
- توزع أكثر للضوء في مجال أعرض وأقصر وذلك لزيادة الرؤية على مسافات قريبة.
- قدرة السائق على تفعيل وتعطيل النظام.

يجهز كل نظام بحساسات تكشف التغيرات في الظروف ومفتاح تشغيل عند السائق ووحدة تحكم الكترونية تحلل البيانات القادمة من الحساسات وميكانزمات إلكترونية لإعادة توضع المصابيح الأمامية. يستلم مركز المعالجة البيانات من حساسات عجلة القيادة (لقياس زاوية التوجيه)، ومن حساس السرعة وحساس المحاور وذلك لتوجيه المصابيح الأمامية في الوقت الحقيقي.

عندما تنعطف السيارة على منعطف على سبيل المثال تحافظ المصابيح الأمامية الخارجية على حزمة مستقيمة، أما المصابيح الأمامية الداخلية تضيء بدورها المنعطف القادم. يستجيبAFS لسرعة السيارة ويضبط للسرعات العالية والبطيئة وفي بعض الأحيان عندما تكون الحزمة العالية مفعّلة يضبط النظام الحزمة المنخفضة بما يزيد من نطاق الرؤية.

الشكل(٧-٢٩): نظام إضاءة أمامي متقدم

الشكل(٧-٣٠):أهمية نظام AFS على المنعطفات



الشكل(٧-٣١):وظائف نظام AFS

.....

.....

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثامن

بعض الأنظمة المساعدة

AUXILIARIES

ماسحات الزجاج والأضواء

Windscreen Washer & Wipers

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

٨-١ ماسحات وغاسلات الزجاج الأمامي Windscreen Washer & Wipers

٨-١-١ المتطلبات الوظيفية Functional Requirement :

إن متطلبات نظام الماسحات بسيط حيث يجب أن يكون الزجاج الأمامي نظيفاً بما يكفي لكي يوفر رؤيةً واضحةً طوال الوقت، وليتم ذلك يجب أن يحقق نظام الماسحات المتطلبات التالية:

- الإزالة الفعالة للماء والثلج.
- الإزالة الفعالة للأوساخ.
- أن تعمل عند مجال حراري بين ($-30...+80^0C$).
- أن تتخطى الماسحات اختبار الإعاقة (الكبح) واختبار حمل الثلج بنجاح.
- أن يكون عمر الخدمة لها طويل.
- أن تكون مقاومة للتآكل بفعل الحموض والقلويات والأوزون.

لتحقيق المعايير المذكورة آنفاً يجب أن تكون مكونات نظام الماسحات والغاسلات عالية الجودة. يمكن أن تتباين طريقة الغسيل بواسطة الشفرات، ولكن يشترط في جميع الطرق أن تنظّف مساحة الزجاج الأمامي التي تصفها الأنظمة القانونية. يوضح الشكل(٨-١) هذه التقنيات الخمس، والشكل (٨-٢) كيفية تقسيم الزجاج الأمامي إلى "مناطق" وكيفية تطبيق "المساح غير الدائري".

٨-١-٢ شفرات الماسحات Wiper Blades :

تصنع شفرات الماسحات من مادة مركبة مطاطية وتمسك على الزجاج بواسطة نابض في ذراع الماسحة. تزايدت أهمية الخصائص الهوائية الديناميكية لشفرات الماسحات مع تنوع تصاميم المركبات بسبب جريان تيارات هوائية مختلفة على ماسحة الزجاج الأمامي وحولها ويكون الشريط الموجود في قمة العنصر المطاطي منقوباً غالباً للحدّ من مقاومة الهواء.

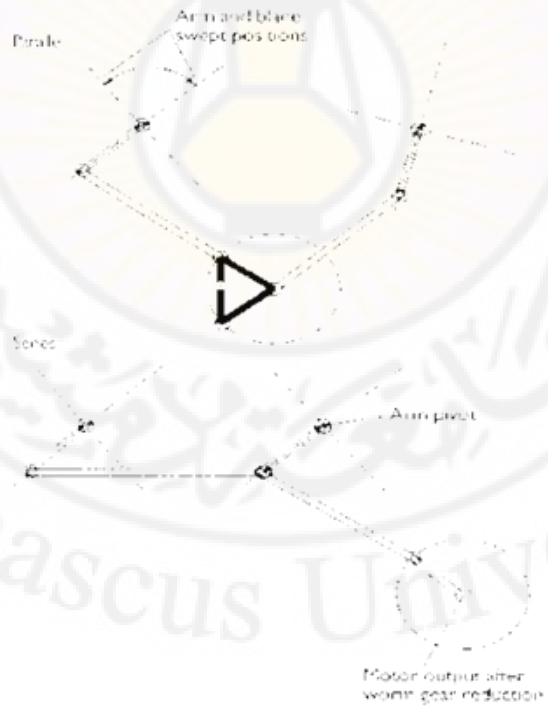
الشكل (٨-١): خمس تقنيات لتحريك شفرات المساحات

يكون عرض تماس الشفرات جيدة النوعية حوالي 0.1 mm. تمسح الشفة سطح الزجاج الأمامي بزاوية 45^0 تقريباً، إضافة إلى أن ضغط الشفرات على الزجاج مهم أيضاً كون معامل الاحتكاك بين المطاط والزجاج يمكن أن يتراوح بين 0.8-2.5 في الحالة الجافة وبين 0.1-0.6 في الحالة الرطبة. إضافة إلى أن درجة الحرارة والسرعة تؤثر على هذه القيم.

الشكل (٨-٢): عملية المسح غير الدائرية

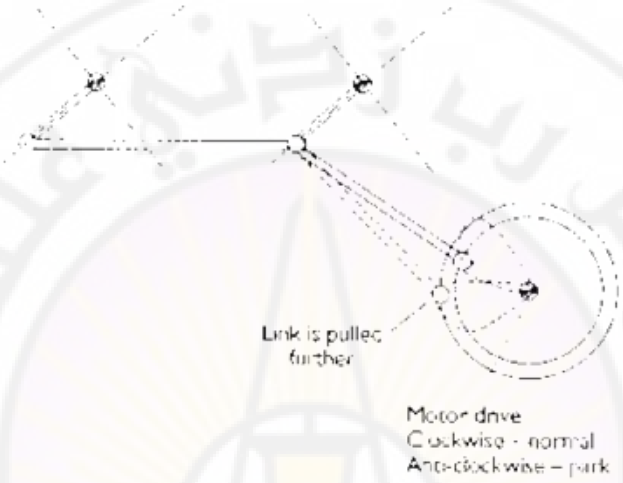
٨-١-٣ روابط الماسحات Wiper Linkages :

تتألف معظم روابط الماسحات من سلسلة من الآليات المتوازية، وتستخدم بعض الأنواع القديمة جريدة مرنة وعلب عجلات مشابهة لآليات فتحات السقف الكهربائية. ومن الاعتبارات الرئيسية لتصميم روابط الماسحات اللحظة التي يجب أن تعكس عندها الشفرات اتجاه حركتها، والسبب في ذلك القوى الكبيرة الفاعلة على المحرك والروابط في هذه اللحظة. إذا ما حددت لحظة عكس الحركة عندما تكون وضعية رابط الماسحة عند أكبر زاوية نقل قوة فإن الحركة الانعكاسية للشفرات ستؤثر بإجهاد أقل على كامل النظام وهذا يضمن أيضاً سير العمل بسلاسة أكبر. يوضح الشكل (٨-٣) مخططين نموذجيين لروابط الماسحات، حيث إن الشكل الأول مرسوم عند لحظة عكس الحركة، مع ملاحظة أن موضع الرابط الدوار وزوايا القضبان مصممان للحد من التحميل الواقع على المحرك عند هذه اللحظة.



الشكل(٨-٣): مخططان للروابط النموذجية للماسحات

يوضح الشكل (٨-٤) طريقة تستخدم في بعض المركبات مع روابط الكامات، وهي تسمح بعودة الماسحات إلى وضعيتها الأصلية بعيداً عن الزجاج الأمامي من خلال الحركة العكسية للمحرك وإيقافها.



الشكل (٨-٤) رابط الماسحة ورابط الكامة التي تسمح بالإيقاف النهائي للماسحات عبر الحركة العكسية للمحرك

٨-١-٤ محركات الماسحات Wiper Motors :

جميع محركات الماسحات المستخدمة حالياً محركات مغناطيس دائم المغنطة، وتعتمد القيادة فيها على مسنن دودي لزيادة العزم والتقليل من السرعة. يمكن استخدام ثلاثة فرجونات للسماح بالعمل على سرعتين اثنتين. تعمل السرعة الطبيعية عبر فرجونين موضوعين في المواضع الاعتيادية بعضهما مقابل بعض، أما من أجل السرعة العالية يوضع الفرجون الثالث بالقرب من الفرجون الأرضي مما يقلل من عدد لفات حافظة المغناطيس بينهما، الأمر الذي يقلل بدوره من المقاومة وبالتالي يزيد التيار ويزيد السرعة بالنتيجة. يوضح الشكل(٨-٥) محركي ماسحات نموذجيين. إن السرعتين المحددتين لمحرك الماسحات وبالتالي تردد عملية المسح هما 65rpm عند السرعة العالية و

45rpm عند السرعة العادية. يجب أن يتمتع المحرك بالقدرة على التغلب على الاحتكاك البدائي لكل شفرة عند سرعة أصغريه 5rpm.

يوضح الشكل (٨-٦) خصائص محرك الماسحات النموذجي، حيث تشير مجموعتان من المنحنيات إلى السرعتين العالية والمنخفضة.

تملك محركات الماسحات أو الدارة الملحقة بها غالباً دارة لحماية المحرك في حال التوقف المفاجئ، مثلاً تجمّد الماسحات على الزجاج. يستخدم غالباً مرحّل حراري من نوع ما أو دارة تحسس للتيار في وحدة التحكم الالكترونية بالماسحات، و يحدد الزمن الأعظمي الذي يمكن للمحرك فيه أن يصمد أمام تيار الكبح (التوقف المفاجئ) ، ويقع هذا الزمن ضمن مجال 15min تقريباً.

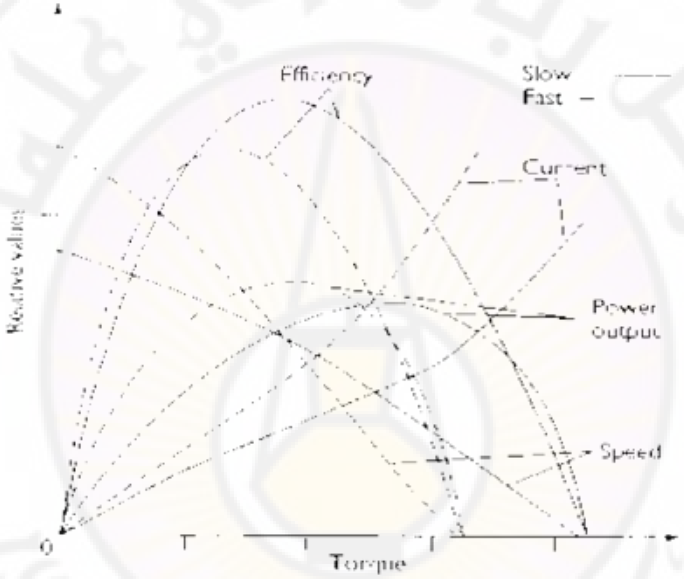
المحرك الخلفي مع عناصره الالكترونية محرك الماسحة الأمامي

الشكل (٨-٥):محركات الماسحات

٨-١-٥ غاسلات الزجاج الأمامي Windscreen Washers:

يتألف نظام غاسلات الزجاج الأمامي عادة من محرك مغناطيس دائم المغنطة يعمل بالتيار المستمر DC يقود مضخة مائية تعمل بالطرد المركزي. يوجه الماء الذي يفضل أن يحتوي على مادة تنظيف مضافة إلى المنطقة الملائمة من الزجاج الأمامي بواسطة

أنبوبين مائيين إضافيين أو أكثر. يركب عادةً صمام أحادي الاتجاه على الأنابيب لتجنب عودة الماء إلى الخزان وهذا يسمح أيضاً بالعمل "الفوري" عند ضغط زر الغاسل. توصل دارة الغاسل عادةً إلى دارة الماسحات بحيث تعمل الغاسلات أوتوماتيكياً عندما تعمل الماسحات، وتستمر الماسحات بالعمل لعدة مسحات بعد توقف الغاسلات. توضح الفقرة التالية هذه الدارة.

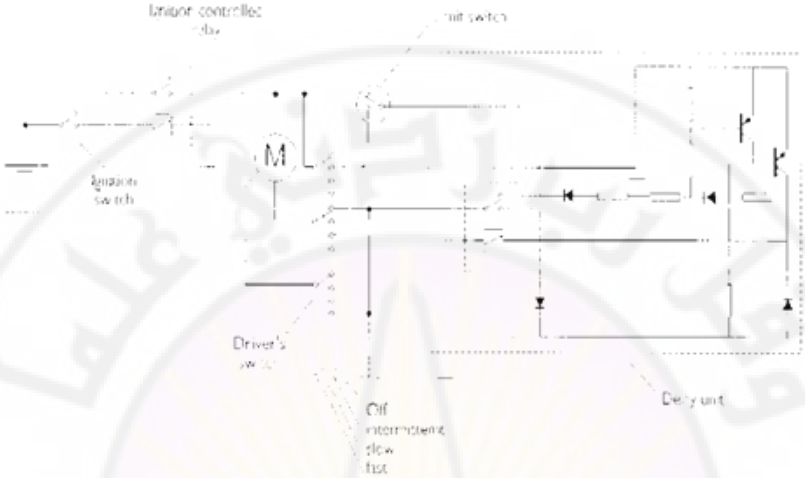


الشكل (٨-٦): خصائص محرك الماسحة حيث تشير مجموعتا المنحنيات إلى السرعتين العالية والبطيئة

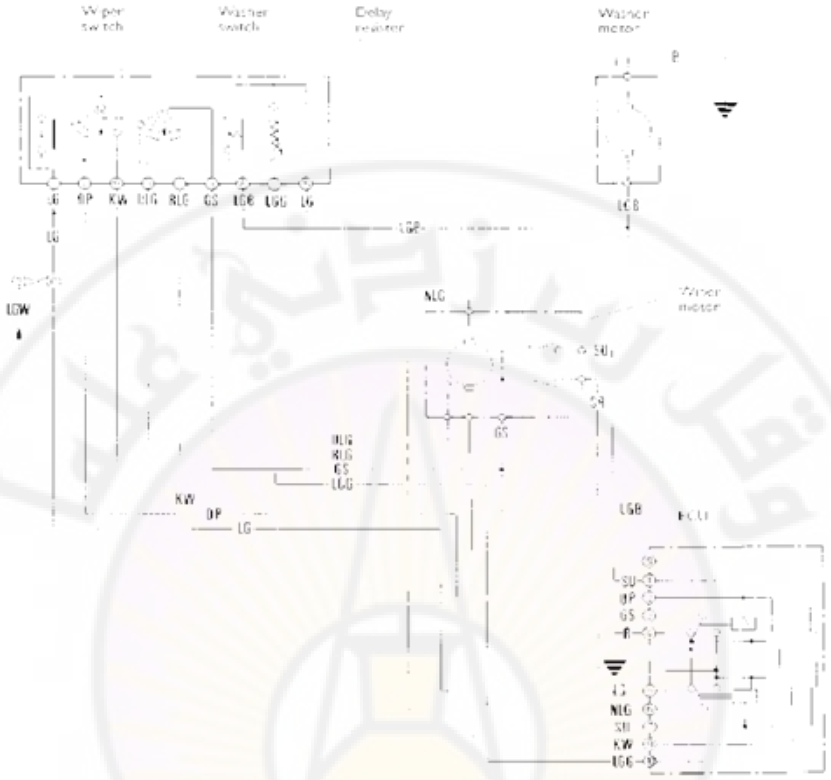
٨-١-٦ دارتا الغسيل والمسح Washer & Wiper Circuit:

يوضح الشكل (٨-٧) الدارة الخاصة بالتحكم السريع والبطيء والمتقطع بالماسحات. الأزرار هنا في وضعية الإغلاق والمحرك متوقف وفي الوضعية البعيدة عن الزجاج (أي الماسحات مستقرة بعيداً عن الزجاج). لاحظ أن الفرجونين الرئيسيين للمحرك مربوطان بعضهما مع بعض عبر المفتاح الحدي ووصلات وحدة التأخير ومفتاح الماسحات، وهذا يسبب كبحاً بالتوليد المعاكس بسبب التيار الذي يولده المحرك بسبب قوته الدافعة بعد

قطـع التغذيـة بالطاقـة، وإن اتصـال المحـرك إلـى مقاومـة منخفضـة جـداً يسـبب تحميـل "المولد" حيث يتوقف لحظياً عند إغلاق مفتاح الإيقاف الحدي للماسحات.



الشكل (٨-٧): دارة الماسح ذات التشغيل المتقطع/التشغيل بتأخير زمني إضافة إلى التشغيل عند سرعتين منخفضة ومرتفعة



الشكل (٨-٨): دارة الماسحات والغاسلات والماسحات المتقطعة المتغيرة

عند تشغيل وصلات التأخير أو وصلات المفتاح الرئيسي يعمل المحرك بسرعة بطيئة، وعند اختيار السرعة العالية يستخدم الفرجون الثالث على المحرك، وعند الإطفاء يستمر المحرك بالعمل حتى يتحوّل مفتاح الإيقاف النهائي إلى الوضعية الموضحة في الشكل(٨-٧)، ويكون هذا المفتاح في الوضعية الموضحة فحسب عندما تكون الشفرات في وضعية التوقف النهائي (وضعية التوقف النهائي أي الماسحات في الأسفل بعيدة عن الزجاج).

تستخدم دارة توقيت مكثفة-مقاومة (CR) ترتكز غالباً على دارة متكاملة IC 555 أو دارة مشابهة للتحكم بعملية المسح المتقطعة. يسبب زمن الشحن أو التفريغ للمكثفة تأخيراً في عمل الترانزستور، الذي يشغل بدوره ريلية ذات وصلات تحويل.

يوضح الشكل (دارة نظام ماسحات مبرمج تضم وحدة التحكم الالكترونية زوج ريليه تحويل للتمكين من عكس حركة المحرك، وتضم دارة التحكم الالكترونية في الشكل (٨-٨) أيضاً دارة لإيقاف التغذية عن المحرك في حال إعاقة الشفرات. يجب أن يعاد مفتاح القيادة إلى وضعية الإيقاف off لإعادة ضبط المحرك.

٨-١-٧ التحكم الالكتروني بماسحات الزجاج الأمامي:

Electronic Control of Windscreen Wipers

يمكن التحكم الإضافي بالماسحات بشكل يتعدى عملية التأخير فحسب وذلك بواسطة نظام تحكم الكتروني مناسب. يستخدم التحكم الإلكتروني المبرمج بماسحات الزجاج الأمامي منذ عدة سنوات. يتكون أحد هذه الأنظمة من محرك ثنائي السرعات بمفتاحين حديين، أحدهما للإيقاف النهائي وآخر يعمل عند الحد العلوي الأقصى لعملية المسح. يستخدم مفتاح عمود ذو وضعيات غسيل/مسح وسرعة عالية وسرعة منخفضة ووضعية المسح المتقطع والتأخير، ولكل وضعية إعداداتها. إن قلب هذا النظام هو وحدة التحكم الالكترونية بالماسحات. من الميزات المبتكرة إمكانية إيقاف الماسحات واصطفافها نهائياً تحت الزجاج، وهذا يتم باستخدام مفتاح الحد العلوي لإعطاء إشارة إلى وحدة التحكم الالكترونية بعكس حركة المحرك لإيقاف الماسحات نهائياً. يكون المفتاح مغلقاً في الحالة الطبيعية ويفتح الدارة عند وصول الشفرات إلى الموقع A. ونتيجةً لتصميم الوصلة تتحرك الأذرع لمسافة إضافية وتسحب الشفرات بعيداً عن الزجاج. يوقف مفتاح الإيقاف النهائي الحدي العمودي المحرك عند هذه الوضعية عبر وحدة التحكم الرئيسيةECU.

تستخدم بعض المركبات نظاماً مشابهاً مزوّداً بوسائل محسّنة، حيث يتم التحكم بهذا النظام إما من خلال وحدة تحكم مركزية CCU أو وحدة متعددة الوظائف MFU. يمكن أن تتحكم هذه الوحدات عادةً بأنظمة أخرى إضافةً إلى الماسحات، مما يقلّل من حجم الوصل السلكي تحت لوحة القيادة (التابلوه). يتم التحكم حالياً بالنوافذ الكهربائية والأضواء الأمامية وتسخين الزجاج الخلفي ناهيك عن غيرها بواسطة وحدة مركزية غالباً، وتسمح وحدة التحكم المركزية هذه CCU بأداء المهمات التالية للمساحات (الأمامية والخلفية):

*الغسيل/المسح الأمامي **Front Wash/Wipe** :

تفعل وحدة التحكم المركزية الماسحات عند ضغط مفتاح الغاسل وتحافظ عليها في حالة عمل لمدة 6 sec بعد تحرير المفتاح.

***المسح المتقطع Intermittent Wipe :**

عند تحريك المفتاح إلى هذه الوضعية تشغّل وحدة التحكم الرئيسية الماسحات لتقوم بعملية المسح، وعند العودة إلى وضعية الراحة تنتظر وحدة التحكم الرئيسية لمدة زمنية محددة ثم تقوم بعملية مسح ثانية وهكذا، ويستمر ذلك إلى أن يحرّك المفتاح إلى وضعية الإيقاف. يمكن ضبط التأخير الزمني من قبل السائق على شكل وضعية واحدة من خمس وضعيات للمقاومة المتغيرة، حيث يتم تغيير التأخير بين حوالي 6 sec عند مقاومة 500 Ω إلى حوالي 20 sec عند مقاومة 5400Ω.

***نظام الماسحات الخلفية Rear Wiper System :**

عند تشغيل المفتاح تشغّل وحدة التحكم المركزية الماسحات الخلفية لثلاث مسحات عبر عدّ الإشارات الواردة من مفتاح الإيقاف النهائي، بعد ذلك تفعّل الماسحة مرة واحدة كل 6 sec إلى أن يتم إيقافها من قبل السائق.

***غسيل/مسح الزجاج الخلفي Rear Wash/Wipe :**

عند ضغط مفتاح غاسلة الزجاج الخلفي تشغّل وحدة التحكم الرئيسية الماسحة الخلفية ومن ثم تستمر بالعمل لثلاث مسحات بعد تحرير المفتاح. إذا لم تكن الماسحات الخلفية في حالة فتح تشغّل وحدة التحكم المركزية الشفرات لمسحة واحدة إضافية بعد حوالي 18 sec ، ويعرف هذا عادة بـ"dribble wipe".

***عمل الماسحات الخلفية أثناء حركة السيارة إلى الخلف**
Rear Wiper When Revers Gear is Selected

إذا ما شغلت الماسحات الأمامية وتم التبديل إلى حركة السيارة إلى الخلف تشغّل وحدة التحكم المركزية الماسحة الخلفية بشكل مستمر. يتم العودة إلى تشغيل الماسحات الأمامية عند العودة إلى الحركة الأمامية للسيارة.

***الحماية من التوقف Stall Protection :**

عند تشغيل الماسحة الخلفية تفعّل وحدة التحكم المركزية مؤقتاً. إن لم تكتشف أي حركة خلال 15 sec يتم قطع الطاقة عن المحرك. يعاد ضبط ذلك عند تحريك مفتاح السائق إلى وضعية الإيقاف off.

٨-١-٨ الماسحات المتحكم بها بواسطة معالج دقيق:

Microprocessor Controlled Wiper

من المشاكل التي تعترض صانعي السيارات نذكر مشكلة تركيب وصلة مسح مناسبة ضمن الحيز المحدود المتوفر في الهياكل الحديثة. أحد الحلول الممكنة يتمثل باستخدام محرك منفصل لكل شفرة، وهذا يسبب مشكلة أخرى، وهي كيفية مزامنة تشغيل كل محرك. للسماح بهذه المزامنة يحتاج الأمر إلى نقطة مرجع وإلى طريقة لقياس المسافة من نقطة المرجع هذه، والحل يكمن في استخدام مفتاح حدي عمودي للإيقاف النهائي كمرجع وعدّ دورات الحافظة المغناطيسية للمحرك لإيجاد المسافة.

بعد ذلك يمكن استخدام برنامج حاسوبي للتحكم بالمحركات. يأتي دخول هذا البرنامج من مفتاح السائق ومن مفاتيح المحرك الحدية ومن عدادات دورات الحافظة المغناطيسية للمحرك. يتيح العمل المبرمج التام في هذه الطريقة استخدام وسائل أكثر تعقيداً وتطوراً عند الحاجة لذلك. يمكن استخدام تأخير بسيط ونقطة عكس لكل محرك للتقليل من السحب المرتفع للتيار.

٨-٢ دارات الإنذار Signaling Circuit :

٨-٢-١ مقدمة Introduction :

هناك بعض المتطلبات القانونية الخاصة بمؤشرات الاتجاه، حيث يجب أن يكون الضوء أصفراً مائلاً إلى الحمرة، ولكن يمكن أن توضع هذه المؤشرات في مجموعات مع أضواء أخرى. يجب أن يكون معدل الومض بين ومضة وومضتين في الثانية وبزمن نسبي للاشتعال يتراوح بين (30-57%). فإذا ما حدث خطأ ما يجب أن يظهر هذا الخطأ للسائق عبر تغير مميز في تردد عمل أضواء التحذير أو عبر بقاء ضوء الإنذار مشتعلاً بشكل مستمر. إذا ما تعطل أحد المصابيح الرئيسية يجب أن تستمر الأنوار الأخرى بالومض بشكل واضح ومميز.

كما أن القوانين تنظم أيضاً موضع تركيب الأضواء الخارجية، فالأضواء المؤشرة الخلفية يجب أن تتوضع على مسافة محددة عن الأضواء الخلفية وعند ارتفاع محدّد أيضاً. تكون استطاعة مصابيح إضاءة المؤشرات عادةً 21W عند توتر 6v أو 12v بحسب الإمكانية. تقع أضواء المكابح على رأس قائمة الأنظمة المساعدة أو أنظمة "التحذير". وسندرس الدارة الخاصة بها لاحقاً في هذه الفقرة.

٨-٢-٢ وحدات الومّاض Flasher Units :

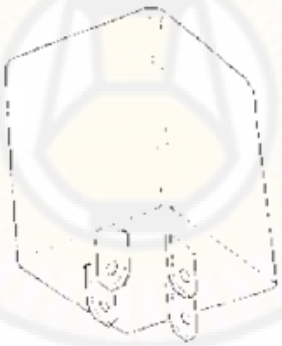
يوضح الشكل (٨-٩) الدارة الداخلية لوحدة ومّاض الكترونية، ويتمحور عمل هذه الوحدة على دارة متكاملة. يمكن أن يشغّل النوع الموضح في الشكل أربعة مصابيح W 21 على الأقل (أمامية وخلفية) ومصباحي تكرار جانبيين 5W عند العمل في وضعية المخاطر. يستمر هذا عدة ساعات عند الحاجة إلى ذلك. تقيّم وحدات الومض من خلال عدد المصابيح التي تستطيع هذه الوحدات تشغيلها. عند جرّ عربة مقطورة يجب أن يكون بإمكان الوحدة أن تعمل عند استطاعة أعلى. معظم الوحدات تستخدم ريلية من أجل عملية التحويل كون ذلك لا يتأثر بالارتفاعات المفاجئة في التوتر وكونه يوفر إشارة صوتية.

الشكل(٨-٩):الدارة الإلكترونية لوحدة الومّاض

تشكّل الدارة الالكترونية مع الريليه على لوحة مطبوعة للدارة، ويستخدم عدد قليل جداً من المكونات كون الدارة المتكاملة مصممة على وجه الخصوص للاستخدام على شكل

مؤقت إشارة. تتألف الدارة المتكاملة بحد ذاتها من ثلاثة مقاطع رئيسية. قيادة الريلية ومذبذب ودارة تعطّل المصابيح. يشكّل صمام زينر الثنائي في الدارة المتكاملة لضمان ثبات التوتر بحيث يبقى تردد العمل ثابتاً في المجال 10–15v. يضبط مؤقت المذبذب من خلال R1 و C، وتضبط القيم عادةً لإعطاء نسبة فتح–إغلاق تساوي 50% وتردد تشغيل 1.5 Hz (90/min).

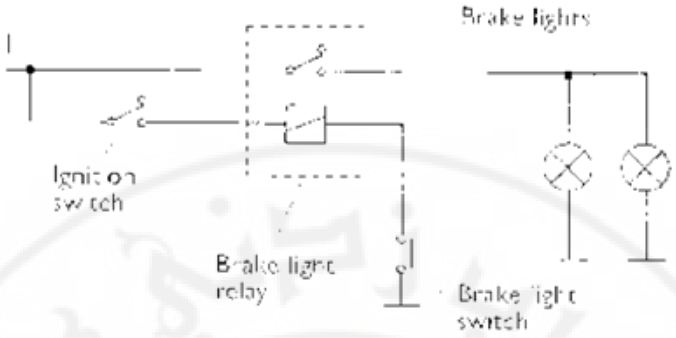
تمرر إشارات الفتح–الإغلاق الناتجة عن المذبذب إلى دارة قيادة، وهي دارة على شكل دارة زوج دارلنغتون مزودة بصمام موصول إليها لحمايتها من القوة الدافعة الكهربائية المضادة back–EMF أثناء تشغيل ملف الريلية وإيقافه. يميّز تعطّل المصابيح عند هبوط التوتر عبر المقاومة منخفضة القيمة R2. تسبب دارة تعطل المصابيح مضاعفة المذبذب لسرعة التشغيل. يمكن استخدام مكثفات إضافية من أجل زيادة الحماية ضد التوترات العابرة ولكبح التشويش. يوضح الشكل (٨–١٠) العلبة القياسية لوحدة الوماض.



الشكل (٨–١٠): وحدة الوماض الإلكترونية

٨–٢–٣ أضواء الكوابح Brake Lights :

يوضح الشكل (٨–١١) الدارة النموذجية لأضواء الكوابح. تضم معظم هذه الدارات ريلية لتحويل الأضواء، التي تشغل بدورها من خلال مفتاح نابضي على دواسة المكبح. يمكن أن توجد روابط من هذه الدارة إلى جانب نظام السيطرة التلقائية على السرعة، وذلك لإيقاف نظام السيطرة التلقائية على السرعة عند تشغيل المكابح.

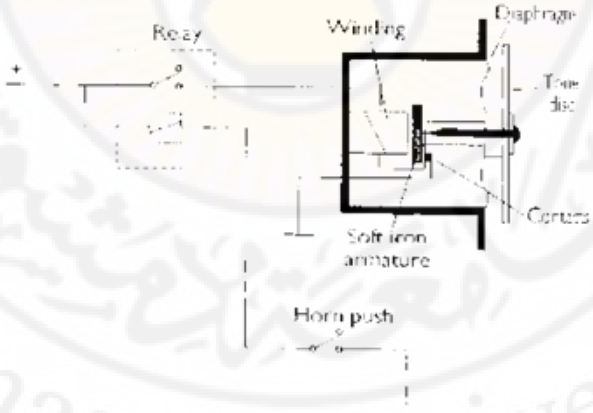


الشكل (٨-١١): الدارة النموذجية لضوء الفرامل

٨-٣ أنظمة مساعدة إضافية Other Auxiliary System :

٨-٣-١ الأبواق الكهربائية Electric Horns :

تنص التشريعات القانونية في معظم البلدان على وجوب إعطاء البوق (أو جهاز الإنذار المسموع) صوتاً منتظماً. وهذا يعني أن صفارات الإنذار والأبواق ذات النغمات غير قانونية. تسحب معظم الأبواق تياراً مرتفعاً، ولذلك تشغل باستخدام ريلية مناسبة.



الشكل (٨-١٢): البوق والدارة الخاصة به

يعمل البوق المعياري عبر عملية التشغيل المغناطيسية البسيطة. عند مرور التيار تنجذب الحافظة المغناطيسية المربوطة إلى قرص نغمة إلى كبّاحة (stop)، وتفتح مجموعة من الوصلات، وهذا يفصل التيار مما يسمح بعودة الحافظة المغناطيسية

والقرص إلى الحالة الطبيعية تحت توتر النابض. تتكرر كامل العملية عند تشغيل البوق. ينظّم تردد الحركة والنغمة الأساسية بحيث يقع بين1.8–3.5kHz، وهذا يعطي اختراقاً جيداً للصوت عبر الضجيج. تستخدم غالباً أنظمة أبواق مزدوجة، التي تضم بوقاً عالياً النغمة وبوقاً منخفض النغمة، مما يعطي صوتاً ألطف لكنه يبقى مسموعاً عند السرعة العادية والسرعة العالية. يوضح الشكل (٨–١٢) بوقاً نموذجياً مع الدارة المرافقة له.

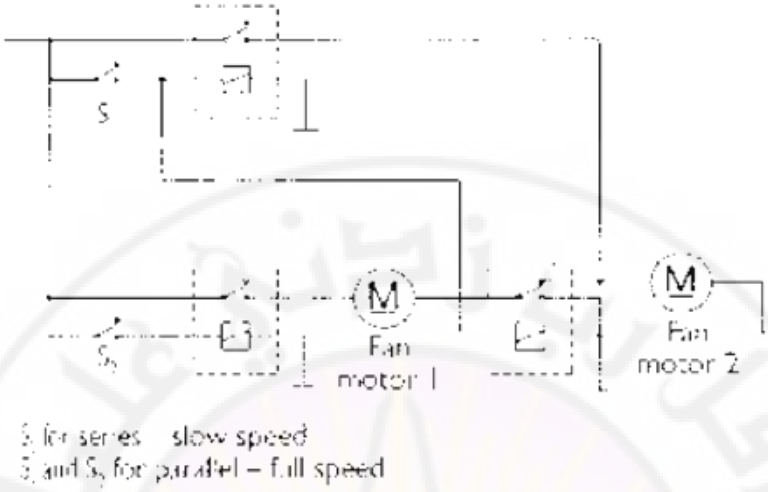
٨–٣–٢ محركات مروحة تبريد المحرك Engine Cooling Fan Motors:

معظم محركات مراوح تبريد المحرك (التبريد بالمشع) من أنواع المحركات ذات المغانط الدائمة، ويوضح الشكل (٨–١٣) مثالاً نموذجياً عن ذلك. توضع الشفرات في المراوح المستخدمة عادة بترتيبٍ غير متوازٍ (تكون متوازنة ولكن ليست بنمط منتظم) للتقليل من الضجيج أثناء العمل.

الشكل (٨–١٣): محرك مروحة تبريد محرك السيارة

عند تركيب مراوح تبريد ومحركات مزدوجة يمكن تشغيلها على التسلسل أو على التفرع، وهذا هو الحال غالباً عند استخدام التكييف الهوائي كون المكثف يوضع غالباً أمام المشع ويمكن أن نحتاج هنا إلى زيادة سرعة هواء التبريد بشكل إضافي.

يوضح الشكل (٨–١٤) دارة تشغيل لمراوح التبريد على التسلسل و التوازي.



الشكل (٨-١٤): دارة تشغيل مراوح التبريد على التسلسل والتوازي

٨-٣-٣ ماسحات وغاسلات الأضواء الأمامية:
Headlight Wipers & Washers

هناك طريقتان لتنظيف الأضواء الأمامية، الأولى بواسطة رشاشات عالية الضغط والثانية بواسطة شفرات ماسحة صغيرة ذات تغذية مائية منخفضة الضغط . إن الطريقة الثانية في حقيقة الأمر مشابهة كثيراً لطريقة تنظيف الزجاج الأمامي، ولكن على نطاق أصغر. تعدّ الطريقة التي تعتمد على الضغط المرتفع أفضل ولكن يمكن أن تعاني من صعوبات في الشروط الجوية شديدة البرودة بسبب تجمّد المائع. يصمّم نظام الغسيل بحيث يجب أن يتمتع بالقدرة على أداء 50 عملية غسيل قبل إعادة ملء الخزان. يوضح الشكل (٨-١٥) تقنية الغسيل بالضغط.

تربط منظفات الأضواء الأمامية غالباً مع غاسلات الزجاج الأمامي ، بحيث تعمل في كل مرة تفعّل فيها غاسلات الزجاج الأمامي إذا ما كانت الأضواء الأمامية مشغّلة.

يستخدم عادةً في غاسلات الأضواء الأمامية خرطوم قابل للطيّ. فعند ضخ الماء المضغوط إلى الخرطوم يدفع هذا الخرطوم من موضع الطيّ لتتم عملية الغسيل، وعند انتهاء عملية الغسيل يطوى الخرطوم ويعود إلى حجرته.

هناك دارات أخرى يمكن استخدامها من قبل العديد من الأنظمة الأخرى كقداحة السجائر والساعة وضوء الإنذار الدوار والهوائي الكهربائي...الشكل(٨-١٦).

الشكل (٨-١٥): غاسلات الضوء الأمامي أثناء العمل

الشكل (٨-١٦): دارة الهوائي الكهربائي وضوء الإنذار الدوار وقداحة السجائر والساعة

٨-٤ دراسات حالة Case Study :

٨-٤-١ المؤشرات ودارة الخطر - سيارة Rover
Indicators & Hazard Circuit -ROVER

يبين مخطط الدارة الموضح في الشكل (٨-١٧) جزءاً من الدارة الخاصة بسيارة Rover إضافة إلى الوصلات السلكية لأضواء الخطر. من الملاحظ أنه عند تشغيل مفتاح الخطر يتم فصل تغذية الإشعال عن وحدة الومّاض ويستبدلها بتغذية مستمرة، ولذلك يعمل نظام الخطر حينئذ في أي وقت لكن المؤشرات ستعمل عند عملية الإشعال ignition فحسب. عند تشغيل ضوء الإشارة اليميني أو اليساري توصل المصابيح الأمامية والخلفية ومصابيح التكرار إلى طرف خرج وحدة الومّاض، والتي تعمل بفعل ذلك وتسبب وميض المصابيح.

عند تشغيل مفتاح الخطر تفصل 5 مجموعات من الوصلات. تصل مجموعتا الدارات اليسارية واليمينية إلى خرج وحدة الومّاض. تفصل إحدى المجموعات تغذية الإشعال وتصل مجموعة أخرى تغذية البطارية إلى الوحدة. تسبب المجموعة الأخيرة من الوصلات تشغيل ضوء تحذير من الخطر. في هذا النوع من السيارات وفي معظم الأنواع الأخرى يضيء مفتاح الخطر عند إشعال الأضواء الجانبية.

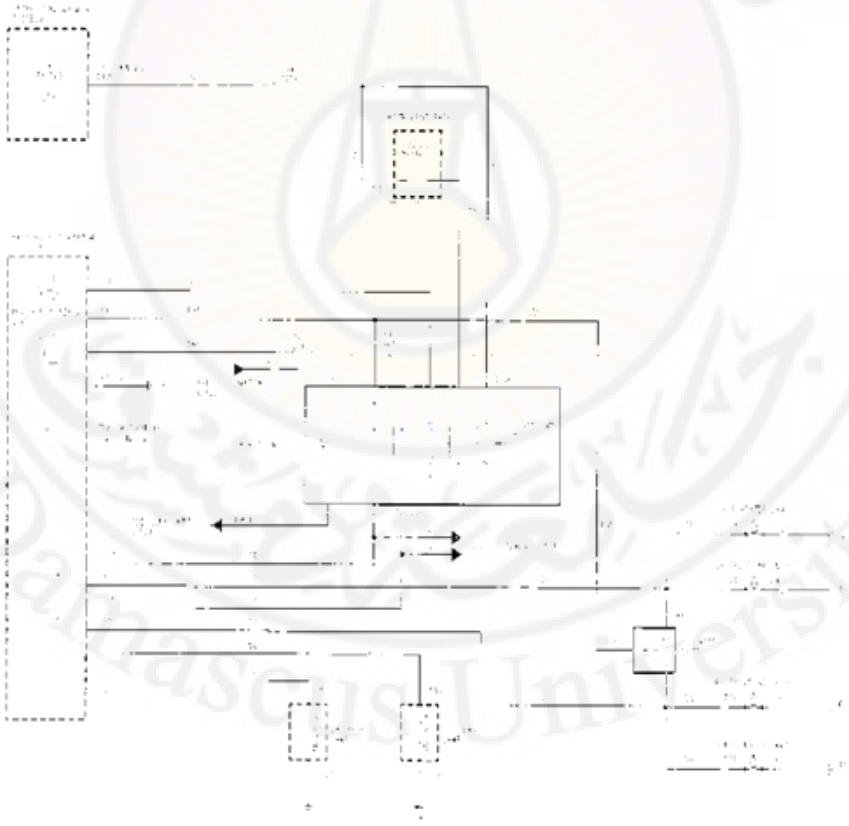
تسحب المصابيح تياراً شدته 7.8 A (49 W/12V) عند العمل عند نمط الخطر.

على كل حال يبلغ هذا التيار ذروة أعلى بكثير بسبب مقاومة المصابيح للبرودة. وفي الدارة الموضحة يتصل الفيوز العلوي من البطارية أما الفيوز الآخر فيتحكم به من قبل قادح إشعال السيارة.

عند قدح إشعال السيارة يعطي الفيوز I الموجود في علبة الفيوزات في حجرة الركاب تغذية إلى مفتاح التحذير من الخطر على السلك G. تسير التغذية عبر مفتاح إنذار الخطر وتغذي وحدة الومّاض على السلك LG/K بشرط أن يكون مفتاح الخطر هذا في وضعية الإيقاف Off. عند إدارة وحدة مفتاح الإشارة نحو اليمين ينتقل المفتاح إلى وضعية الوصل عند وصل السلك LG/N من وحدة الومّاض إلى السلك G/W مما يسمح بمرور التغذية عبر ضوئي الإشارة اليمينيين الأمامي والخلفي ومن ثم باتجاه الأرض عبر السلك B. عند تحريك وحدة مفتاح الإشارة نحو اليسار (للإشارة إلى

الاستدارة إلى اليسار) يسمح هذا المفتاح للتغذية بالمرور باتجاه ضوئي الإشارة اليساريين الأمامي والخلفي ومن ثم إلى الأرض عبر السلك B. يسبب عمل وحدة الوماض أن تقوم الدارة بعملية "الفصل والوصل".

يؤدي ضغط مفتاح التحذير من الخطر أن تمر تغذية البطارية عبر المفتاح المفتوح في الحالة الطبيعية N/Oمن الفيوز 3 أو الفيوز 4 (حسب طراز السيارة) في علبة فيوزات تابلوه المحرك عبر المفتاح وتغذي وحدة الوماض الموجودة على السلك LG/K، وفي نفس الوقت الذي تغلق فيه الوصلات لتصل ضوء التحذير من الخطر ووحدة الوماض إلى كل من السلكين G/W و GIR و يومض ضوء الإشارة اليميني واليساري ووماض التحذير بشكل متبادل.



الشكل (٨-١٧): دارة الخطر وأضواء الإشارة – سيارة Rover

٨-٤-٢ دارة الماسحات- سيارة Ford

Wiper Circuit -FORD

تشبه الدارة الموضحة في الشكل(٨-١٨) الدارة المستخدمة في الكثير من سيارات Ford. يلاحظ أن مجموعتي وصلات المفاتيح متصلتان بعضهما مع بعض ميكانيكياً. تظهر المفاتيح في الشكل وهي في وضعية التوقف off. ويوضح الشكل أيضاً وجود وصلة إلى حاكمة (ريلية) غسيل الضوء الأمامي للسماح بعمل غاسلات الأضواء الأمامية عند تشغيل غاسلات الزجاج الأمامي، وهذا يحدث إذا ما كانت الأضواء الأمامية في حالة العمل أيضاً فحسب.

المحرك عبارة عن محرك PM ثلاثي الفرجونات ويضم مفتاحاً للإيقاف النهائي للماسحات parking switch، وإن اتّباع الوصلة الطرفية العلوية للمحرك-كما هو موضح- يؤدي إلى الاتصال بالأرض عبر مفتاح التحكم والمفتاح الحدي، والغرض من ذلك هو أداء عملية الكبح بالتوليد المعاكس.

الشكل (٨-١٨): دارة التحكم بالماسحات/الغاسلات المستخدمة في سيارات FORD

٨-٤-٣ التحكم بضغط شفرة الماسح Wiper Blade Pressure Control :

تضم Bosch نظاماً للتحكم بضغط شفرة الماسح، الذي يمكن أن يعدّل ضغط الشفرات على الزجاج الأمامي بشكل غير محدود اعتماداً على سرعة سير المركبة. فعند السرعات العالية يمكن أن يسبب تيار الهواء ارتفاع الشفرات وارتجاجها، مما يخفض بشكلٍ خطير فعالية التنظيف، ولكن إذا ما ضبط الضغط الأصلي لعلاج هذا الأمر فإن هذا الضغط في حالة الراحة يمكن أن يشوه الأذرع والشفرات.

يوضح الشكل (٨-١٩) نظام التحكم بالضغط، حيث تستخدم حساسات لتحديد سرعة تيار الهواء وشدة المطر. توجد وحدة تحكم إلكترونية تقيّم البيانات من هذه الحساسات وتمرر إشارةً مناسبةً إلى المحرك المآزر، وعندما تكون الشفرات في وضعية الراحة

ينخفض الضغط بشكلٍ كبيرٍ جداً لتجنب الضرر. يرتفع الضغط بزيادة سرعة المركبة وزيادة شدة المطر.

يتمتع هذا النظام بالقدرة السريعة جداً على الاستجابة بحيث يرتفع الضغط في حال تراكم الرذاذ لتبديده، وحالما يجف الزجاج ينخفض الضغط لتجنب أي خدش للزجاج.

الشكل (٨-١٩): نظام التحكم بضغط شفرات الماسحات

٨-٤-٤ نظام الماسحات في سيارات Valeo VALEO Wiper System :

يعمل صانعو السيارات بدأب بحثاً عن طرق لتقليل الضجيج الناتج عن أنظمة الماسحات، حيث المصدران الرئيسيان للضجيج هما شفرات الماسحات (وتحديداً عندما تغير اتجاهها في نهاية الحركة) ومحرك الماسحات.

أنتجت شركة Valeo وحدة مسح جديدة للزجاج الخلفي توفّر حلاً مبتكراً لهذه المشاكل على هيئة نظام تحكم إلكتروني متكامل ومتخصص. يتمحور تصميم هذا النظام حول دارة جسر H التي لا تضم ريليهات، وهذا يلغي أي ضجيج لعمليات التحويل (التشغيل

والإيقاف)، ويوفر التحكم إدارةً دقيقةً لسرعة الماسحات، حيث يبطئ من سرعة الشفرات في نهاية كل دورة، مما يخفض من ضجيج قلب اتجاه الحركة.

ملاحظة: يستخدم جسر H أربع أدوات متصلة ببعضها لعكس التوتر عبر نهايتي الحمل. ويستخدم هذا الجسر للتحكم باتجاه المحركات.

تغطي أنظمة الماسحات الحالية التي ترتكز على الحركة التبادلية الدورانية مساحة تتراوح بين 50-60% من المساحة السطحية الكلية للزجاج الخلفي. وتعود محدودية هذه المساحة إلى نسبة الارتفاع/العرض وإلى انحناء النافذة. يضمن مبدأ الماسحات الخلفية الخطية لشركة Valeo راحةً مثالية في الرؤية كون هذه الطريقة تغطي 80% من سطح النافذة الخلفية، ويوفر ذلك للسائق وضوحاً للرؤية يتعدى 60% .

تعزز هذه الزيادة في حقل رؤية السائق من السلامة وخاصةً خلال عمليات المناورة بسرعة بطيئة كالعودة إلى الخلف وإيقاف السيارة في الموقف. إن مبدأ الماسحات الخطية للزجاج الخلفي يخدم الاتجاه الذي يسعى إلى تصميم نوافذ خلفية أضيق وعالية التحدب يمكن دمجها بشكلٍ كامل ضمن تصميم المركبة. يوضح الشكل (٨-٢٠)هذه التقنية.

الشكل (٨-٢٠): نظام الماسحات الخطي للزجاج الخلفي

توفر ماسحات Silencio للزجاج الأمامي جانبين مبتكرين لتعزيز راحة الركاب وسلامتهم:

- غطاء مطاطي جديد طويل عمر الخدمة يدعى Skin.
- مؤشر اهتراء يعلم السائق بموعد ضرورة تغيير الماسحة.

تضر عوامل الاهتراء الخارجية كالأشعة فوق البنفسجية والأوزون والتلوث ومائع مسح الزجاج الأمامي بالشفرة المطاطية وبالتالي تؤثر على جودة المسح، وإن الغطاء Skin الجديد يحل هذه المشكلة ويحمي الشفرة.

يمكن تطبيق هذا الغلاف السطحي المؤلف من عامل تزليق وعامل ربط بوليميري ومانع للنفاذية على المطاط الطبيعي أو التركيبي، وتضمن عملية بلمرة جديدة إطالة أمد التصاق هذا الغلاف على الشفرة المطاطية. يحافظ الغلاف Skin عبر حماية الشفرة من الاهتراء على جودة المسح البدائية ويطيل عمرها إضافة إلى أنه يخلّص من صرير المطاط وضجيجه الناتج عن الاحتكاك بالزجاج الجاف.

تزود ماسحات Silencio بمؤشر للاهتراء يعلم السائق بحالة شفرات الماسحات. يهتزئ المؤشر الذي يكون على شكل وصلة دائرية مثبتة على الماسحة بنفس سرعة اهتراء الشفرة المطاطية. تفعّل قوى الاهتراء الخارجية كالأشعة فوق البنفسجية والأوزون والملوثات والمواد الكيميائية في المؤشر الذي يتغير لونه نتيجة لتفعيل هذه المواد الكيميائية بحيث يتحول لون المؤشر من الأسود إلى الأصفر عند اهتراء الماسحة لإعطاء إشارة إلى السائق بضرورة التبديل.

٨-٤-٥ التحكم الالكتروني بنظام المراوح Electric Fan System Control :

إن التحكم الإلكتروني بنظام المراوح خطوة تطويرية إضافية في المسار الذي يسعى نحو تحسين إدارة تبريد المحركات. من الفوائد الرئيسية لمبدأ Valeo إضافة إلى القليل من استهلاك الكهرباء تقليل مستويات الضجيج بفضل التنظيم المستمر لسرعة المراوح والمضبوط للحد بأكبر قدر ممكن من جريان الهواء اللازم لتبريد المحرك.

أنتجت شركة Valeo وحدات المروحة/المحرك متغيرة السرعة هذه خلال عام 2000. لهذه الوحدات الميزات التالية:

- اختزال استهلاك الكهرباء بمقدار النصف عند الاستخدام الطبيعي.
- خفض مستويات الضجيج بمقدار 15 dBa عند السرعة المتوسطة.
- بدء تشغيل سلس للمراوح يبطل تيارات الذروة عند بدأ عمل المراوح ويوفّر مستويات صوتية مقبولة بشكل أفضل.

من الممكن أداء وظائف الكترونية مصممة لتحسين أمان المراوح، بحيث يمكن تكييف سرعة هذه المراوح إلى الحد الأدنى المطلوب، كما يمكن أداء عمليات تشخيص وحماية ذاتية في حال انسداد المراوح نتيجة لتراكم المواد الملوثة.

يمكن تركيب وحدة إدارة إلكترونية للمراوح بسهولة في مناطق مختلفة ضمن حجرة المحرك لتلبية كافة الاحتياجات، حتى الأكثر تطلباً منها عند درجات الحرارة العالية. تطور شركة Valeo حالياً مبدأً جديداً يقوم على وحدة مدمجة لتعديل عرض النبضة PWM مدمجة بالمحرك.

٨-٥ تشخيص مشاكل الأنظمة المساعدة
Diagnosing Auxiliary Systems Faults

٨-٥-١ مقدمة Introduction

كما في كافة الأنظمة تقوم عملية كشف الأخطاء على ست مراحل يجب إتباعها:

١. التحقق من الخطأ.
٢. جمع معلومات إضافية.
٣. تقييم الأدلة.
٤. إجراء اختبارات إضافية بتسلسل منطقي.
٥. تصحيح المشكلة.
٦. تفقّد جميع الأنظمة.

ترتبط الإجراءات التي سنشير إليها في الفقرة اللاحقة بشكل رئيسي بالمرحلة ٤ من العملية. يضم الجدول (٨-١) بعض الأعراض الشائعة لمشاكل عمل الأنظمة المساعدة مع اقتراحات حول الأخطاء المحتملة المسببة لها. تعدّ هذه الأخطاء أخطاء شاملة وتؤدي دور دليل مساعد.

الأعراض	الخطأ المحتمل
البوق متوقف عن العمل أو جودة الصوت سيئة	• ارتخاء الأسلاك/الوصلات/الفيوزات أو تحطمها. • التآكل في وصلات البوق. • عدم حدوث اتصال في المفتاح.

	• المقاومة العالية على المفتاح أو الأسلاك. • الريلية معطلة.
الماسحات لا تعمل أو تعمل بشكل سيئ	• ارتخاء الأسلاك/الوصلات/الفيوزات أو تحطمها. • التآكل في وصلات الماسحات. • عدم حدوث اتصال في المفتاح. • المقاومة العالية على المفتاح أو الأسلاك. • تعطل الريلية/المؤقت. • دارة وصلات المفتاح الحدي مفتوحة أو المقاومة فيها عالية. • اهتراء وصلات حلقة الانزلاق أو فرجونات المحرك. • الحالة السيئة للشفرات و/أو نوابض الذراع.
الغاسلات لا تعمل أبداً أو تعمل بشكل سيئ	• ارتخاء الأسلاك/الوصلات/الفيوزات أو تحطمها. • التآكل في وصلات محرك الغاسل. • عدم حدوث اتصال في المفتاح.. • سوء حالة محرك المضخة أو تعطله. • انسداد الأنابيب أو الخراطيم. • استخدام نوعية خاطئة من المواد المضافة إلى مائع التنظيف.
الأضواء المؤشرة لا تعمل أو سرعة عملها غير صحيحة	• كسر أحد المصابيح الداخلية أو جميعها. • ارتخاء الأسلاك/الوصلات/الفيوزات أو تحطمها. • عدم حدوث اتصال في المفتاح.. • المقاومة العالية على المفتاح أو الأسلاك. • تعطل الريليه.
مروحة التدفئة متوقفة	• ارتخاء الأسلاك/الوصلات/الفيوزات أو تحطمها.

عن العمل أو تعمل بشكل سيئ	• عدم حدوث اتصال في المفتاح.. • اهتراء فرجونات المحرك. • دارة مقاومات الاختيار السريع مفتوحة.

الجدول(٨-١): بعض الأعراض الشائعة لمشاكل عمل الأنظمة المساعدة مع اقتراحات حول الأخطاء المحتملة المسببة لها

٨-٥-٢ خطوات الاختبار Testing Procedure :

تقوم عملية تفحص دارة أحد الأنظمة المساعدة على الخطوات الموسّعة التالية:

١. إجراء فحوصات يدوية وبصرية (ارتخاء للأسلاك، ارتخاء للمفاتيح وغيرها من الأخطاء الواضحة) حيث يجب أن تكون كافة الوصلات نظيفة ومحكمة.

٢. فحص البطارية حيث يجب أن تكون مشحونة بنسبة 70%.

٣. فحص بصري لروابط المحرك/ المصابيح.

٤. التحقق من الفيوزات باستخدام مقياس لقياس التوتر على الطرفين أو بالتحقق بواسطة لمبة اختبار.

٥. التحقق إذا ما كانت الريليه تصدر صوت طقطقة (إذا كان الجواب نعم اذهب إلى الخطوة ٨) وهذا يعني أن الريليه تعمل لكن ليس بالضرورة أن تكون على اتصال.

٦. التغذية إلى المفتاح- التحقق من فولتية البطارية.

٧. التغذية إلى الريليه-التحقق من فولتية البطارية.

٨. التغذية الخارجة من الريليه-التحقق من فولتية البطارية.

٩. تغذية التوتر إلى المحرك- ضمن 0.5v من البطارية.

١٠. دارة التأريض (الاتصال والتوتر) 0Ω أو 0V.

٨-٦ التقانات الحديثة للأنظمة المساعدة :

Advanced Auxiliary Systems Technology

٨-٦-١ حساب عزم دوران محركات الماسحات:

Wiper Motor Torque Calculations

يمكن حساب عزم الدوران اللازم للتغلب على الاحتكاك البدائي لكل شفرة مسح كالتالي:

$$T = F \cdot \mu_{max} \cdot \frac{\omega_{max}}{\omega_{avg}} \cdot \frac{1}{E} \cdot \frac{R_{hot}}{R_{cold}}$$

T	عزم الدوران اللازم لتحريك ذراع ماسحة واحدة
F	قوة الشفرة الواحدة على الزجاج
μ_{max}	معامل الاحتكاك الأعظمي في الحالة الرطبة (مثلاً 2.5)
$\cdot$	مضاعف خاص باحتكاك المفصل (مثلاً 1.15)
$\cdot$	معامل تسامح (مثلاً 1.12)
$\cdot$	طول ذراع الماسح
$\cdot$	السرعة الزاوية العظمى للذراع
$\cdot$	السرعة الزاوية المتوسطة لذراع المحرك
E	كفاءة وحدة ترس المحرك (مثلاً 0.8)
R_{hot}	مقاومة لف المحرك- في حالة الحرارة
R_{cold}	مقاومة المحرك- في حالة البرودة

٨-٦-٢ محرك المغناطيس الدائم- التحكم الالكتروني بالسرعة

PM MOTOR-Electronic Speed Motor

تستخدم صناعة السيارات محركات مغانط دائمة PM لأنها اقتصادية وتعطي في الوقت نفسه أداءاً جيداً، ويمكن استخدام مقاومة بسيطة محددة للتيار أو منظم بسيط للتوتر حتى يعدّل سرعة المحرك. تستخدم هذه الطريقة البسيطة غالباً للمحركات التي تحتاج

إلى تحكم متباين في السرعة، لكن المشكلة تكمن في التحكم بسرعة المحركات التي تسحب تياراً شدته 20A عند السرعة الكاملة وحوالي 10A عند نصف السرعة.

عند السرعة الكاملة تكون الكفاءة الكلية لنظام التحكم بالمحرك حوالي 80% ، فإذا ما انخفضت السرعة إلى النصف تنخفض الكفاءة إلى 40% ، ويعود ذلك إلى وجود فاقد حراري 70W في المقاومة التسلسلية و 14 W في المحرك، ولذا لا بد من استخدام نظام تحكم أكثر كفاءة بالسرعة.

من هذه الطرق قطع توتر المحرك أثناء دورة التشغيل المتغيرة باستخدام محولة للتيار (من متناوب إلى مستمر)، وقد طور نظام يعرف بنظام تعديل عرض النبضة PWM في هذا السياق، وسنورد فيما يلي مقدمة حول هذه التقنية.

بما أن الحافظة المغناطيسية لمحرك المغناطيس الدائم تلعب دور دولاب تنظيم للسرعة تجد أن معدل انقطاع التوتر يمكن أن يساوي 1 kHz أو أقل من دون التسبب بتذبذب في سرعة المحرك. من المشاكل التي تطرأ عند هذه الترددات المسموعة أو غيرها نذكر الضجيج الصادر من داخل المحرك، وعند الترددات الأعلى، مثلاً 16 kHz، ينخفض الضجيج المسموع إلى الحد الأدنى. من مشاكل الضجيج الأخرى الإشعاع الكهرومغناطيسي الكبير EMR، ويعود ذلك إلى سرعات التحويل المرتفعة. ويمكن تحسين ذلك بإبطاء عتبة تحويل إشارة التشغيل، ويجب إيجاد تسوية بين سرعات العتبة وبين الفاقد الحراري لجهاز القدرة. عند احتواء مشاكل الإشعاع الكهرومغناطيسي لا بد من أخذ مسألة إعاقة المحرك بالحسبان.

تملك لفات الألمنيوم للمحرك معاملاً حرارياً موجباً يساوي $0.00393\ \Omega/^0C$، ولذلك إذا كانت مقاومة المحرك تساوي 0.25Ω عند الدرجة 25^0C فإن مقاومته ستساوي 0.18Ω عند الحرارة 40^0C ،وعند استخدام محرك نموذجي 20A بوصفه حملاً يمكن حساب تيار الكبح الأعظمي للروتر بحيث يساوي 77A من خلال القانون:

$$\text{[illegible]} = \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}}$$

حيث إن E_{max}= توتر التغذية الكهربائية الأعظمي (14.4V) و R_{mtr}= المقاومة الدنيا للمحرك 0.18Ω.

بعد حساب التيار الأعظمي للمحرك يمكن تحديد المواصفات اللازمة للترانزستور، وفي هذه الحالة تحتاج الآلة إلى شدة تيار متوسطة على الأقل 77A، ولكن هناك اعتبار آخر يتعلق بالتشغيل الموثوق لترانزستور القدرة وهو التبدد الحراري في الحالة الأسوأ.

تتضمن الحالة الأسوأ القيم العظمى لتوتر التغذية ولدرجة الحرارة ولشدة تيار المحرك. تستخدم درجة حرارة عظمى لنصف الناقل تساوي 150^0C على أنها درجة الحرارة القصوى في ترانزستورات القدرة. تحسب المعادلة التالية التبدد الحراري الأقصى المسموح به للاستخدام في بيئة درجة حرارتها85^0C :

$$P_{D(max)} = \frac{T_{J(max)} - T_{A(max)}}{R_{\theta JC} + R_{\theta CS} + R_{\theta SA}}$$

حيث إن TJ_{max}= درجة الحرارة القصوى المسموح بها لنصف الناقل (150^0C).

TA_{max}= درجة الحرارة المحيطية القصوى (85^0C)

RøJC= المقاومة الحرارية من القلب إلى الغلاف الخارجي للجهاز $1^0C/W$.

RøCS= المقاومة الحرارية للسطح البيني لحوض التبادل الحراري$0.1^0C/W$

RøSA = المقاومة الحرارية من حوض التبادل الحراري إلى المحيط الخارجي $2.7^0C/W$.

وباستخدام القيم العددية المذكورة نحصل على إجابة تساوي W 17.1، وهي أفضل بشكلٍ لا بأس به من استخدام مقاومة خافضة للتوتر، ولكن لإنجاز ذلك لا بد من وصل عدة ترانزستورات قدرة على التوازي، إضافة إلى أنه من الضروري وجود حوض تبادل حراري.

يمكن أن تصبح هذه التقنية شائعة بسبب التحسينات الكبيرة التي تقدمها في الفعالية بالمقارنة مع الطرق التقليدية وبسبب إمكانية زيادة القدرة على التحكم بسرعة المحرك ذي المغناطيس الدائم.

٨-٧ التطورات الحديثة في الأنظمة المساعدة
New Development in Auxiliary Systems

٨-٧-١ التحكم الإلكتروني بالماسحات: Electronic Wiper Control

ثبت أول نظام مسح عكوس ثنائي المحركات مضبوط الكترونياً على سيارة Volkswagen Phaeton طراز عام 2002. الميزتان الرئيسيتان لهذا النظام هما أن النظام ثنائي المحركات لا يستهلك مساحة كبيرة وأنه يؤدي أيضاً إلى وضوح ممتاز في الرؤية مهما كانت الظروف. تضم أنظمة الماسحات التقليدية ذراعي مسح متصلين بمحرك مفرد عبر وصلة مناسبة، أما في هذا النظام الجديد يتزامن عمل أذرع المسح إلكترونياً ولا يكون بينها أي رابط ميكانيكي. تعكس المحركات اتجاهها في نهاية منطقة المسح عبر التحكم الالكتروني، حيث إنها تتباطأ قبل عكس الحركة للتقليل من حمل الصدم، وهذا يقلل أيضاً من الضجيج المرافق لعكس الحركة ويزيد من عمر خدمة شفرات الماسحات.

الشكل (٨-٢١): مقارنة نظامي الماسحات أحادي وثنائي المحركات

يخفّض نظام الماسحات الإلكتروني من تأثير شدة صدم الرياح والأمطار على تردد عملية المسح وعلى المساحة التي تغطيها عملية المسح، وبهذه الطريقة يوفر النظام الإلكتروني دائماً الحقل الأعظمي للرؤية عند سرعة مسح ثابتة. عند إطفاء الماسحات تتوقف الشفرات والأذرع نهائياً وتصطف تحت الزجاج الأمامي. وهذا يحسن من الحركية

الهوائية ويقلل من خطر الإصابة خلال الاصطدام بالمشاة. يمكن صنع نظام المسح بحيث يعمل أوتوماتيكياً عبر الربط بحساس للمطر والضوء.

إن نظامي نقل الحركة لذراعي الماسحات قابلان للتعديل بحيث يتلاءمان مع المواصفات المميزة للمركبة بدون استخدام وصلة، وهذا يعني أن المصنّع يكسب المزيد من الميزات في التركيب، وهذا ينطبق بصورة خاصة على المركبات ذات أنظمة الحركة العكسية، حيث يكون النظام قابلاً للتعديل ليطابق المواصفات المحددة لبناء المركبة.

٨-٧-٢ التبريد الكهربائي للمحرك Electric Engine Cooling :

يعني استخدام محرك كهربائي في مكان المبرد أو المضخة المائية إمكانية التوفير في استهلاك الطاقة وإمكانية الضبط الالكتروني لعملية تبريد المحرك وتحسينها. تستخدم المضخة الموضحة هنا بالاتصال مع صمام إلكتروني ومروحة. يحل الصمام محل المنظم الحراري، وتوفر هذه التقنية الميزات التالية:

- التوفير في استهلاك الوقود (عبر التوفير في استهلاك الطاقة، إضافةً إلى زيادة كسب الكفاءة).
- التخفيض من الانبعاثات.
- التقليل من اهتراء المحرك.

الشكل (٨-٢٢): نظام الماسحات المضبوط إلكترونياً

الشكل (٨-٢٣): ماسحات ثنائية المحركات

.....

.....

.....

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل التاسع

السيارات الكهربائية والسيارات الهجينة

ELECTRIC & HYBRID VEHICLES

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

٩-١ الجر الكهربائي ELECTRIC TRACTION:

٩-١-١ مقدمة INTRODUCTION

ازداد التوجه نحو إنتاج سيارة غير تلك العاملة على الوقود الأحفوري بشكل كبير وخاصة في الآونة الأخيرة ،حيث توجهت التشريعات الحديثة نحو إنتاج السيارات عديمة الانبعاثات (ZEVs). لايزال تطور السيارة الكهربائية في حالة تغير مستمر ومع ذلك طرحت بعض كبرى الشركات المصنعة الآن سيارات كهربائية متاحة للبيع للجمهور العام.

إن التصاميم الأولى للسيارة الكهربائية يعود إلى أواخر القرن الماضي، ولكن لم يتم التوصل إلى نموذج ينافس السيارات ذات محركات الاحتراق الداخلي من حيث الشكل الانسيابي الأنيق والاستطاعة والمسافة المقطوعة إلا في الآونة الأخيرة، حيث أصبح من الضروري العمل على إنتاج هذا النوع من السيارات الصديقة للبيئة وكما أن التطور الكبير في التكنولوجيا ووسائل التصنيع المختلفة ساعد على هذا التطور، ونتيجة لوجود التنافس بين مختلف الشركات الكبرى (Tesla – Ford – BMW) وجدت اليوم سيارات كهربائية استطاعت التغلب على مواصفات وخصائص السيارات التقليدية، حيث تتمتع سيارة Tesla(SB85D) بتسارع كبير لتصل سرعتها إلى100km/h وبسرعة عظمى 400 km/h والمسافة المقطوعة لكل عملية شحن 250 km وتمتلك السيارة محركين أمامي وخلفي بمجموع استطاعة 691hp.

عموماً لنجاح تصميم السيارة الكهربائية، يجب أن تتحقق بعض المواصفات الأساسية الدنيا، تعتمد هذه المواصفات على متطلبات استخدام المركبة في مختلف أنظمة العمل، وأن قوة الجر المطلوبة يجب أن تتغلب على قوى المقاومة المختلفة (مقاومة التدحرج – مقاومة الرياح–مقاومة العطالة–مقاومة الميل الخ....) ويجب أن تمتلك السيارة التسارع الجيد والكفاءة والموثوقية العالية.

°تتمتع السيارة الكهربائية بالعديد من المميزات نذكر منها:

١. تعتمد على الطاقة الكهربائية التي تعد أقل تكلفة من الوقود النفطي.

٢. تعدّ الطاقة الكهربائية طاقة نظيفة 100% وصديقة للبيئة حيث الانبعاثات الغازية الملوثة (CO_2-CO-SO_x-NO_x) معدومة على خلاف الوقود البترولي.

٣. يصل مردود المحرك الكهربائي إلى 96% في حين يصل مردود محرك الاحتراق الداخلي بحدود 40-45% في أحسن الأحوال.

٤. إن تزايد انتشارها أدى إلى تزايد الاهتمام بعمليات تصنيعها مما أدى إلى استمرار انخفاض تكاليفها.

٥. تتمتع بدرجة أمان عالية حيث تخضع للمستوى نفسه من الاختبارات التي تجري على السيارات الأخرى مع إمكانية تزويد السيارة بأحدث وسائل الأمان من وسائد هوائية وقطع الكهرباء للحماية من الأخطار الخ...

٦. متطلبات الصيانة منخفضة جداً بسبب استخدام المحرك الكهربائي حيث اختفت الكثير من الأنظمة المرافقة لمحرك الاحتراق الداخلي وانخفض عدد القطع المتحركة التي تحتاج إلى التزييت والتشحيم.

٧. التلوث الصوتي الناتج عنها يكون في أدنى مستوياته حيث إن ضجيج الإطارات أعلى من ضجيج المحرك.

٨. إمكانية استخدام المحرك في عملية الكبح وإعادة القدرة للمدخرات.

٩. يتم استجرار التيار الكهربائي عند الحاجة إلى الحركة فحسب على خلاف محرك الاحتراق الداخلي الذي يتطلب صرفاً مستمراً للوقود لإبقاء المحرك في حالة عمل (عند توقف المركبة على إشارة ضوئية مثلاً).

بالمقابل هناك العديد من العوائق التي تواجه انتشار السيارة الكهربائية منها:

١. مانزال مراكز إعادة الشحن في مراحل التطور وبحاجة إلى انتشار أوسع لتامين الشحن في مختلف الأماكن.

٢. تحتاج السيارات التي تتمتع بخواص شد ذات قيم مرتفعة إلى استهلاك كهربائي كبير عند إعادة الشحن.

٣. المسافة التي يمكن أن تقطعها السيارة قبل الحاجة إلى إعادة الشحن تصل إلى 200Km وهناك تطور كبير لزيادة هذه المسافة.

٤. فترة إعادة الشحن بالكامل تصل إلى hr 8 في حين أن إعادة تعبئة خزان الوقود بالبنزين أو الديزل يحتاج إلى بضع دقائق.

٥. الحاجة إلى استبدال البطاريات كل (3-10) سنوات.

٦. وزن البطاريات يعادل 10 أضعاف وزن الوقود التقليدي عند الاستطاعة المطلوبة نفسها.

٧. الهدوء الكبير يمكن أن يؤدي إلى رفع معدل الحوادث (تزود أحياناً بعض السيارات الكهربائية بمكبرات صوتية تصدر صوت هدير المحرك التقليدي نفسه).

في عام 1990 أعلنت شركة جنرال موتورز أن سياراتها الكهربائية 'the 'Impact', يمكنها التسارع إلى سرعة Km/h 100 في غضون 8sec، وتبلغ سرعتها القصوى Km/h 160 ولديها مجال حتى 240Km لإعادة شحنها. من الممكن أن تكون تكاليف التشغيل حوالي ضعف تكاليف الوقود الأحفوري. كانت السيارة بتصميم جديد تماماً مع الحد من سحب الإطارات والفرملة التي هي بمنزلة مولدات (الكبح المتجدد)، وزوّدت السيارة بمصفوفة تزن Kg 397 من بطاريات الرصاص الحمضية المتقدمة واثنين من المحركات الكهربائية AC الصغيرة لدفع العجلات الأمامية. يلزم المدخرات شحن لحوالي 2hours ولكن يمكن خفضها إلى 1houre في حالات الطوارئ.

سنلقي في هذا الفصل نظرة على بعض من القضايا بمزيد من التفصيل، ولكن موضوع "السيارات الكهربائية" يمكن أن يكون أوسع بكثير مما سنتناوله وبالتالي يعدّ هذا الفصل مقدمة للتكنولوجيا التي من المؤكد ستصبح جزءاً رئيسياً من تجارة السيارات العامة.

٩-١-٢ مخطط محرك السيارة الكهربائية ومكوناتها الرئيسية والثانوية:

ELECTRIC DRIVE VEHICLE LAYOUT

من المكونات الرئيسية للسيارة الكهربائية نذكر:

- المحرك الكهربائي ذو التيار المستمر أو المتناوب ويقوم المحرك بتحويل الطاقة الكهربائية المختزنة في المدخرات إلى طاقة حركية.
- عدد من البطاريات لتامين التوتر العالي المطلوب مع نظام التحكم بالمحرك.
- علبة مسننات لنقل الحركة مع مجموعة تفاضلية في حال تركيب محرك وحيد.

- نظام الكبح.
- نظام توجيه السيارة.
- نظام التعليق.

أما المكونات الإضافية فهي:

- شاحن يركب ضمن السيارة للتحويل من التيار المتناوب للمصدر إلى تيار مستمر لشحن البطاريات.
- جهاز للتحويل من التوتر المستمر العالي للبطاريات الى 12V لاستخدامه لتغذية مختلف أجزاء السيارة (مصابيح – المضخات المختلفة الخ...).
- نظام تكييف حجرة السيارة إضافة إلى نظام تبريد المحرك الكهربائي.

الشكل(٩-١) مخطط مبسط للسيارة الكهربائية

١-محرك كهربائي ٢-علبة المسننات ٣- نظام التحكم الكهربائي ٤- أسلاك التوتر المرتفع ٥- المدخرات ٦- منظم توتر للمدخرة ٧- نظام تبريد المحرك ٨- نظام المكابح ٩- ضاغط هواء ١٠-نظام تسخين لتامين التدفئة لحجرة السيارة ١١-شاحن البطاريات ١٢- قابس الشحن ١٣- مصدر خارجي لتأمين الشحن

وكذلك يبين الشكل(٩-٢) التخطيط العام لسيارة كهربائية (EV) مع ملاحظة أن غالباً هناك حاجة لنظام 12/24V لمتطلبات الإضاءة الطبيعية وغيرها من النظم.

الشكل(٩-٢): التخطيط العام لسيارة كهربائية (EV)

٩-١-٣ بطاريات السيارات الكهربائية EV BATTERIES:

هناك العديد من الخيارات المتاحة عند تصميم السيارة الكهربائية، ولكن الاختيار الأكثر أهمية هو نوع البطاريات. يلخص الجدول (٩-١) العوامل المتعلقة بالمدخرات:

المدخرة	الرمز	الطاقة المخصصة W.h/kg	الكلفة النسبية kW/h	نطاق درجة حرارة التشغيل °C	دورة حياة بعمق تصريف 80% (DOD)
Lead-acid	Pb-Acid	27-33	1	0-60	450-600
Nickel-cadmium	NiCd	35-64	10	-20-60	2000-500
Nickel-metal-hydride	NiMH	50-51	8	-20-60	500
Nickel-iron	NiFe	51	8	-20-60	1000
Zinc-	ZnBr	56	5		500

bromine					
Nickel–zinc	NiZn	73–79	3.5	−20–60	600
Lithium–ion/polymer	Li–ion	90	–	−20–60	1200
Sodium–sulphur	NaS	79–81	6.5		1000
Silver–zinc	AgZn	1–139	15	300–380	100
Zinc air	Zn–Air	144–161	15	−20–40	150

الجدول (٩-١): العوامل المتعلقة بالمدخرات

الميزة الرئيسية حالياً لبطاريات الرصاص الحمضية هي قبولها من قبل مصنعي السيارات إلا أن من عيوبها انخفاض طاقتها النسبية. تعدّ بطارية الصوديوم والكبريت منافساً جيداً ولكن التكلفة أكبر بكثير ويجب أن تلائم التعامل مع ظروف التشغيل مثل ارتفاع درجات الحرارة. من الصحيح أن هناك تطورات كبيرة حالياً تتم فيما يتعلق ببطاريات الليثيوم، ومع ذلك، تجد أن معظم البطاريات المستخدمة هي الرصاص الحمضية أو النيكل.

٩-٢ محرك السيارات الكهربائية DRIVE MOTORS:

يتم استخدام المحركات ذات التيار المستمر أو المتناوب وهذا يعتمد على تصميم السيارة ونظام التحكم بشكل أساسي ، ويشكل المحرك الكهربائي إلى جانب بطاريات الجهد العالي القلب النابض للسيارة. توجد المحركات باستطاعات مختلفة ومجال واسع لسرعة الدوران وبعدة أبعاد لقطر المحور الدوار، ويجب أن يؤمن المحرك العزم الكافي للتغلب على مختلف المقاومات والتسارع الجيد عند الحاجة للاندفاع بسرعة معينة، لهذا يتم استخدام علبة مسننات ثابتة تكون نسبة النقل فيها بحدود 1:10 OR 1:8 لتتناسب مع خصائص المحرك الكهربائي أو علبة مسننات CVT .

تعطي محركات التيار المستمر استطاعة أعلى من محركات التيار المتناوب عند حجم ووزن المحرك نفسه وهذا عامل مهم في تصميم السيارة وخصوصاً عندما يكون الوزن عاملاً حاسماً، ويمكن الاستفادة من المحرك في الكبح وإعادة القدرة لوحدة القيادة الكهربائية والتي تعمل على شحن البطاريات، إضافة إلى أنه يوجد عدة أشكال لربط المحرك مع العجلات .

إذن هناك عدة خيارات لنوع محرك القيادة وطبعاً الاختيار الأساسي هو بين محركات التيار المتناوب AC ومحركات التيار المستمر DC. يوفّر محرك التيار المتناوب AC العديد من مزايا التحكم ولكن يتطلب تحويل التيار المستمر للبطارية إلى متناوب باستخدام محول. حصل محرك التيار المستمر 50 Kw على أعلى تصنيف وأصبح أكثر شيوعاً وخاصة للمركبات الصغيرة ولكن محركات التيار المتناوب من المرجح أن تصبح الأكثر شيوعاً.

٩-٢-١ محركات التيار المتناوب AC MOTORS :

تعمل جميع محركات التيار المتناوب بعامة على المبدأ نفسه حيث يوجد ثلاث ملفات وزّعت حول الجزء الثابت بشكل مغلق ويصنع حقلاً مغناطيسياً حول الدوار (rotor) ، ويمكن حساب سرعة الدوار (rotor) من العلاقة:

$$n = 60\frac{f}{p}$$

حيث:

n السرعة بـ $\frac{rev}{min}$

f التردد

p عدد أزواج القطب

٩-٢-٢ محركات التيار المستمر DC Motors :

يمتاز هذا النوع ببساطة التصميم وسهولة التحكم بمؤشراته وبخصائص عزم وسرعة جيدة . يعتمد المحرك في عمله على مبدأ العالم فاراداي الذي ينص على أنه:(عند مرور تيار كهربائي في ناقل يقع ضمن مجال مغناطيسي تتولّد قوة في الناقل تتناسب

مع شدة التيار ومع شدة الحقل المغناطيسي) يوضح الشكل (٩-٣) مبدأ العمل والاقسام الرئيسية للمحرك.

الشكل (٩-٣): مبدأ عمل محرك التيار المستمر

من الأقسام الرئيسية لمحرك التيار المستمر نذكر:

- القسم الدوار: الذي يحتوي على عدد من الأسلاك الناقلة والمعزولة بعضها عن بعض وتكون ملفوفة ضمن مجاري منفصلة عن بعض ومحفورة في القلب المعدني الشكل (٩-٤)، وتتصل نهايات كل الأسلاك بقطع نحاسية مثبته على القسم الأسفل من الدوار لتتلامس الشكل (٩-٥) مع الفرش الكربونية (الفحمات) التي تنقل التيار إلى الأسلاك.

الشكل (٩-٤): القلب الدوار للمحرك

الشكل (٩-٥): النهايات النحاسية للأسلاك

- ملفات التحريض: وهي عبارة عن عدد من الملفات النحاسية الملفوفة حول نواة معدنية تحيط بالعضو الدوار وتعمل على توليد حقل مغناطيسي تتقاطع خطوطه مع ملفات الدوار الشكل (٩-٦).

الشكل (٩-٦): الحقل المغناطيسي للمحرك

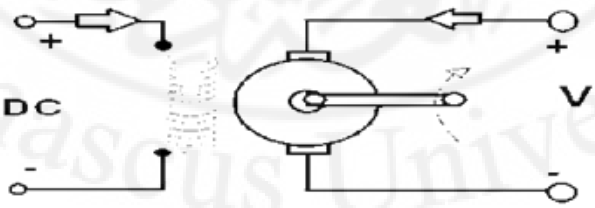
- الفرش الكربونية (الفحمات): تتوضع ضمن مجاري مثبتة على القسم الثابت للمحرك وتكون مضغوطة باتجاه الدوار بنوابض لتأمين الضغط المناسب

للتماس مع القطع النحاسية المثبتة عليه ، الشكل (٩-٧)، عند العمل لمدة طويلة يقل طول الفحمات بسبب الاهتراء الناتج من الاحتكاك مع الدوار لذا لابد من استبدالها، لهذا عند الاستطاعات الكبيرة وسرعات الدوران العالية لا يكون استخدام محرك التيار المستمر ذي الفرش أمراً مفيداً، وذلك بسبب الحاجة إلى تيارٍ عالٍ واحتكاك كبير بين الفحمات والدوار وبالتالي سيحتاج إلى الصيانة بشكل متكرر وبفترات قصيرة.

الشكل (٩-٧): الفرش الكربونية

٩-٢-٢-١ أنواع محركات التيار المستمر:

- محركات منفصلة التغذية: يتم تغذية ملفات التحريض من مصدر يختلف عن مصدر تغذية العضو الدوار وتستخدم في الآلات التي تعمل عند سرعات ثابتة كالمخارط والمقاشط الشكل (٩-٨).



الشكل (٩-٨): محرك التيار المستمر منفصل التغذية

- محركات ذاتية التغذية: يتم تغذية ملفات التحريض والعضو الدوار من المصدر نفسه وله نوعان: محركات التوالي، و محركات من النوع المركب

محركات التوالي:

يتم ربط ملفات التحريض المغناطيسي على التسلسل مع الملف الدائر وبالتالي يمر التيار نفسه في كل منهما، ويمتاز هذا النوع من المحرك بسبب طريقة الوصل هذه بالقدرة على تغيير سرعة دورانه وعزمه بشكل يتناسب مع التحميل، لأنه عند ازدياد التحميل يمر تيار أكبر في الدائر وملف التحريض وبالتالي تزداد شدة الفيض المغناطيسي وينتج عزماً أكبر للتغلب على ظروف العمل، وعند انخفاض التحميل على المحرك ينخفض التيار المار وتنخفض شدة الفيض المغناطيسي وبالتالي ينخفض العزم وتزداد سرعة المحرك . يتم حساب العزم وفق العلاقة:

$$T = 0.16 * \phi * I * P$$

حيث: $\emptyset$: شدة الفيض المغناطيسي

I : شدة التيار

Z : عدد الموصلات الكلي

P : عدد الأقطاب

تتغير سرعة هذا النوع من المحركات بتناسب عكسي مع التحميل، وعزمه بتناسب طردي ، ويعطي عزم إقلاع كبير جداً يصل إلى خمس أضعاف العزم الاسمي، لذلك يمنع إقلاع المحرك بدون تحميل ابتدائي الشكل (٩-٩).

الشكل (٩-٩) العزم الابتدائي لمحرك التوالي

إن هذه المواصفات التي يتميز بها هذا النوع من المحركات يجعل منه محركاً مناسباً للعمل كمحرك جر وبفعالية وقدرة كبيرة للتغلب على الأحمال المتغيرة باستمرار. يوضح الشكل (٩-١٠) خصائص المحرك.



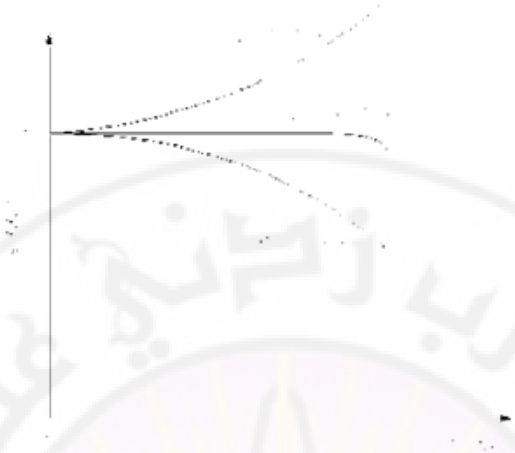
الشكل (٩-١٠) خصائص محرك التوالي

المحركات من النوع المركب:

في هذا النوع من المحركات يتم توصيل أحد ملفات التحريض بشكل متسلسل مع الدائر والملف الأخر للتحريض بشكل متفرع ،الشكل (٩-١١)، عندما يكون المجالان المغناطيسيان في الجهة نفسها يسمى محركاً مركباً من النوع التراكمي وفي هذا النوع تزداد قيمة المجال المغناطيسي مع ازدياد الحمل، وبالتالي يزداد العزم وتنخفض السرعة الشكل (٩-١٢a)، وعندما يكون المجالين مختلفين يسمى محرك مركب من النوع الفرقي، لأنه يكون الفرق بين المجالين متغيراً وفي هذا النوع تزداد السرعة عند زيادة التحميل الشكل (٩-١٢b)، ويسمى محركاً من النوع المستوي عندما يتم ضبط فرق المجالين بحيث يكون ثابتاً وبالتالي يحافظ المحرك على سرعة دوران ثابتة عند تغير الأحمال الخارجية على المحرك الشكل(٩-١٣).

الشكل (٩-١١): مخطط المحرك المركب

الشكل (٩-١٢): أشكال توصيل المحرك المركب



الشكل (٩-١٣): خصائص المحركات المركبة

***المحرك المتزامن ASYNCHRONOUS MOTOR:**

غالباً ما يستخدم المحرك المتزامن مع دوار قفص سنجاب مؤلف من عدد من الأزواج القطبية .يتكون الجزء الثابت (stator) عادة من ثلاث مراحل، ويمكن أن تكون ملفوفة بشكل نجمي أو على شكل دلتا . يبين الشكل (٩-١٤) أن تناوب المجال المغناطيسي في الجزء الثابت (stator) يدفع EMF في الدوار التي(لأنها دارة كاملة) تسبب تدفق التيار، مما يخلق حقلاً مغناطيسياً يتفاعل مع الحقل الأصلي الذي يسببه الجزء الثابت (stator)، ومن ثم يدور الدوار . يكون مقدار الانزلاق (الفرق في سرعة الدوار والحقل) تقريباً 5%عندما يكون المحرك في الحالة الأكثر كفاءة.



الشكل (٩-١٤): المحرك المتزامن

***المحرك المتزامن مع الإثارة الدائمة:**

ASYNCHRONOUS WITH PERMANENT EXCITATION

يكون لهذا المحرك ملف دوار يعرف باسم المحث، الذي يتمغنط من وحدة تحكم المجال DC عن طريق اثنين من حلقات الانزلاق الجاذبية، تؤثر على حقل الدوار المغناطيسي وتنتج عزماً ثابتاً .إذا كانت السرعة أقل من n ، يحدث تذبذب في عزم الدوران ويمكن أن يتدفق تيار عالٍ. يحتاج هذا المحرك إلى ترتيبات خاصة لبدء الدوران، ومع ذلك يعدّ مولداً مثالياً .يكون مولد السيارة العادية مشابهاً جداً له .يبين الشكل (٩-١٥) تمثيل عن محرك متزامن.



الشكل (٩-١٥): المحرك المتزامن

❖ **المحركات المتغيرة كهربائياً (المتحكم بها كهربائياً EC):**

EC MOTORS(ELECTRONICALLY CONTROLLED)

تعدّ محركات الـ EC بتأثيرها حلاً وسطاً بين محرك التيار المتناوب ومحرك التيار المستمر. يبين الشكل(٩-١٦) تمثيلاً لهذا النظام، حيث يتشابه من حيث المبدأ مع المحرك المتزامن ما عدا الدوار الذي يحتوي على المغناطيس الدائم ولا توجد حلقات انزلاق. يعرف هذا المحرك في بعض الأحيان بالمحرك القاسي. يعمل الدوار كجهاز استشعار، الذي يوفر التغذية الراجعة لإلكترونيات التحكم والطاقة. ينتج نظام التحكم هذا حقلاً دواراً، تردده يحدّد سرعة المحرك .عند استخدام هذا المحرك كمحرك قيادة صندوق التروس من الضروري ضمان الحفاظ على سرعة كافية للمحرك بسبب خصائص عزم دورانه الخاصة.



الشكل (٩-١٦):EC MOTORS

❖ **محرك الـ DC اللف المتسلسل:DC motor – series wound**

استخدم محرك الـ DC لسنوات عديدة في السيارات الكهربائية والعربات وشوكات رفع الشاحنات، حيث تتمتع محركات التيار المتناوب بخصائص معروفة جيداً كعزم الدوران

العالي على سرعات منخفضة .يبين الشكل (٩-١٧) كيفية التحكم باستخدام الثايرستور بمحرك التيار المتناوب DC وأيضاً توفير كبح متجدّد بسيط.



الشكل (٩-١٧): التحكم باستخدام الثايرستور بمحرك التيار المتناوب DC و توفير كبح متجدد بسيط

❖ **محرك DC المثار بشكل منفصل في ملف مجزئ التيار الكهربائي:**

DC motor – separately excited shunt wound

يمكن التحكم في الحقول إما بإضافة مقاومة أو باستخدام التحكم المروحي من أجل تغيير السرعة. من الممكن أن تواجهنا مشكلة تتعلق بعزم الدوران المبدئي، لكن مع وحدة تحكم مناسبة، يمكن التغلب عليها، ويعدّ هذا المحرك مناسباً أيضاً للكبح المتجدّد عن طريق زيادة قوة الحقل في الوقت المناسب.

بعض أنظمة السيارة الكهربائية فحسب تغير من قوة الحقل إلى القيادة العادية، ويمكن أن تظهر لنا مشكلة في السرعات البطيئة نظراً للتيار المرتفع.

يبين الجدول (٩-٢) مقارنة بين المحرك الكهربائي ومحرك الاحتراق الداخلي للسيارات السياحية.

الشكل(٩-١٨): مقارنة بين أنواع المحركات المختلفة.

		المحرك الكهربائي	محرك الاحتراق الداخلي
١	العزم	أعظمي منذ لحظة الإقلاع	يبلغ أقصاه عند n= (1700~2500) rpm
٢	سرعة الدوران	n= (10000~5000)rpm ω= (520~1050) 1/s	n=(4000-6000) rpm ω= (420~630) 1/s
٣	الاستطاعة	Ne= (160~10)kw	Ne= (60~150)kw
٤	علبة السرعة	ثابتة أو CVT	متعددة الأنواع
٥	المردود	η= (80~93)%	η= (40~45)%
٦	الموثوقية	عالية جداً	متوسطة
٧	التبريد	لا يحتاج للتبريد إلا عند الاستطاعات الكبيرة	تبريد دائم ومستمر

جدول (٩-٢) مقارنة بين المحرك الكهربائي ومحرك الاحتراق الداخلي للسيارات السياحية

٩-٢-٣ أماكن توضع المحرك ضمن السيارة:

- النوع الأول يتم ربط المحرك مباشرة بالعجلة ويوجد ثلاثة أوضاع مختلفة موضحة بالشكل (٩-١٩):



الشكل (٩-١٩): اتصال مباشر بين المحرك والعجلة

ميزاتها:

- لا حاجة لأعمدة نقل الحركة (عمود الكردان) أو محاور العجلات.
- لا حاجة لعلبة المسننات التفاضلية.
- إمكانية تطبيق الدفع الرباعي.
- اتصال مباشر بين محور المحرك ومحور العجلة.
- الضياعات الميكانيكية ضئيلة جداً.
- إمكانية تطبيق الفرملة باستخدام المحرك بكل سهولة.

مساوئها:

- كتلة السيارة تزداد بشكل ملحوظ.
- الحاجة إلى إعادة تصميم السيارة بشكل جذري للتعامل مع التوضع الجديد للمحركات.
- صعوبة القيادة الكهربائية وتحقيق التزامن المطلوب.

النوع الثاني يتم باستخدام محرك مركزي مع مجموعة تفاضلية الشكل (٩-٢٠):



الشكل (٩-٢٠): توضع مركزي للمحرك في السيارة

من مزايا التوضع المركزي:

- بساطة التصميم والقيادة.

- إمكانية تحقيق الدفع الرباعي بكل سهولة.
- إمكانية استخدام هذا النموذج في السيارات الهجينة.
- إمكانية تركيب المحرك الكهربائي في السيارات التقليدية بكل بساطة بعد إزالة محرق الاحتراق الداخلي.

من مساوئ التوضع المركزي:

- الحاجة إلى المجموعات التفاضلية.
- استخدام أعمدة نقل الحركة.

٩-٢-٤ ملخص السيارات الكهربائية:EV summary

إن مفهوم السيارة الكهربائية ليس جديداً، حيث كان استحداث تكنولوجيا المدخرة الأساسية في أواخر القرن التاسع عشر، وكثير من هذه السيارات صنعت قبل عام 1900 .على الرغم من أن بعض النماذج حققت سرعات عالية في ذلك الوقت، وكانت السيارة الكهربائية عموماً بطيئة ومكلفة بالعمل، كما كان مجالها محدوداً لاعتمادها على مرافق لإعادة شحن المدخرة ،وكثير من هذه المشاكل قد تم التغلب عليها .التكلفة لا تزال مشكلة، ولكن التكلفة قيمة نسبية عند النظر في النتائج المترتبة من جهة التلوث .

على الرغم من أوجه التقدم في تكنولوجيا المدخرات التي زادت نطاق السيارات الكهربائية، فإن الحد الأقصى للسرعة محدود، كما أن عدد الملحقات التي يمكن وضعها في السيارة أيضاً محدود .من ناحية أخرى من المتوقع أن تكون السيارة الكهربائية معتمدة أكثر من قرينتها العاملة بالوقود الأحفوري.

٩-٣ السيارات الهجينة:Hybrid vehicles

مقدمة:Introduction

في ظل السعي الدولي المتزايد للحفاظ على البيئة وتخفيض مستوى التلوث قدر الإمكان في كافة المجالات كان لابد لصناعة السيارات أن تواكب المتطلبات الحديثة والقوانين الجديدة للحفاظ على البيئة المحيطة بنا، فظهرت السيارات الهجينة كنقلة نوعية في هذا المجال، حيث يوجد اليوم العديد من التصاميم للسيارات الهجينة وكلها تهدف إلى خفض

حجم غازات العادم السامة و الملوثة حيث انخفض مستوى ثاني أوكسيد الكربون في غازات العادم بحدود (25%~90%) ، وتختلف هذه النسبة باختلاف نظام التهجين ، سنتعرف فيما بعد على ابرز التصاميم وحالات العمل المختلفة لكل منها.

إذن مفهوم السيارة المزوّدة بأكثر من منبع للقدرة بسيط جداً . تنتج محركات الاحتراق الداخلي (IC) انبعاثات خطرة وكفاءتها ليست عالية، وبالمقابل لا تنتج المحركات الكهربائية أي انبعاثات (عديمة الانبعاثات) ولكن مجالها محدود. الحل هو الجمع بين أفضل الجوانب والتقليل إلى أدنى حد من المساوئ، وهذا هو مبدأ نظام المحرك الهجين . هناك طريقة واحدة لاستخدام هذا النوع من المركبات هي استخدام محرك كهربائي في حركة المرور البطيئة داخل المدن، واستخدام محرك الاحتراق الداخلي (IC) على الطرق المفتوحة، وهذه هي الطريقة الأنسب للحد من التلوث في المدن .

تمتلك السيارة الهجينة الشكل (٩-٢١) محرك احتراق داخلي تقليدي إضافة إلى محرك/مولد كهربائي. تعتمد أنظمة عمل السيارة على عدة عوامل مثل مستوى شحن البطاريات أو تسارع السيارة أو درجة الكبح، ويكون الاعتماد الكلي في الشحن على محرك الاحتراق الداخلي ولا توجد إمكانية الشحن الخارجي، يتم نقل الحركة من كلا المحركين إلى العجلات عن طريق الفاصل الواصل وعلبة السرعة.

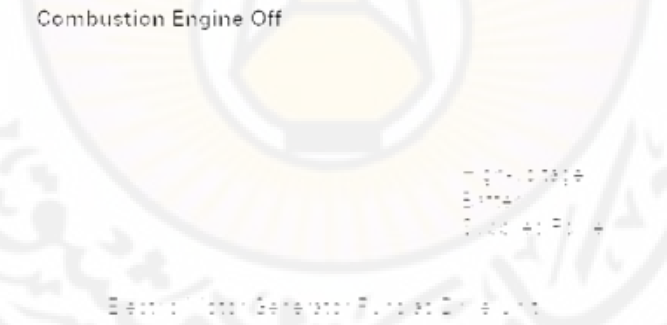
نبين فيما يلي معنى بعض المصطلحات والاختصارات المتعلقة بالسيارات الهجينة:

BEV - Battery Electric Vehicle
HEV - Hybrid Electric Vehicle; full hybrid vehicle
FCBEV - Fuel Cell Battery Electric Vehicle; battery-powered vehicle with fuel cell
PHEV - Plug-in Hybrid Electric Vehicle; vehicle with full hybrid drive and external charging facility
RXBEV - Range Extender Battery Electric Vehicle; battery-powered vehicle with additional generator drive to increase range

الشكل (٩-٢١): مخطط السيارة الهجينة (HEV)

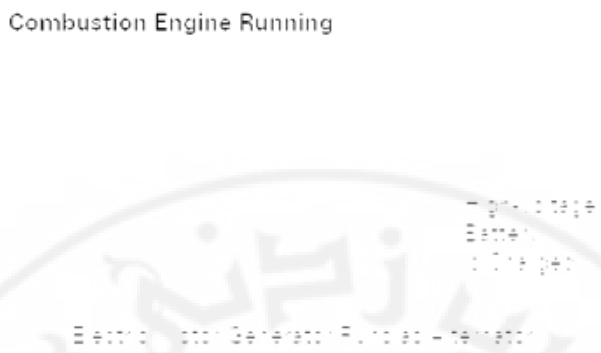
٩-٣-١ السيارة الهجينة HEV وأنظمة عمل محركاتها :من أنظمة عملها:

- الاعتماد بشكل كلي في حركة السيارة على المحرك الكهربائي مع توقف محرك الاحتراق الداخلي الشكل (٩-٢٢).



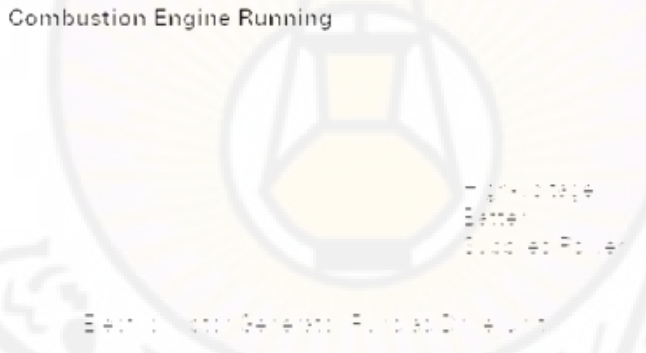
الشكل (٩-٢٢): حركة السيارة (HEV) بالاعتماد على المحرك الكهربائي فقط

- حركة السيارة تتم بالاعتماد على محرك الاحتراق الداخلي مع عمل المحرك الكهربائي كمولد يعمل على شحن البطاريات الشكل (٩-٢٣).



الشكل (٩-٢٣): حركة السيارة(HEV) بالاعتماد على محرك الاحتراق الداخلي فقط

- عمل المحرك الكهربائي مع محرك الاحتراق الداخلي لتحقيق حركة السيارة الشكل (٩-٢٤).



الشكل (٩-٢٤): عمل كلا محركي السيارة معاً

- كبح السيارة من خلال عمل المحرك الكهربائي كمولد يعمل على شحن البطاريات ويستمد دورانه من حركة العجلات الشكل (٩-٢٥).

Combustion Engine Off



الشكل (٩-٢٥): كبح السيارة (HEV) اعتماداً على المحرك الكهربائي

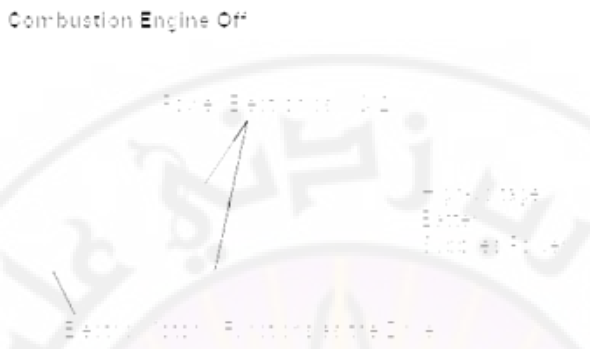
٩-٣-٢ السيارة الهجينة: (PHEV) Plug-in Hybrid Electric Vehicle)

بالمقارنة مع السيارة الهجينة (HEV) يمتلك هذا النموذج محركين كهربائيين ومحرك احتراق داخلي الشكل (٩-٢٦)، يكون أحد المحركين الكهربائيين مخصصاً للعمل كمولد فحسب في حين يعمل الأخر كمحرك\مولد، تتصل المحركات الثلاثة فيما بينها بواسطة فاصل واصل (clutch)، ويتم شحن البطاريات بواسطة المولد الداخلي للسيارة أو بواسطة مصدر جهد خارجي 230V.

الشكل (٩-٢٦): مخطط السيارة الهجينة (PHEV)

أنظمة عمل المحركات في السيارات الهجينة (PHEV):

- الاعتماد بشكل كلي في حركة السيارة على المحرك الكهربائي (1) مع توقف محرك الاحتراق الداخلي الشكل (٩-٢٧).



الشكل (٩-٢٧): قيادة السيارة (PHEV) بواسطة المحرك الكهربائي فحسب

- يعمل أحد المحركين الكهربائيين (2) كبادئ حركة فيساعد في إقلاع محرك الاحتراق الداخلي، وبعد إقلاعه يعمل كمولد كهربائي فيغذي البطاريات ذات التوتر العالي ويستمر المحرك الكهربائي (1) في توليد قوة الدفع اللازمة لحركة السيارة، يتم العمل على هذا النظام لفترات وجيزة الشكل (٩-٢٨).



الشكل (٩-٢٨): عمل المحركات الثلاثة معاً في السيارة (PHEV)

- عند انخفاض جهد البطاريات تصبح القيادة الكهربائية غير ممكنة، ويتم الانتقال للعمل بواسطة محرك الاحتراق الداخلي الذي يعمل على دفع السيارة وشحن البطاريات بواسطة المولد (2) أثناء الحركة الشكل (٩-٢٩).



الشكل (٩-٢٩): استخدام محرك الاحتراق الداخلي في حركة السيارة (PHEV)

- في حال العمل بواسطة محرك الاحتراق الداخلي وعند امتلاء البطاريات يتم استخدام فائض الاستطاعة في عمل المحرك الكهربائي (1) الشكل (٩-٣٠).



الشكل (٩-٣٠): عمل المحركين معاً في السيارة (PHEV)

- في حالة الكبح يمكن استخدام كلا المحركين الكهربائيين كمولّد لتغذية البطاريات الشكل (٩-٣١).



الشكل (٩-٣١): كبح السيارة (PHEV)

- وضعية الشحن الخارجي من مصدر جهد 230V الشكل (٩-٣٢).



الشكل (٩-٣٢): الشحن من مصدر خارجي

٩-٣-٣ السيارة الهجينة:

(Range Extender Battery Electric Vehicle)(RXBEV)

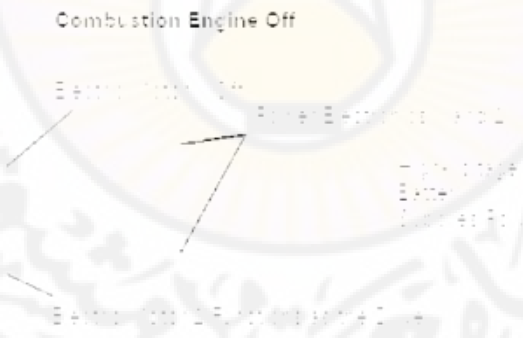
يمتلك هذا النوع من السيارات محرك احتراق داخلي إضافة إلى محركين كهربائيين، ولكن على خلاف الأنواع السابقة لا يوجد اتصال ميكانيكي بين محرك الاحتراق الداخلي ومحور العجلات القائدة، وبالتالي تقاد السيارة بواسطة المحرك الكهربائي (2) فحسب، وتنحصر وظيفة محرك الاحتراق الداخلي في تأمين الحركة اللازمة للمولد (1) لشحن

البطاريات، مما يزيد من المسافة المقطوعة بشكل ملحوظ، يتم شحن البطاريات بشكل أساسي من مصدر خارجي للجهد الشكل (٩-٣٣).

الشكل (٩-٣٣): مخطط السيارة (RXBEV)

***أنظمة عمل محركات السيارات الهجينة (RXBEV):**

- عند الشحن التام للبطاريات يتم قيادة السيارة بواسطة المحرك الكهربائي (2) فحسب ويكون المولد(1) ومحرك الاحتراق الداخلي متوقفين الشكل (٩-٣٤).



الشكل (٩-٣٤): قيادة السيارة (RXBEV) كهربائياً

- عندما تكون البطاريات فارغة يعمل محرك الاحتراق الداخلي ويدير المولد (1) ويتم شحن البطاريات ويستمر دفع السيارة بواسطة المحرك الكهربائي (2)، الشكل (٩-٣٥).



الشكل (٩-٣٥): عمل المحركات الثلاث معاً في السيارة (RXBEV)

- شحن البطارية يتم بواسطة مصدر خارجي للجهد 230V الشكل (٩-٣٦)، ويكون شحن البطاريات أيضاً بواسطة المولد(1) ومحرك الاحتراق الداخلي عند توقف السيارة الشكل (٩-٣٧).



الشكل (٩-٣٦): شحن السيارة (RXBEV) من مصدر خارجي



الشكل (٩-٣٧): شحن السيارة (RXBEV) بواسطة محرك الاحتراق الداخلي

٩-٣-٤ السيارة الهجينة: (Fuel Cell Battery Electric Vehicle)$_{(FCBEV)}$

وهو نموذج وتصميم مختلف عما سبق فلا يوجد محرك احتراق داخلي ولا يتم شحن البطاريات من مصدر جهد خارجي، وإنما يتم توليد الكهرباء وإعادة شحن البطاريات من الطاقة المنتجة من تفاعل الهيدروجين السائل مع الأوكسجين الجوي، وانتاج الماء بشكل مباشر. يتم تخزين الهيدروجين السائل في خزان مخصص يصل الضغط فيه إلى 700bar ، وبحسب الخصائص الفيزيائية للهيدروجين السائل تجد أن وزن 80Liter منه يكون 6.44Kg وتكون كثافة الطاقة مرتفعة جداً وتقدر ب 143MJ/Kg مقارنة بالديزل 46.2MJ/Kg الشكل (٩-٣٨).

الشكل (٩-٣٨): مخطط السيارة الهجينة(FCBEV)

*أنظمة عمل المحرك في السيارات الهجينة(FCBEV):

- السيارة مقادة بواسطة المحرك الكهربائي والبطاريات مشحونة ولا حاجة لعمل خلايا الطاقة الشكل (٩-٣٩).



الشكل (٩-٣٩): عمل المحرك الكهربائي في السيارة (FCBEV)

- انخفاض جهد البطارية وعمل خلايا الوقود لتأمين الشحن اللازم مع استمرار قيادة السيارة بواسطة المحرك الكهربائي الشكل (٩-٤٠).



الشكل (٩-٤٠): عمل خلايا الوقود

- كبح السيارة وعمل المحرك كمولد يعمل على شحن البطاريات مع توقف عمل خلايا الوقود الشكل (٩-٤١).



الشكل (٩-٤١): كبح السيارة (FCBEV)

٩-٣-٥ السيارة الكهربائية: (Battery Electric Vehicle)$_{(BEV)}$

تعدّ BEV عبارة عن سيارة مقادة كهربائياً بدون محرك احتراق داخلي، ويتم شحن البطاريات إما بالاستفادة من طاقة الكبح أو بواسطة مصدر خارجي للجهد، ويتم تزويد السيارة بنظام جهد منخفض 12V للتجهيزات التقليدية بجانب نظام الجهد العالي الضروري للمحرك الكهربائي، الشكل (٩-٤٢)، حيث يتم استخدام علبة سرعة ثابتة وعلبة تروس تفاضلية لنقل الحركة للعجلات، وبسبب عدم إنتاج الحرارة العالية كما في المحرك التقليدي يتم تركيب مسخنات حرارية لتدفئة السيارة شتاء، الشكل (٩-٤٣).

الشكل (٩-٤٢): عزل الجهد العالي عن الجهد المنخفض في السيارة (BEV)

الشكل (٩-٤٣): نظام التدفئة في السيارة الكهربائية (BEV)

* **أنظمة عمل السيارة الكهربائية(BEV):**

- يتم دفع السيارة بواسطة المحرك الكهربائي الذي يستمد طاقته من بطاريات الجهد العالي الشكل (٩-٤٤).



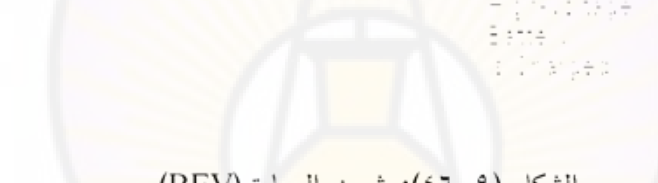
الشكل (٩-٤٤): قيادة السيارة (BEV) كهربائياً

- كبح السيارة وعمل المحرك كمولد لشحن البطاريات الشكل (٩-٤٥).



الشكل (٩-٤٥): كبح السيارة (BEV)

- شحن البطاريات باستخدام مصدر خارجي للجهد الشكل (٩-٤٦).



الشكل (٩-٤٦): شحن السيارة (BEV)

٩-٤ بعض أنواع المحركات الهجينة :Types of hybrid drives

يبين الشكل (٩-٤٧) كيف يمكن تطبيق مبدأ محرك هجين في عدد من الطرق حيث من الممكن أيضاً استخدام أنواع مختلفة من المحركات مثل البنزين أو الديزل أو حتى المحرك التوربيني الغازي. تكون عادة مراحل القيادة(الربط) على شكل متتالٍ أو متوازٍ . يعدّ الترتيب المتوازي أكثر شعبية لكونه أكثر مرونة من الترتيب المتسلسل، ومع ذلك، يسمح الترتيب المتتالي مع محرك الوقود الأحفوري بتشغيل المولد بسرعة ثابتة، وهذا يجعل استخدام محركات الاحتراق في حد ذاتها أكثر كفاءة، ولكن عملية تحويل الطاقة المزدوجة (الميكانيكية إلى الكهربائية إلى ميكانيكية) أقل كفاءة من قيادة مركبة نقل مباشر. الميزة الأخرى للاتصال المتتالي أن علبة التروس تصبح غير ضرورية.

الشكل(٩-٤٧): تطبيق مبدأ محرك هجين في عدد من الطرق

٩-٥ دراسات الحالة:Case studies

٩-٥-١ General Motors – EV-1(1999 version)

عملت شركة " General Motors " لصناعة السيارات على تطوير السيارات الكهربائية منذ الستينات، و في الآونة الأخيرة، خصصت ما يقرب من نصف بليون دولار أمريكي لسيارتها Impact وPreView الكهربائية وبرامجها الإنمائية، وكنتيجة مباشرة لهذه المبادرات، طرحت General Motors EV-1 السيارة الكهربائية بوصفها أول سيارة في العالم، وأصبحت الأولى في المبيعات (في الولايات المتحدة) في عام 1996.

كانت السيارة كوبيه لراكبين فقط وأنيقة واقتصادية، هيكل السيارة من الألمنيوم بسرعة قصوى (128km/hr) منظمة إلكترونياً على الرغم من أن النموذج الأولي لـ EV-1 يحمل فعلاً السجل العالمي في السرعة للسيارات الكهربائية حيث يمكنها أن تصل إلى سرعة (96 km/h) من الوقوف في أقل من 9sec. إن مفتاح نجاح EV-1 هو القوة المحركة الكهربائية لها المستندة على ثلاثة محركات متكاملة فيما بينها (103Kw) ، الأول عالي السرعة، والاثنان الآخران مجتمعان لتكوين علبة سرعة العجلات الأمامية القائدة. لا تتطلب المجموعة أي صيانة روتينية لما يزيد على(160000km) .

تستخدم مجموعة المدخرة 26-12V وليست بحاجة إلى الصيانة وهي بطاريات الرصاص الحمضية ، تعطي جهداً إجمالياً 312v وتسير إلى 112km بين كل عمليتي شحن في ظروف المدينة و 144km على الطرق الخارجية .تم تدريجياً دخول بطاريات

النيكل المعادن-هيدريد (NiMH) حيز الإنتاج خلال عام 1998،حيث تضاعف تقريباً مجالات EV 1 إلى 224km في المدينة و 252km على الطرق السريعة . يساعد نظام الكبح المتجدد المبتكر على توسيع هذا النطاق حيث يعمل باستمرار لتحويل الطاقة المستخدمة عند الفرملة مرة أخرى إلى كهرباء لإعادة شحن المدخرة بشكل جزئي .

يمكن أن يتم الشحن الكامل في الخارج بأمان في جميع الظروف الجوية ويأخذ 3-4hr باستخدام شاحن 220v قياسي أو 15hr باستعمال شاحن 110 V. بالمقارنة مع أنواع الوقود الأحفوري العادي، انخفاض تكلفة الكهرباء المحلية يعني أن تكاليف التشغيل منخفضة نسبياً.

تأتي الـ EV-1 مع عديد من الأنظمة الحديثة مثل نظام التحكم بالجر، ونظام تثبيت السرعة، والفرامل المانعة للإنزلاق، ووسائد هوائية مزدوجة، والنوافذ الكهربائية، وأقفال الأبواب والمرايا الخارجية، AM / FM/ CD / راديو وكاسيت ،ونظام مراقبة الإطارات والعديد من المميزات الأخرى...

٩-٥-٢ NISSAN Altra:

تعدّ سيارة الـ Altra منتجة لأسواق الولايات المتحدة، وهي أول إصدار لسيارات NISSAN الكهربائية للبيع خارج اليابان .يبين الشكل (٩-٤٨) Altra EV .

الشكل (٩-٤٨):Nissan Altra& General Motors – EV-1

من ميزات سيارة Altra ذات التبريد بالماء نذكر المغنطة الدائمة والمحرك الكهربائي المتزامن، وهي أول من استخدم سبائك neodymium-iron-boron ذات الكفاءة العالية .

يعدّ المحرك Hitachi واحداً من أقوى المحركات في العالم حيث يقدم 62kw و 159Nm بسرعة دوران قصوى 13000 rev/min. متوسط سرعة دوران المحرك 8000–9000 rev/ min ونسبة القوة إلى الوزن 1.6 kW/kg لمحرك39. kg.

صنعت حزمة البطاريات lithium–ion من 8 خلايا من قبل شركة Sony والخرج الاسمي 345 v ، كل واحدة تنتج 36v عندما تكون مشحونة بشكل كامل و 20v عندما تكون غير مشحونة. الوزن الإجمالي للبطارية هو 350 kg وكثافتها الطاقية 90 Wh/kg في مجال درجات الحرارة العادية .تم تقييم عمر بطارية بسرعة 1200 cyc (إلى انخفاض 5% بالكفاءة) .

يتم تركيب مجموعة المدخرة في علبة من الألمنيوم مزدوجة الجدران بين المحاور الأمامية والخلفية تحت أرضية مسطحة، مع نظام تهوية ومروحة .

تحتوي وحدة تحكم بالنواقل التي وضعتها شركة Nissan على توأمين من المعالجات التي تجمع البيانات المتعلقة بالقيادة، وهي تقوم أيضاً بالتحكم بمراحل تبريد المدخرة والاتصال بين التزويد بالتيار الكهربائي ووحدة التحكم بخلية ليثيوم أيون ويحدد استراتيجية شحن استناداً إلى البيانات التي جمعتها.

يتم شحن البطاريات بشاحن يستغرق 5hr ولمجال مسافة 193km، ولكن في الطرق المزدحمة لاتتجاوز 135km وهو أكثر واقعية.

تكون بطارية الرصاص الحمضية 12v قياسية، تُشحن عن طريق محول مبرد بالماء DC / DC.

تستهلك التدفئة والتهوية وتكييف الهواء 50% من الطاقة التقليدية في وضع نظام تكييف الهواء و 66% عند تسخين المقصورة.

يعمل نظام الكبح المتجدّد على مستويين:

- ❖ المرحلة الأولى: تحدث عندما يرفع السائق من درجة تحميل السيارة وذلك برفع قدمه عن دواسة الوقود ومن ثم ضغطها بالكامل من جديد .
- ❖ المرحلة الثانية :هي أكثر أهمية ويحدث عندما يطبق السائق فرملة معتدلة الجهد.

تزود السيارة بأكياس هواء أمامية قياسية، مصدّات أمامية وخلفية التأثير.

تكون لوحة أجهزة القياس رقمية مع مقياس لسرعة الدوران. عدد مصابيح التحذير سبعة تنبّه السائق عن 50 حالة يحتمل أن تكون خطرة تتعلق بنظم المدخرة أو أنظمة القيادة.

٩-٥-٣ شركة "NELCO " والمحرك الهجين:'Nelco' – hybrid drive

طورت شركة "NELCO" فكرة مثيرة للاهتمام في تكنولوجيا السيارات الكهربائية بمحرك هجين. يستند هذا النظام على حزمة محركات قيادة يمكن أن تستخدم كمحركات الاحتراق الداخلي للسيارات. رغم أن الأداء المفترض يعادل سيارة تقليدية ذات دفع أمامي بثلثي استهلاك الوقود وثلث الانبعاثات الضارة فحسب. يبين الشكل (٩-٤٩) مخطط هذا النظام.

الشكل (٩-٤٩): مخطط نظام"NELCO " والمحرك الهجين

من المأمول أن يكون للسيارة مجال يصل إلى 800 km وتصل سرعتها القصوى إلى 160km/hr.المكونات الرئيسية المستخدمة هي بطارية الرصاص الحمضية،محرك DC مستمر (قليل الحساسية) دائم المغنطة ومحركNorton دوار (Rotary).

تستخدم المدخرة الخاصة ألواح الرصاص المطلي بالقصدير، الذي تم تطويره لمصانع الطائرات مما يسمح بدورة عميقة وحياة أطول كما أن الضغوط الداخلية عالية مما يمنع

فقدان المادة الفعالة أثناء عملية التفريغ البطيء. وأظهرت الاختبارات أن 18 بطارية مصنفة بـ 30 Ah ، 12V ، يمكنها تقديم 50 kW لمدة 5min.

طورت شركة (Hawker Siddeley) مجموعة من الخلايا المسطحة التي يمكن وضعها تحت مقصورة الركاب في السيارة. أبعاد المجموعة ($120X120X4cm^3$) ، واستطاعتها 7.5 kWh . تتحمل المدخرة 1100 دورة شحن بتصريف عميق حتى 80% و 11000 دورة شحن بتصريف عميق حتى 20% . يتوقع من ذلك زيادة عمر السيارة. سبب هذا العمر الطويل هو نظام الإدارة الحرارية للبطارية الذي يبقي بطارية الرصاص الحمضية عند درجة حرارة ثابتة $30 - 40C^0$ وهي أكثر درجة حرارة مناسبة للعمليات.

حقق محرك Norton الدوار شهرة بفوزه بجوائز مهمة في سباقات الدراجات النارية العالمية، حيث يتمتع هذا المحرك بإحماء سريع وعزم إقلاع 8N.m فحسب. يستخدم المحرك محولين حفازين الكترونيين مسبقا التسخين. يعطي المحرك خرجاً ثابتاً مع المحرك الكهربائي مضيفاً الطاقة للأحمال المؤقتة.

يبين الشكل(٩-٥٠) قطاعاً من محرك DC مستمر بتأثر قليل (قليل الحساسية) دائم المغنطة. المحرك الفعلي المستخدم يزن 45Kg ويتم تبريده بالسائل، ويستخدم الزيت كمبرد لمنع التجمد .

الشكل (٩-٥٠) : محرك DC مستمر بتأثر قليل دائم المغنطة

يتم تحويل امدادات التيار الكهربائي للمحرك DC من 216v من البطاريات لـ 300v بنمط مستقر. يتم تزويد المحرك بقدرة ثلاثية الأطوار إما على موجات أو شبه منحرف مربع، وفاز يمكن تغييره للتحكم بالكبح أو التسارع. يوفر موقع المسرع مدخلاً إلى وحدة التحكم و تأثير Hall في موقع حساس المحرك الروتري يوفر إشارة التغذية الراجعة.

تزن وحدة الطاقة الكلية حوالي 100Kg مقارنة بـ 200Kg للأنظمة التقليدية.

٩-٥-٤ بطارية كبريت الصوديوم للمركبات الكهربائية:

A sodium-sulphur battery EV system

يعتمد التصميم والتوصيلات الداخلية لمكونات المركبات الكهربائية على نوعية المدخرة والمحرك الكهربائي. يبين الشكل (٩-٥١) نظاماً يستخدم بطاريات كبريت الصوديوم.

الشكل (٩-٥١): نظام يستخدم بطاريات كبريت الصوديوم

إن تغيير تيار الحقل و/أو تيار الهيكل يغير من سرعة وعزم هذا النوع من المحركات، ويبين الشكل (٩-٥٢) مخططات التحكم المستخدمة لهذا النوع من أنظمة القيادة. تبدأ المركبة بالتسارع من الصفر وفي المراحل المبكرة من التسارع فإن تيار الحقل يبقى ثابتاً وتيار الهيكل يُحدد ليطابق المتطلبات.

مع ازدياد السرعة يتناقص تيار الحقل مما يُضعف من الحقل الرئيسي ليعطي حقلاً مغناطيسياً من الهيكل. لمثل هذا المحرك من المفضل تبريده بواسطة الهواء علماً أنه

يوجد بعض الأنظمة التي تستخدم التبريد بواسطة السائل. هناك نظم كبح مولدة مختلفة تستخدم لزيادة فعالية هذا النظام، مما يسمح للبطاريات بإعادة الشحن خلال عملية الكبح.

الشكل (٩-٥٢): مخططات التحكم المستخدمة لهذا النوع من أنظمة القيادة

يتم عادة وصل البطاريات بشكل تسلسلي لزيادة جهدها الكهربائي (الفولت)،ويكون تصميم المحرك للجهد العالي أسهل بسبب انخفاض التيار المطلوب للحصول على القوة المنقولة نفسها. هناك نظام إدارة خاص بالمدخرة للتحكم بشحنها بواسطة صمام خاص، وهناك مجموعة من العمليات للإشارة إلى الحالات غير الطبيعية و لمعرفة مدة عمل المركبة المتبقية.

هناك مايدعى بمنظم القيادة باستخدام تكنولوجيا الترانزستور، حيث يتم التحكم بالترانزستورات بواسطة معالج لديه مخططاته التي يعمل عليها، ويتلقى المنظم إشارات الدخل من دواسات الكبح أو التسارع بواسطة مقياس جهد بسيط.

وهناك حقول أخرى للتحكم بما تبقى من نظام المركبة الكهربائية باستخدام بطاريات رصاصية (12v) التي يمكن شحنها عند اللزوم من بطاريات القيادة بواسطة محولات (DC/DC).

٩-٥-٥ توربين الغاز الهجين:Gas turbine hybrid

محرك الغاز التوربيني مرغوب جداً في مجال صناعة السيارات وخاصة أنه يتوافق مع الضغوط البيئية للتخفيض من الانبعاثات واستهلاك الوقود. من مميزته :

- مردود حراري جيد.
- احتراق نظيف.
- نسبة القوة إلى الوزن مرتفعة.
- يتقبل أنواع مختلفة من الوقود.
- سلاسة عند العمل.

هذه الميزات تجعله ناجحاً مقارنة بالمحركات الترددية. مازالت المركبات التوربينية في بداياتها، على الرغم من إنجازاتها التقنية منذ تصنيع أول سيارة توربينية (the rover jet I)، والتحدي التقني هنا والمطروح من قبل المركبات التوربينية يبقى معتمداً بسبب الاحتراق الأفضل والخواص الميكانيكية والأيروديناميكية والتقنيات الكهربائية.

و هناك عامل آخر تمت إضافته وقد تم شرحه سابقاً وهو النظام الكهربائي المهجّن الذي يناسبه المحرك التوربيني بشكل كبير. يتمتع محرك التوربين الغازي بميزات عدة حيث إنه محكم وخفيف الوزن، وهذا ما يمنحه المرونة في نقل القدرة ويخفض من وزن المركبة مما يؤدي إلى أداء واقتصادية أفضل.

يخفّض التصميم الحديث لحجرة الاحتراق من انبعاثات المحرك الضارة والملوثة، وحتى عند حرق الديزل يمكن الحصول على ذلك بدون وجود المحولات.

بالمقارنة مع محرك ترددي مشابه تجد أن هذه التوربينات سلسة وشبه صامتة عند العمل وتستطيع العمل على أنواع مختلفة من الوقود الهيدروكربوني، وهذه البساطة الميكانيكية تزيد من الفاعلية والفائدة.

عند الدمج بين ميزات التوربين والتقدم الحاصل في النظم الكهربائية الهجينة سنتوصل إلى تركيبة مثيرة تقدم قدرة هائلة لمستقبل تكنولوجيا التهجين.

٩-٥-٦ الشحن الحثي:Inductive Charging

تستخدم سيارة Nissan Altra كما تم وصفها سابقاً الشحن الحثي، حيث يوجد ذراع (paddle) موصول إلى مصدر طاقة خارجي يتم وصله في مدخل (socket) داخل

السيارة وكذلك يتم استبعاد أي خطر قد ينتج عن صدمة كهربائية أو عن احتمالية زيادة درجة الحرارة بسبب الوصلات الرديئة.

تعدّ القيادة ضمن نظام الشحن المسبق أو الحثي تطويراً متاحاً قد يتم الاستفادة منه في تقدم المركبات الكهربائية. يوضح الشكل (٩-٥٣) مبدأ العمل حيث يوجد ملف يمثل الملف الثانوي لمحول متوضع في السيارة بمكان مناسب والملف الأولي يتم وضعه على نواة متحركة حيث يتم بشكل أوتوماتيكي عند إيقاف السيارة رفع الملف الأولي ليشكل حقلاً مغناطيسياً مع الملف الثانوي.

الشكل (٩-٥٣): مبدأ عمل نظام الشحن المسبق أو الحثي

٩-٥-٧ نظام زوكسي (ZOXY) للبطاريات:

ZOXY battery system – 'chemTEK'

بطارية الزوكسي (زنك-هواء) ليست بطارية بالمعنى التقليدي، حيث يكون قلب هذه المدخرة (P280) عبارة عن وحدة مرنة وسهلة الاستخدام. أبعاد المدخرة (220mmx135mmx39mm) وتزن (2kg) وطاقتها تصل إلى (150Wh/kg) وتعادل 5 مرات من طاقة المدخرة الرصاصية الحمضية. تحتفظ بطارية الزوكسي بطاقتها لفترة طويلة، حيث إن تفريغها أقل من 1% وإذا تم قطع الهواء فإن التفريغ الذاتي ينخفض إلى ما دون 1% و تمتاز أيضاً بمجال حراري واسع للعمل (-20^0C to 40^0C).

على الرغم من مستويات الإنتاج المنخفضة لهذه البطاريات تجد أن قيمتها مساوية لقيمة المدخرة الرصاصية الحمضية بالنسبة لوحدة الطاقة الواحدة ،وضمن الموازين الاقتصادية تجد أن قيمة بطارية الزوكسي ستنخفض بشكل كبير أمام المدخرة الرصاصية الحمضية.

بما أن بطارية الزوكسي تشكل مخزناً كبيراً للطاقة، تجد هناك دافعاً إضافياً (booster) يمكن استخدامه للمركبات عالية التسارع لضمان الأداء الأمثل. تؤمن المدخرة الإضافية الطاقة الضرورية للتسارع المطلوب للمركبة ،حيث إن القيادة بسرعات عالية تتطلب القدرة على مواكبة حركة السير العام بسرعة، ومن ناحية أخرى تتطلب القيادة داخل المدينة سرعات وتسارعات أقل، لهذا يمكننا القول إن هذا النظام الذي يستخدم بطاريتين هو طريقة ممتازة لتأمين الاحتياجات الضرورية، ونشير إلى أن هناك منظماً إلكترونياً يتحكم باستخدام البطاريتين من دون إعلام السائق بما يحصل.

*ميزات المدخرة (P280) :

- تعمل لوقت طويل.
- حجمها منخفض.
- وزنها منخفض (1.25/2.00kg dry/filled).
- منحني تفريغ ثابت، تفريغ ذاتي منخفض.
- حساسية منخفضة لتغير درجات الحرارة (-20^0C to 40^0C).
- صديقة للبيئة.
- فرق الكمون الاسمي (1.1 V).
- التيار الاسمي (0-30 A) و نقطة الذروة (40 A).
- طاقتها عند تيار بين (10/20 A) تصل إلى (300/250 Wh.).

٩-٥-٨ دراسة لحالة هجينة (شركة FORD):

Hybrid case study – Ford

عندما يتم صنع سيارة (Ford Escape Hybrid) الهجينة ستكون واحدة من أفضل السيارات في الأسواق. حيث ستصرف بحدود غالون واحد من الوقود لمسافة (35-40 mile) (أقل من 6ltr/100km) داخل المدينة، وستحقق القانون السادس للانبعاثات في أوروبا وستحصل على شهادة في الانبعاثات القليلة في كاليفورنيا.

على هذا النظام الهجين تأمين التسارع والفعالية نفسها للنسخة العاملة على البنزين ذات الستة أسطوانات وباستطاعة 200hp. عموماً يعادل معدل استهلاك الوقود ضعف

مثيلتها من السيارات العاملة على البنزين ذات الستة أسطوانات، وتغطي هذه السيارة ما يمكن عدّه ضياعاً للطاقة حيث إنها تستفيد من إعادة توليد الطاقة بواسطة الكبح، ويمكنها العمل إما على محركها البنزيني ذي الأسطوانات الأربع أو على محركها الكهربائي تبعاً للفعالية التي يمكن أن يقدمها كل منهما من حيث مصروف الوقود.

تعتمد المركبات الهجينة على تركيبة من بطاريات التخزين الكهربائي وعلى محرك الاحتراق الداخلي لتقديم الفعالية المحسنة. تعطي البطاريات الطاقة لمحرك جر كهربائي، في حين يعمل محرك البنزين بحسب الضرورة لشحن هذه البطاريات أو لإعطاء قوة إضافية لتأمين التسارع المطلوب.

يعمل المولد على فصل محرك الاحتراق الداخلي عندما تكون السيارة على منحدر أو عندما تقف، وذلك توفيراً للوقود، وعند ضرورة وجود طاقة إضافية (مثلاً عند التسارع من حالة الوقوف) يقوم المولد المتوضع بين محرك الاحتراق الداخلي وجهاز نقل الحركة بإقلاع المحرك خلال 0.2sec. تفوّقت هذه السيارة على غيرها لكونها قادرة على المسير (500 mile or 800 km) بخزان وقود واحد.

تعدّ سيارة الفورد (Ford Focus 2003) محققة لمقياس الانبعاثات في كاليفورنيا من دون أي انخفاض في الأداء، ومزوّدة بمحرك سعته (litr 2.3) رباعي الأسطوانات يولد (148 hp or 110 KW) وعزمه (206 Nm).

أما سيارة (Ford FCV) فهي أول سيارة مهجنة تعمل على خلايا الوقود، تجمع بين أداء تقنية التهجين مع محاسن خلية الوقود.

الشكل(٩-٥٤):سيارة Ford Escape Hybrid



الشكل(٩-٥٥): سيارة Ford FCV

ملاحظة: محرك أتكينسون هو محرك ترددي تقليدي ولكن باختلاف وصل المكبس بالعمود المرفق، حيث إن ترتيب الحلقات في المرفق يسمح بالقيام بالأشواط الأربع للمكبس ولكن ذلك بدورة واحدة لعمود المرفق، كما تسمح للأشواط بأن تكون بأطوال مختلفة، حيث إن أشواط السحب والطرد تكون أطول من أشواط الضغط و العمل.

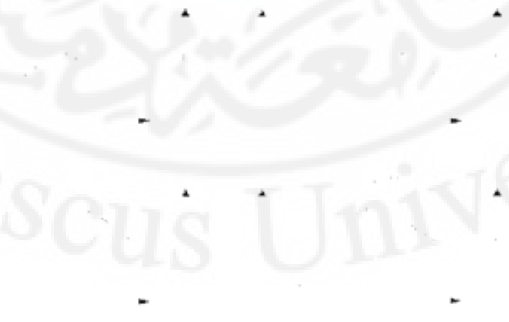
٩-٦ التكنولوجيا المتقدمة للمركبات الكهربائية:

Advanced electric vehicle technology

٩-٦-١ خصائص العزم والقوة للمولد:

Motor torque and power characteristics

تبين المنحنيات خصائص العزم والقوة كتوابع لسرعة الدوران لأربعة أنواع من المحركات بينها الشكل (٩-٥٦).



الشكل (٩-٥٦): منحنيات العزم والاستطاعة كتوابع لسرعة الدوران

٩-٦-٢ تقنيات متقدمة – نمذجة رياضية:

Optimization techniques –mathematical modelling

من الممكن إجراء نمذجة رياضية لتأثير عدد من البارامترات التصميمة المعبرة عن أداء الـ(EV) التي يمكن نمذجتها رياضياً.

الشكل (٩-٥٧): نمذجة رياضية

- القوة الأيروديناميكية:

$$F_a = \frac{\rho . C_d . A_f}{2} (V_v \mp V_{wind})^2$$

- قوة مقاومة التدحرج:

$$F_r = \mu_r . m . g . \cos(\theta)$$

- قوة مقاومة الميل:

$$F_c = m . g . sin(\theta)$$

و بذلك تكون قوة المقاومة الكلية:

$$F_{resistive} = F_a + F_r + F_c$$

- القوة المطبقة على العجلات:

$$F_{dw} = F_{motor} \eta_e \eta_m$$

حيث:

F_a قوة مقاومة الهواء

ρ كثافة الهواء

C_d	عامل مقاومة الهواء
A_f	مساحة جبهة السيارة
V_v	سرعة السيارة
V_{wind}	سرعة الرياح
F_r	قوة مقاومة التدحرج
μ_r	معامل احتكاك الطريق
μ_{const}	معامل تدحرج العجلة
F_c	قوة مقاومة الميل
m	كتلة المركبة
g	تسارع الجاذبية الأرضية
θ	زاوية ميلان الطريق
$F_{resistive}$	قوة المقاومة الكلية
F_{dw}	القوة المطبقة على العجلات
η_e	مردود المولد الكهربائي
η_m	مردود علبة السرعة الميكانيكية
a	انزياح مركز عجلة السيارة
μ_a	معامل التصاق الطريق
W	وزن السيارة
L	طول قاعدة العجلات
h_{cg}	ارتفاع مركز ثقل السيارة
J_{eff}	مقاومة عطالة السيارة
M_B	كتلة المدخرة
Y	كثافة القوة للمدخرة
X_i	العلاقة بين الطاقة كتابع للقوة

فيكون بذلك الجهد المبذول:

$$F_{traction} = F_{air} - F_{roll}$$

و أعظم جهد يمكن الوصول إليه هو:

$$F_{max} = \frac{\mu \cdot m \cdot g \cdot b}{L - \mu \cdot h_g}$$

والكتلة المؤثرة للسيارة:

ويمكن الآن توضيح زمن التسارع:

$$t = \int \frac{dv}{F_{traction}}$$

القوة المطلوبة لإبقاء السيارة على سرعة ثابتة:

كثافة القوة للبطاريات:

و العلاقة بين كثافة الطاقة كتابع للقوة ممكن حسابها:

ومدى عمل المدخرة عندما تكون مشحونة بالكامل:

وهناك حسابات أخرى ممكنة تسمح بالنمذجة وهذا الموضوع إذا أدرك جيداً من الممكن أن يوفر الكثير من الوقت والمال من خلال التحسين والتطوير.

٩-٧ تحسينات(تطورات) جديدة في المركبات الكهربائية:
New developments in electric vehicles

٩-٧-١ محركات في عجلات: Motors in wheel – GM

طوّر مهندسو شركة (GM) تقنية تدعى محركات في عجلات حيث يمكن بهذا التطوير أن يزيد من تقبل المستهلك للتقنية المتقدمة للمركبات. إن وجود محركين كهربائيين محوريين في الخلف لسيارة رباعية الأسطوانات ذات دفع أمامي يزيد من العزم عند الانطلاق بنسبة 60% ويتشكّل هذا العزم أيضاً بشكل لحظي، مما يعني أن المحرك رباعي الأسطوانات من الممكن أن يعمل كمحرك سداسي الأسطوانات، وكل محرك يعطي طاقة (25KW) ووزنه (15kg) فقط.

تنقل المركبات التقليدية الطاقة من المحرك إلى القابض إلى علبة السرعة إلى أعمدة نقل الحركة ثمّ إلى العجلات. تضيع أكثر من 10% من الطاقة المتولدة من المحرك ضمن آلية نقل الحركة. تستخدم أنظمة الـ(GM) المركبات الكهربائية المهجنة لتوليد الطاقة الكهربائية، التي تصل مباشرة إلى المحرك، مما يخفّض من ضياعات الطاقة. يولد محرك العجلات العزم الموجود مباشرةً في حين تحتاج المحركات التقليدية تحتاج إلى وقت لتصل إلى السرعة المطلوبة.

تتمتع محركات العجلات بتحكم أكبر للانزلاق، وبتوجيه وأداء أفضل وقابلية للتحكم بكل عجلة على حدة، مع تجاوب أفضل من أنظمة تحكم الجهد.

٩-٧-٢ بنية الهيدروجين: Hydrogen infrastructure

يعدّ وقود الهيدروجين أحد أنواع الوقود المستقبلية الواعدة وذلك بسبب انبعاثاته المعدومة، وخاصة عند استخدامه في خلايا الوقود. وصل عدد مركبات خلايا الوقود المستخدمة عام 2003 إلى مليون سيارة، وسيتم استعمال المركبات بشكل خاص في أميركا و كندا وأوروبا.

لتوسيع سوق هذه المركبات هناك حاجة إلى الدعم من قبل الحكومات، وبناء الوعي اللازم، وهناك تخمين بأن كاليفورنيا التي تعدّ من الولايات التي تحترم الهواء النظيف ستحتاج بحلول عام 2015 إلى 1900 مركز تزويد بالهيدروجين.

من الصعب التوقع بسرعة دخول مركبات خلايا الوقود إلى السوق، إن لم يكن هناك مكان قريب للتزود بالوقود فإن المستهلكين لن ينصاعوا للتغيير.

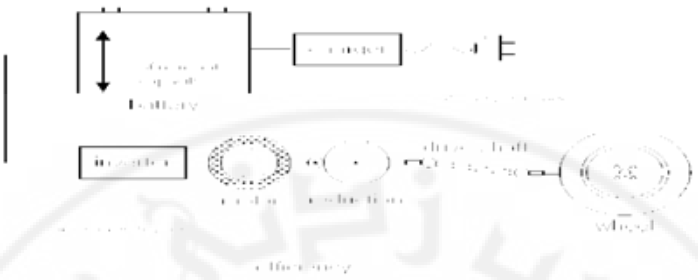
٩-٨ : مدخرات الجهد العالي:

مقدمة:

تعدّ البطارية مصدر الطاقة الأساسي والوحيد للسيارة الكهربائية، ويجب ان تؤمن البطاريات التوتر المطلوب والقدرة على تقديم تيارٍ عالٍ ولمدة طويلة للمحرك، حيث ترتبط المسافة المقطوعة للسيارة بسعة البطاريات التي تقدر بالأمبير – ساعي وبدرجة التكنولوجيا المستخدمة في تصنيع البطاريات، حيث يعتبر مردود عملية شحن البطارية وتفريغها عالياً نسبياً حيث يصل إلى حدود (80%~90%).

٩-٨-١ المتطلبات الأساسية التي يجب توافرها في البطاريات:

يجب أن تكون البطاريات المستخدمة في السيارات الكهربائية قادرة على تقديم (50~60) كيلو واط ساعي عند التسارع، وتقديم (10~20) كيلو واط ساعي بشكل مستمر أثناء الحركة، ويتم ربط البطاريات على التسلسل للحصول على توتر عالٍ (144~360V)، يبين الشكل (٩-٥٨) مخطط الشحن ومردود كل من عملية الشحن وعملية تحويل الاستطاعة الكهربائية إلى ميكانيكية.



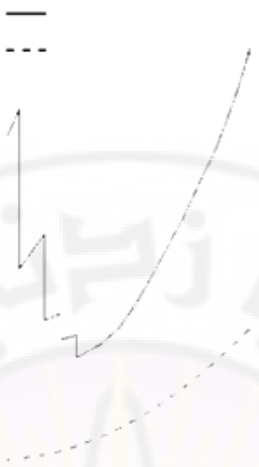
الشكل (٩-٥٨): مردود كل من عملية الشحن والتفريغ

٩-٨-٢ مقارنة البطاريات بالوقود بوصفها مصدراً للطاقة:

أن كفاءة تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية عالية جداً بالمقارنة مع عملية تحويل الطاقة الكيمائية المختزنة بالوقود إلى طاقة ميكانيكية كما في الشكل(٩-٥٩)، كما يوضح الشكل (٩-٦٠) الاستطاعة المصروفة عند استخدام محرك ديزل أو محرك كهربائي عند تطبيق قوة الجر نفسها على العجلات عند ظروف مثالية (طريق مستقيم – لا يوجد تسارع – ضغط العجلات نظامي الخ....).



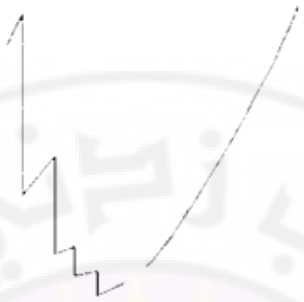
الشكل (٩-٥٩): كفاءة نقل الحركة للعجلات



الشكل (٩-٦٠): مقارنة الاستطاعة المصروفة

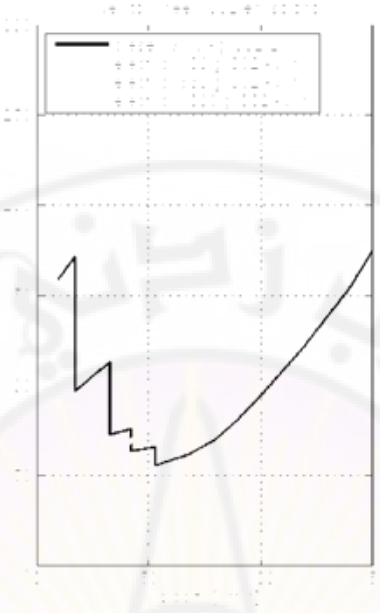
في حين يوضح الشكل (٩-٦١) تكلفة الكيلو واط ساعي، وبحسب المخططات الثلاثة نلاحظ أن السيارة الكهربائية أكثر كفاءة وتتفوق على السيارة التقليدية بشكل كبير جداً وخصوصاً عند السرعات المنخفضة وبالتالي تكون مناسبة للعمل ضمن المدن وبتكلفة طاقة منخفضة وعند السرعات العالية التي تتجاوز (65km/h) تكون التكلفة متقاربة بشكل كبير.

Damascus University



الشكل (٩-٦١): تكلفة اجتياز 100 km عند مختلف السرعات

يجب التنويه إلى عدم إمكانية عدّ الطاقة الكهربائية طاقة نظيفة 100% وذلك بحسب طريق الحصول على الكهرباء، عند استخدام الفحم الحجري للحصول على الكهرباء يتم إصدار (800~1000 gr CO_2/kwh)،وعند استخدام الغاز الطبيعي يتم إصدار (400~500 gr CO_2/kwh) ،وينخفض التلوث إلى (100 gr CO2/kwh) عند استخدام الطاقة النووية للحصول على الكهرباء،وفي السيارات العاملة على الديزل يكون التلوث بحدود (3160 gr CO_2/L) وفي السيارات العاملة على البنزين بحدود (2780 gr CO_2/L) الشكل (٩-٦٢).



الشكل (٩-٦٢): التلوث الناتج عن مصادر الطاقة

٩-٨-٣ أنواع البطاريات:

يوجد أنواع مختلفة من البطاريات القابلة لإعادة الشحن تختلف باختلاف المواد التي تستخدم في صناعة الأقطاب والشوارد.

البطاريات القابلة لإعادة الشحن الأكثر شيوعاً هي:

١- البطاريات الحاوية على الرصاص والحمض

٢- البطاريات المصنعة من النيكل والكادميوم

٣- البطاريات المصنعة من النيكل وهدريد المعادن

٤- بطاريات ليثيوم أيون

٥- بطاريات الهواء المعدنية

٦- بطاريات كلوريد الصوديوم والنيكل

ولكي نستطيع المقارنة بين مختلف الأنواع نعرف هنا مفهوم كثافة الاستطاعة(d_{watt}) وهو الاستطاعة الساعية التي يمكن لـ 1Kg من وزن البطارية تقديمها.

٩-٨-٣-١ البطاريات الحمضية (Lead-Acid Battery):

هي أقدم أنواع البطارية التقليدية المستخدمة في السيارة التي تتألف من ألواح الرصاص(pb) (القطب السالب) متداخلة مع ألواح ثاني أوكسيد الرصاص(pbo_2) (القطب الموجب) في سائل حمض الكبريت (H_2So_4) ويتم التفاعل وفق العلاقة:

$$Pb + PbO2 + 2H2SO4 \longleftrightarrow 2PbSO4 + 2H2O$$

يعدّ هذا النوع من البطاريات الأرخص ثمناً ولكن من مساوئها:

- الحاجة للصيانة الدورية وإضافة الماء المقطر.
- وزن ثقيل مقارنة بالاستطاعة المخزنة. (كثافة الاستطاعة منخفضة)
- اقصى عمر لها يصل 4 years.
- عند التلف يوجد إمكانية كبيرة لتسرب الحمض.
- كفاءة الشحن والتفريغ منخفضة.

	Volts	A-h	Mass kg	density w-h/kg	N for144 volts	Power kw-h	Weight kg
Us-145	6	125	31.8	23.6	24	18	763.2
Us-125	6	125	30.418	24.7	24	18	730
17-4-1	8	125			18	18	
Us8 vgc	8	100	29.51	27	18	14.4	531.18
Us-185	12	125	50.4	30	12	18	604.2

Ev-145	12	100	39.5	30.4	12	14.4	474

جدول (٩-٣): يوضح مواصفات عدد من البطاريات الحمضية

٩-٨-٣-٢ البطاريات المصنعة من النيكل (Nickel-Battery):

يوجد أربعة أنواع تستخدم معدن النيكل إضافة إلى معدن أخر (Ni-Fe) (Ni-Zn) (Ni-Ca) (Ni-MH) تكون الأقطاب محاطة بمركب هيدروكسيد بشكله الصلب ويستخدم في السيارات (Ni-MH) و (Ni-Ca) بشكل خاص بسبب التطور الكبير في الآونة الأخيرة وطول فترة الاستخدام.

٩-٨-٣-٣ البطاريات المصنعة من النيكل والكاديوم:

(Nickel-Cadmium Battery)

في هذا النوع تصنع الأقطاب من النيكل والكاديوم وتكون مغمورة في محلول هيدروكسيد البوتاسيوم لذلك تدعى البطارية القلوية ومن مواصفاتها:

- كثافة الاستطاعة أعلى من البطارية الحمضية.
- أقل عرضة للضرر والتفريغ الذاتي.
- تحمل الشحن الزائد من دون الإضرار بالبطارية.
- تعدّ مركبات الكاديوم سامة.

٩-٨-٣-٤ البطاريات المصنعة من النيكل وهدريد معدن:

(Nickel-Metal Hydride)

تتكون الأقطاب من النيكل وهدريد معدن وتكون محاطة بمركب هيدروكسيد ويتم التفاعل وفق العلاقة:

$$MH + NiOOH \longleftrightarrow M + Ni(OH)2$$

من مواصفاتها نذكر:

- تمتاز بكثافة استطاعة أعلى من البطارية الحمضية أو (Ni-Ca).

- عدم احتوائها على معادن ثقيلة أو مواد سامة.
- عند تعرض غلاف البطارية للكسر سيكون تسرب الهيدروكسيد ضئيلاً جداً.

٩-٨-٣-٥ بطاريات ليثيوم أيون (Lithium-Ion Battery):

تستخدم البطارية الأكثر شيوعاً من هذا النوع معدن الليثيوم كقطب موجب والكربون كقطب سالب ومذيبات مختلفة لأملاح الليثيوم كمركبات شاردية، ولكن يوجد أنواع أخرى تستخدم أكاسيد الليثيوم كوبالت (LiCoO) (تستخدم في الهواتف والكمبيوتر المحمول) أو ثاني أوكسيد الليثيوم منغنيز (LiMn2O4) أو الليثيوم فوسفات الحديد (LiFePO4) كقطب موجب كما يوجد نوع جديد يستخدم هلام مواد بوليميرية يحيط بالأقطاب (Li-ion polymer battery).

ومن مواصفات بطاريات الليثيوم بعامة:

- تحتوي على بضع قطرات من الماء فقط.
- كثافة الاستطاعة أعلى مرتين من البطارية القلوية. (الأعلى كثافة طاقية حتى الآن)
- كثافة البطارية $0.543gr/cm^3$ منخفضة مقارنة بالماء $1gr/cm^3$.
- كفاءة عالية جداً.
- تمتاز بإمكانية الشحن السريع.

٩-٨-٣-٦ بطارية الهواء المعدنية (metal air batteries):

هذا النوع من البطاريات لا يمكن إعادة شحنها بالطريقة التقليدية نفسها (عكس حركة الإلكترونات داخل البطارية بواسطة شاحن خارجي) وإنما يتم استبدال الأقطاب بقطع جديدة لذلك تدعى بعملية إعادة الشحن الميكانيكي ولا تحتاج إلى وسط تفاعل حيث يتم توليد الكهرباء من اكسده المعدن .

يعدّ هذا النوع هو الأخف وزناً بين البطاريات ويتمتع بكثافة استطاعة جيدة تصل إلى (d_{watt} = 230 wh/kg) ، وعند استخدام معدن الليثيوم (d_{watt} = 1150 wh/kg)

Battery	Density Wh/kg	Number of cycles	Energy eflicieney	Density %of Pb-acid	Self-discharge per 24 h
Pb-acid	40	700	82.5%	100%	1%
Nicd	60	1350	72.5%	150%	5%
Nimh	70	1350	70.0%	175%	2%
Li-ion	125	1000	90.0%	313%	1%
Li-ion polymer	200			500%	
NaNicl	125	1500	92.5%	313%	0%

جدول(٩-٤) مواصفات البطاريات المختلفة

	Kwh/kg	Kwh/L	efficiency	utilization
Petrol	12.10	9.12	18%	100%
Diesel	11.80	9.97	22%	100%
Battery(lead-acid)	0.030	0.06	80%	80%
Battery(NiMH)	0.060	0.15	80%	80%
Battery(Lifepo4)	0.100	0.15	80%	80%
Battery(Lipo/Lico)	0.135	0.25	80%	80%

جدول (٩-٥): مقارنة البطاريات مع الوقود التقليدي

.....

.....

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الباب الرابع

الفصل العاشر

التكييف والتهوية

AIR CONDITIONING

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

١٠-١ الحمل الحراري والتهوية:Conventional heating and ventilation

١٠-١-١ مقدمة: جاءت فكرة التسخين من خلال قدرة الأسلاك الكهربائية على تسخين الوسط المحيط عند ربط هذه الأسلاك مع النظام الكهربائي للسيارة. كانت هذه الفكرة البسيطة الخطوة الأولى لأعقد نظم التكييف الموجودة حالياً التي بواسطتها تمّ التمكن من تحديد مقدار تدفق الهواء مع درجة الحرارة المطلوبة في مقصورة السيارة بشكل أوتوماتيكي.

تطوّرت نظم التكيف بشكل ملحوظ مؤخراً، وفيما يلي سنتطرق لهذه النظم.

***المتطلبات الرئيسية لنظام التكييف:**

يمكن إيجاز المتطلبات الرئيسية في نظام التكييف بست نقاط رئيسية هي:

١- القدرة على تعديل درجة الحرارة في المقصورة.

٢- سرعة تأمين درجة الحرارة المطلوبة.

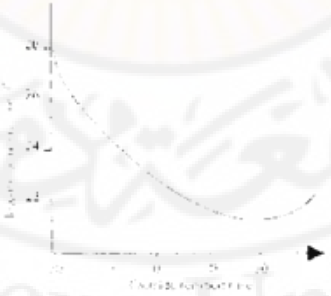
٣- توزيع الحرارة المطلوبة بالشكل الأمثل داخل المقصورة.

٤- تهوية المقصورة بهواء نقي وبأقل مستوى ممكن للضجيج.

٥- فعالية النظام بإزالة الغبش (السديم) عن كافة النوافذ.

٦- بساطة عملية التحكم.

يبين الشكل (١٠-١) العلاقة بين درجة حرارة المقصورة ودرجة الحرارة الخارجية.



الشكل (١٠-١) العلاقة بين درجة حرارة المقصورة ودرجة الحرارة الخارجية

١٠-١-٢ نظام التهوية:Ventilation

لكي يعمل نظام التهوية بشكل جيد لا بد من إحداث فرق ضغط بين الهواء الخارجي والهواء المراد إدخاله إلى المقصورة، يتم ذلك باستخدام غرفة الضغط التي تعمل على الحفاظ على ضغط الغاز بقيمة أعلى من قيمة ضغط الوسط ، و تكون متوضعة تحت الزجاج الأمامي للسيارة خلف غطاء المحرك. عندما تتحرك السيارة يسبب الهواء المنساب في هذه المنطقة ارتفاع الضغط فيها كما في الشكل (١٠-٢).



الشكل (١٠-٢): غرفة الضغط

تم تزويد هذا النظام فيما بعد بحواجز للتحكم بكمية الهواء المتدفقة إلى داخل المقصورة بحسب الحاجة وبعدة سرعات كما في الشكل(١٠-٣).

الشكل(١٠-٣): حواجز للتحكم بكمية الهواء المتدفقة إلى داخل المقصورة

١٠-١-٣ نظام التدفئة – الماء المبرّد في المحرك:
Heating system –water-cooled engine

تستخدم الحرارة المنبعثة من المحرك لرفع درجة حرارة المقصورة وذلك باستخدام مبادل حراري. بفضل حساس الحرارة الموجود في دارة تبريد المحرك تبقى درجة الحرارة ثابتة عموماً، وبمرور الهواء عبر المبادل الحراري يتم رفع درجة حرارته، وتعتمد درجة حرارته على درجة حرارة الوسط الخارجي ومعدل تدفق الهواء، وبالتالي يستخدم هذا الهواء الساخن لرفع درجة حرارة المقصورة.

أساس عمل هذا النظام هو عملية التحكم بتدفق الهواء بغض النظر عن درجة الحرارة المطلوبة إلا أنه يوجد بعض الأنظمة الحديثة في السيارات التي تعمل على التحكم بالتدفق المطلوب مع تأمين درجة الحرارة المطلوبة.

العقبة الأساسية التي يواجهها النظام هي تغير تدفق الهواء تلقائياً مع تغير سرعة السيارة، لهذا يستخدم أحياناً صمام للتحكم بالهواء المتدفق عبر المبادل. باستخدام الحواجز المذكورة سابقاً يتم توجيه الهواء مع درجة الحرارة المختارة إلى داخل المقصورة. كذلك تم تزويد السيارات بشفرات توجيه مهمتها توجيه الهواء إلى أماكن محدودة في المقصورة (الزجاج الداخلي – الركاب ...).

أحدث الخيارات التي تم تزويد الأنظمة الحديثة بها هي إمكانية الاختيار بين إعادة تدوير هواء المقصورة أو سحب هواء من الوسط الخارجي، والهدف من هذا الخيار هو تقليل الفترة الزمنية لإزالة الغبش (السديم) عن النوافذ وجعل عملية تسخين الهواء داخل المقصورة تتم بشكل أسرع بالإضافة إلى كون الهواء الخارجي ملوثاً بالغبار.

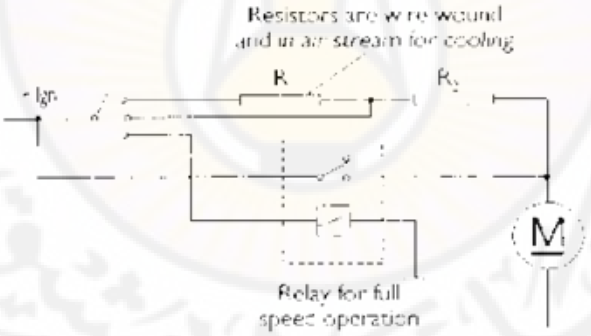
١٠-١-٤ المحرك الدافع: Heater blower motors

تستخدم هذه المحركات لزيادة تدفق الهواء وتكون مزودة بمروحة ذات شفرات متوضعة بشكل متناظر لتقليل مستوى الضجيج. يبين الشكل (١٠-٤) شكل المحرك النموذجي:

الشكل(١٠-٤):المحرك الدافع

يتم التحكم بسرعة دوران هذا المحرك عن طريق التحكم بالجهد المطبق عليه. تتم عملية التحكم بهذا الجهد عن طريق استخدام مقاومة أومية، كما يمكن استخدام عدة مقاومات أومية من أجل عدة مجالات لتغيير الجهد وبالتالي زيادة عملية التحكم بالسرعة.

يبين الشكل(١٠-٥) دارة التحكم بالسرعة.



الشكل(١٠-٥): دارة التحكم بسرعة محرك الدفع

١٠-١-٥ نظام التحكم الإلكتروني بعملية التسخين:Electronic heating control

وهو نظام مطور عن النظام السابق الذي يعتمد على كمية تدفق الهواء، ومعظم أنظمة التحكم الإلكتروني بعملية التسخين تتضمن أيضاً نظام تكييف الهواء .

يتطلب هذا النظام تحكماً جيداً بـ:

١- كمية الهواء المتدفق من المحرك

٢- توجيه الحواجز للهواء

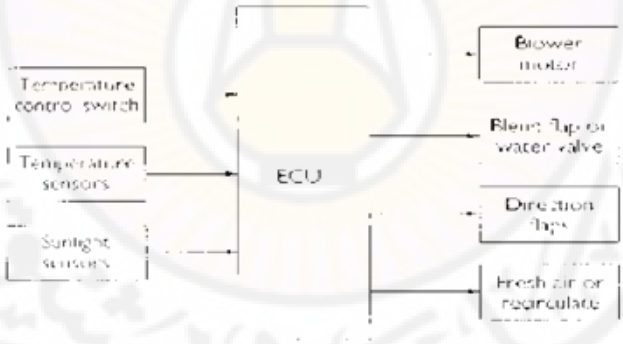
٣- إعادة تدوير هواء المقصورة

يتكون النظام من الناحية التقنية من حساس أو أكثر يتم وضعهم في المقصورة الداخلية للسيارة، وتقوم هذه الحساسات بتزويد وحدة التحكم الإلكترونية بالمعلومات المتعلقة بدرجات الحرارة على شكل إشارات كهربائية.

تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بدورها بالاستجابة لهذه الإشارات وترسل أوامر لكل من الضاغط ونظام إعادة تدوير الهواء والحواجز لتعديل وضعها للشكل الأمثل.

النظام بالكامل هو نظام ارتجاع بسيط ذو حلقة مغلقة بحيث تكون درجة الحرارة هي المسؤولة عن إغلاق هذه الحلقة.

تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بمقارنة درجة الحرارة المطلوبة (المحددة من قبل الركاب) مع معطيات الحساس لتعطي الأوامر اللازمة، كما في الشكل (١٠-٦):



شكل (١٠-٦):مدخلات ومخرجات منظومة التحكم بالتسخين

١٠-٢ تكييف الهواء: Air conditioning

١٠-٢-١ مقدمة: Introduction

يجب أن تؤمن المركبة المزوّدة بنظام تكييف درجة الحرارة المثالية المطلوبة، حيث يستخدم هذا النظام مجموعة المكوّنات الأساسية المذكورة بالإضافة إلى عنصر تبخير(مبخّر) الذي يعمل على التبريد وإزالة الرطوبة معاً.

١٠-٢-٢ مبادئ في تكييف الهواء: Principle of refrigeration

١- الحرارة هي شكل من أشكال الطاقة.

٢- درجة الحرارة هي عبارة عن درجة سخونة الجسم.

٣- تتدفق الحرارة دائماً من الجسم الذي يمتلك الحرارة الأعلى للجسم ذي الحرارة الأقل.

٤- تقاس كمية الحرارة بالكالوري أو الكيلو كالوري.

٥- (1Kcal) هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء درجة مئوية واحدة.

٦- تغير الحالة: هو مصطلح يستخدم لوصف تغير لحالة جسم ما من صلب إلى سائل أو من سائل إلى غاز أو من غاز إلى سائل أو من سائل إلى صلب .

٧- عملية التبخير: تستخدم لتغيير حالة الجسم السائل لغاز.

٨- الحرارة الكامنة: هي الطاقة اللازمة لتبخير السائل مع ثبات درجة الحرارة أثناء التحول الطوري، أو كمية الحرارة المنبعثة عند تكاثف الغاز من دون حدوث تغير بدرجة الحرارة.

أساس عملية التكييف هو كمية الطاقة الكامنة المصروفة على تغير الحالة. مثال بسيط على ذلك هو عند وضع اليد تحت صنبور الماء تشعر بالبرودة، وهذا بسبب أن الماء المسكوب على اليد يكتسب حرارة الجسم كونها الأعلى.

تستخدم المبردات في أغلبية نظم التكييف وهي تعرف بالرمز (R134 A) المستخدمة حالياً بدلاً من HFC التي تتبخر بدرجات حرارة منخفضة (-26.3^0C).

إن مفتاح عملية التبريد بكافة المجالات (برادات – مكيفات) هو أن المبردات ذوات الضغط الأقل تؤمن درجات حرارة أخفض والأعلى ضغطاً تؤمن درجات حرارة أعلى.

يبين الشكل (١٠-٧) مبدأ تكييف الهواء:

الشكل (١٠-٧): مبدأ تكييف الهواء

أهم الأجزاء في النظام:

المبخر – المكثف– الضاغط

يأخذ الضاغط حركته من المحرك.

تعمل المضخة على خلق ضغط تخلخل في مجرى الدخل لديها، وضغط التخلخل هذا يحفز المبرد الموجود ضمن المبخر ليسحب الحرارة من غرفة الركاب بحسب (مبدأ فرق درجات الحرارة المذكور سابقاً).

أما مجرى خرج المضخة فيكون موصولاً مع المكثف، ونتيجة الضغط العالي في مجرى الخرج يتكثف المبرد الموجود ضمن المكثف، وبهذه الطريقة يتم طرد الحرارة خارج السيارة بحسب مبدأ تغير الحالة.

يوجد عدة أجزاء إضافية تجعل العملية أكثر فاعلية وسيتم التعرض لها لاحقاً.

الشكل (١٠-٨):مكونات نظام التهوية والتكييف

١٠-٢-٣ نظرة عامة على دارة تكييف الهواء: Air conditioning overview

تتم العملية بالكامل في حلقة مستمرة، يقوم فيها الضاغط بتأمين ضغط منخفض من جهة المبخر ويؤمّن ضغطاً عالياً من الجهة الأخرى المرتبطة بالمكثف. تكون درجة حرارة المبرد في هذه المرحلة عالية حيث يتم تبديد هذه الحرارة على ريش المكثف.

يخرج الغاز المضغوط من الضاغط بدرجة حرارة مرتفعة ويدخل إلى المكثف ليتم تكثيفه من خلال الزعانف الموجودة داخله، ثم يخرج هذا السائل مشبعاً بالرطوبة من المكثف ليتّجه نحو المجفّف حيث يتم تخليصه من الرطوبة بالكامل ثم يتجه نحو صمام التضخيم حيث ينخفض ضغطه بشكل كبير مع بقائه بحالته السائلة، ويقوم هذا الصمام بالتحكم بتدفق المبرد ، وهكذا يتم تأمين البرودة المطلوبة. بفضل عملية التحول الطوري في المبخر وسحب الحرارة من الوسط المحيط يتم تأمين الهواء البارد عبر إمرار هذا الهواء عبر أخاديد المبخر، حيث يخرج المبرد من المكثف على شكل بخار إلى الضاغط.

الشكل (١٠-٩) A: عملية تكييف الهواء(سحب الحرارة من المقصورة وتبديدها للخارج)

الشكل (١٠-٩) B

في حال ازدادت درجة حرارة المبرد عن الحدود المطلوبة، تعمل مراوح تبريد المكثف لتزيد فعالية العملية.

يضاف مفتاح كهربائي في معظم الأنظمة للأمان يعرف بمفتاح التحكم بالضغط، يعمل هذا المفتاح على إيقاف عمل الضاغط في حال ارتفاع الضغط عن حدود معينة نتيجة خلل في عمل أحد الأجزاء، و كذلك الأمر عند انخفاض الضغط عن حدود معينة، و هكذا نحافظ على عمل الضاغط.

١٠-٢-٤ التحكم الأوتوماتيكي بدرجة الحرارة:

Automatic temperature control

يؤمن نظام التحكم الكامل بدرجة الحرارة دخولاً مثالياً للهواء بدرجة الحرارة المطلوبة للمقصورة بحسب متطلبات الركاب. تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بالتحكم الكامل بعمل المراوح وتوزيع شحنة الهواء ودرجة حرارته ووضع إعادة تدوير الهواء أو عدمه. تعتمد فعالية هذه الأنظمة على وثوقية عمل الحساسات و دقتها.

من الحساسات المستخدمة في النظام والموصولة مع وحدة التحكم الإلكترونية:

١. حساس قياس درجة حرارة الجو المحيط: عبارة عن مقاومة حرارية (ثيرميستور) ويتوضّع خارج المركبة ويقوم بتعديل اختلاف درجة الحرارة.

٢. حساس قياس لضوء الشمس: يتحسس كمية ضوء الشمس الداخلة للمقصورة ويرسل إشارة لوحدة التحكم لتقوم بتعيير تدفق الهواء.

٣. الحساسات الموجودة داخل السيارة هي أيضاً عبارة عن مقاومات حرارية بسيطة، ولكن لكي تؤمن قراءات دقيقة يستخدم معها عادة محرك صغير مجهز بمروحة يقوم بأخذ عينة من الهواء داخل السيارة ويوجّهه باتجاه الحساس الذي يرسل بدوره المعلومات إلى لوحة التحكم.

٤. حساس درجة حرارة سائل التبريد : يستخدم لضبط درجة حرارة سائل التبريد في المنظومة ويمنع هذا الحساس ارتفاع درجة حرارة السائل الذي بدوره يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المقصورة.

٥. مفاتيح تحكم قابلة للتعديل من قبل السائق.

تأخذ وحدة التحكم الإلكترونية معلوماتها من جميع الحساسات السابقة وتقوم بعمليات الضبط الملائمة تبعاً للبرنامج المعد من قبل المبرمجين.

يتم التحكم بحركة المصدات (الحواجز) عن طريق استخدام مشغلات تحكم لولبية أو باستخدام محركات صغيرة، أما عملية التحكم بالمحرك الدافع فتتم عن طريق استخدام ترانزستور عالي الأداء، وعملية التحكم بالتدفق تكون متغيرة باستمرار.

إن عمل هذه المجموعات بعضها مع بعض يؤدي إلى تأمين درجة الحرارة المثلى المطلوبة داخل السيارة مع العلم أن مجال عمل هذا النظام يتراوح بين (+35^{0}C... – 10) حتى في ظل ظروف إضاءة شمسية عالية.

١٠-٣ أنظمة تسخين أخرى: Other heating systems

١٠-٣-١ تدفئة مقاعد السيارة: Seat heating

شكل (١٠-١٠) :عناصر التسخين في المقعد

إن مفهوم تدفئة المقاعد بسيط للغاية، فهو يعتمد على عناصر تسخين متوضعة داخل المقاعد مع إمكانية تعديل درجة التسخين المطلوبة، و لكن تصميم هذه المسخنات معقّد بعض الشيء.

يجب أن تتضمن هذه المسخنات المعايير التالية:

١. يجب أن تقدم المسخنات الحرارة لجسم الراكب فحسب.

٢. يجب وصول الحرارة إلى مراكز الاتصال الرئيسية فحسب.

٣. يتطلب هذا النظام أن تكون المقاعد مصنوعة من الجلد أو القماش نظراً لخواصها الحرارية.

٤. يجب أن يتلاءم شكل المسخنات مع تصميم المقاعد المطلوب.

٥. يجب أن تخضع المسخنات لاختبارات دقيقة كاختبار الانحناء والصدم و الفتل.

لتأمين الراحة التامة للركاب يجب إجراء اختبارات دقيقة لتحقيق شروط التدفئة الأمثل، وقد تمّ مؤخراً إدخال تماثيل بشرية في الاختبارات، حيث يتم الاختبار في شروط مماثلة للشروط الحقيقية لقياس كمية تدفق الحرارة بدقة.

الكابلات المستخدمة في عناصر التسخين تعرف بالكابلات الجيبية وتتألف من أسلاك مصنوعة من خلائط النحاس، تغطى هذه الكابلات بطبقة من القصدير أو تطلى بمادة عازلة.

تكون المسخنات هذه مربوطة ومصفحة وتتوضع بين طبقات من مادة البوليوريثان.

الطريقة التقليدية التي يتم من خلالها التحكم بكمية الحرارة هي باستخدام ترموستات قابل للتعيير يدوياً، أما الأنظمة الحديثة فتفضل التحكم الإلكتروني المزود بمقاومة حرارية.
يقوم المزود الرئيسي للحرارة في المقاعد بتأمين النظام الإلكتروني، و يتضمن النظام الإلكتروني خيارات الطاقة الحرارية وقياس الجهد والمؤقت الزمني، ويعدّ هذا خياراً إضافياً للتحكم الدقيق بدرجة الحرارة المختارة. ترتفع درجة حرارة هذه المسخنات لتتم عملية تنظيم درجة الحرارة بالكامل خلال 3min.

١٠-٣-٢ تسخين زجاج السيارة:Screen heating

يتطلب تسخين زجاج السيارة الخلفي وجود دارة بسيطة كما هو موضح بالشكل (١٠-١١)، حيث تتكون عناصر التسخين من أسلاك معدنية رفيعة ملتصقة بالزجاج ،وعندما يمر تيار كهربائي في السلك تتولد حرارة ترفع درجة حرارة الزجاج بالمجمل وبالتالي يتبدد الصقيع و الضباب.

تستجر هذه الدارة النموذجية تياراً كبيراً يصل إلى (10-15A) ، وغالباً ما يتم تزويد هذه الدارة بحاكمة الكترونية تعمل على قطع التيار الكهربائي عن السلك لتلافي ارتفاع درجة حرارة الزجاج إلى قيم مرتفعة وبالتالي حدوث تصدع وكسر الزجاج الخلفي. تقطع هذه الحاكمة التيار عن السلك خلال (10-15 min) كحد أقصى، كما يتم تزويد الزجاج الخلفي أحياناً بمساحة الزجاج.

شكل (١٠-١١): دارة تسخين الزجاج الخلفي

إن تسخين الزجاج الأمامي بات أمراً مطروحاً أيضاً في بعض المركبات، ولكن في هذه الحالة يستجد لدينا مزيد من المشاكل بسبب صعوبة الرؤيا أكثر مما هو عليه من حالة الزجاج الخلفي.

تعتمد هذه التقنية على وجود أسلاك معدنية رفيعة ودقيقة جداً موجودة في الزجاج الأمامي، وأيضاً هذه الأسلاك تستجر تياراً كبيراً وتكون مزودة بحاكمة لقطع التيار أوتوماتيكياً كما في حالة الزجاج الخلفي تماماً.

١٠-٤ دراسة حالة:Case studies

تكييف الهواء –روفر Air conditioning – Rover

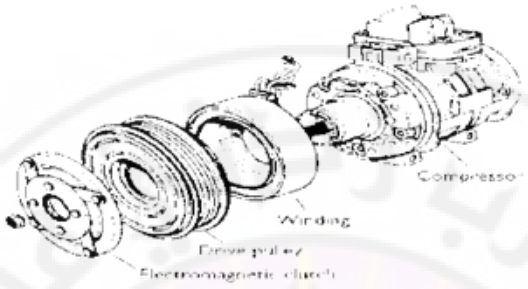
تفصيل أجزاء الدارة الرئيسية:

يبين الشكل (١٠-١٢) مخطط أجزاء الدارة الرئيسية:

الشكل (١٠-١٢): مخطط أجزاء الدارة الرئيسية

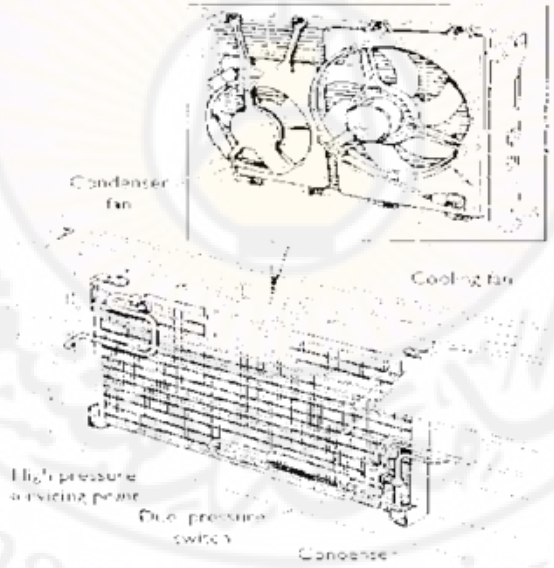
يأخذ الضاغط الموضح في الشكل (١٠-١٣) حركته من عمود المرفق عن طريق سير ويعمل كمضخة لدارة التبريد، وهو من النوع المكبسي المجهز بصمام. عند دخول سائل التبريد إلى الاسطوانة نتيجة حركة المكبس يغلق صمام الطرد بسبب الضغط الحاصل، وعندما يبدأ المكبس بعملية الانضغاط يغلق صمام الدخول ويفتح صمام الطرد.

يتم التحكم بعمل الضاغط باستخدام قابض ألكترومغناطيسي أو يمكن أن يتم التحكم بشكل يدوي أو إلكتروني بحسب نوع النظام المستخدم.



شكل(١٠-١٣): الضاغط

يبين الشكل (١٠-١٤) المكثف المثبت أمام المشع (الراديتير)، الذي يقوم بنفس عمل المشع وله البنية نفسها تقريباً.



الشكل (١٠-١٤): المكثف المثبت أمام المشع

تنتقل الحرارة عبر أنابيب من الألمنيوم إلى الجو المحيط، و بفضل عملية انتقال الحرارة بالحمل يتم تبديد الحرارة .

تتم حركة الهواء بواسطة تأثير المراوح الموجودة في النظام.

يبين الشكل (١٠-١٥) مخططاً تجميعياً للمجفف، يقع على امتداد خط الضغط المرتفع بين المكثف وصمام التمدد

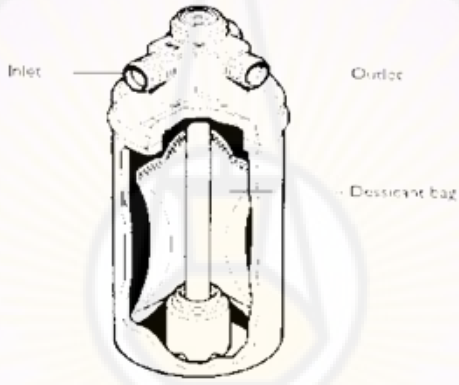
و لهذا الجزء أربع مزايا رئيسية منها:

١- خزان (مجمع) يحتجز سائل التبريد فيه حتى الوصول إلى مقدار التدفق المطلوب.

٢- يعمل كفلتر لمنع مرور الشوائب.

٣- يحتجز البخار فيه حتى يتم إعادته للحالة السائلة.

٤- يعدّ وسيلة تجفيف فعالة قادرة على استخلاص الرطوبة من الدارة بالكامل، وتكون المادة الفعالة المستخدمة هي مادة الزيولايت.



الشكل (١٠-١٥): مخطط تجميعي للمجفف

من الممكن أن يثبت منظار زجاجي للمجفّف لإعطاء دلالة عن شروط التبريد والعملية، ويكون سائل التبريد غالباً صافياً خالياً من الشوائب في ظل عمل منتظم للنظام.

يقوم صمام التمدد الموضّح في مخطط عمل الدارة بإنجاز مهمتين رئيسيتين:

١- يتحكم بتدفق سائل التبريد بحسب ما يتطلبه النظام.

٢- يعمل على خفض ضغط سائل التبريد في المبخر.

صمام التمدد عبارة عن نابض ذي كرة بفضلها تتم عملية التحكم ويزود هذا الصمام بحاجز موصول بالنابض.

يوجد غاز حساس للحرارة يؤثر فوق حاجز الصمام، ويوجد هذا الغاز عادة ضمن أنابيب شعرية دقيقة وغرفة زجاجية في دارة مغلقة، وتثبت هذه الغرفة الزجاجية على المبخر.

في حال ارتفاع درجة حرارة المبخر، سيتمدد الغاز الموجود ضمن الغرفة ويؤثر على حاجز الصمام ليتم فتح كرة الصمام وبالتالي تأمين تدفق أكبر من الهواء البارد.

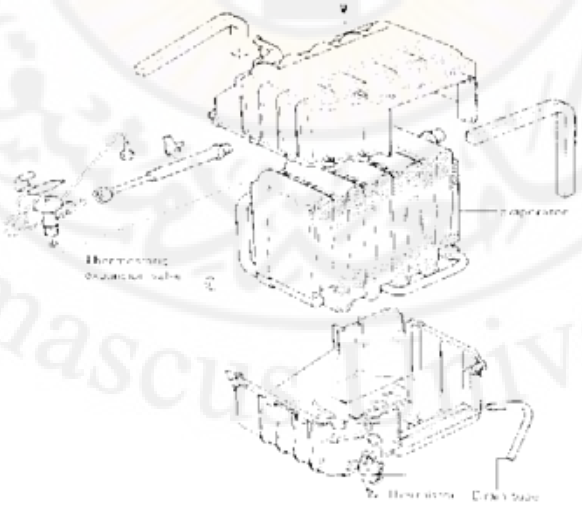
أما في الحالة العكسية أي في حال انخفاض درجة حرارة المبخر فإن الغاز سيتقلص وكرة الصمام ستغلق الصمام. بهذه الطريقة يتم التحكم بتدفق الهواء البارد ويتم المحافظة على درجة حرارة ثابتة للمبخر رغم اختلاف ظروف وشروط التبريد.

تكون مجموعة المبخر مشابهة لبنية المكثف، حيث تتكون من زعانف لزيادة التبادل الحراري وتكون متوضعة تحت لوحة العدادات في السيارة وتشكل جزءاً من نظام التدفئة والتهوية العام.

إن المبرد يغير الحالة في المبخر من السائلة إلى بخار، إضافة إلى أنه يقوم بتبريد الهواء المار خلاله ،ويقوم المبخر بإزالة الرطوبة من الهواء ،ذلك لأن الرطوبة الموجودة في الهواء تتكاثف على الزعانف وبالتالي تطرح خارجاً، وهذه العملية تشبه النفخ في كأس بارد مصنوع من الزجاج.

يزود في بعض الأنظمة المبخر بمنظم حراري(ترموستات) لضبط الحرارة.

يعمل الضاغط عندما تنخفض درجة الحرارة إلى $3\text{-}4^{0}C$ لمنع تجمد الماء في المبخر الذي من الممكن أن يعيق تدفق الهواء.



الشكل (١٠-١٦):المبخر مع صمام التمدد

من النقاط المهمة التي لابد من ذكرها:

١- هناك صلة بين وحدة التحكم الإلكترونية الخاصة بتبريد الهواء و وحدة التحكم الإلكترونية الخاصة بعمل المحرك، ذلك لأن الضاغط يمكن أن يتوقف عن العمل عند التسارع الكبير.

٢- هناك زوج من المراوح تستخدم لتبريد المكثف، تدور هذه المراوح بسرعتين باستخدام منوبات تصلهما على التسلسل من أجل الدوران البطيء وتصلهما على التفرع من أجل الدوران السريع.

١٠-٤-٢ القيادة الكهربائية لنظام تكييف الهواء:

Electrically driven air conditioning

عند تشغيل مضخة تكييف الهواء كهربائياً يمكن الحصول على الفوائد التالية:

١- إحكام المحرك ومجموعة المضخة

٢- ضاغط أصغر واقل تعقيداً

٣- توضع مرن (لا يوجد قشاط تدوير)

٤- قدرة تبريد كاملة عند أي سرعة للمحرك

٥- إمكانية التحكم بشكل أكبر

تعتمد القوة التي يعطيها المحرك واللازمة لتشغيل المضخة الكهربائية لتكييف الهواء في السيارة على قدرة التبريد في نظام التكييف، إضافة إلى أن فعاليته والظروف الحدية (درجات الحرارة) تعملان بشكل معاكس.

نبين فيما يلي بعض اختبارات التصنيف القياسية التي تهمنا في تقييم مستويات الطاقة العظمى.

أ-اختبار الوقوف ثم البدء بالقيادة في حالة ازدحام السير:

Stop-and-go driving in heavy traffic

ضمن ظروف هذا الاختبار، سيؤدي ضاغط تفريغ الضغوط العالية إلى زيادة الحمل على المحرك. لمنع حدوث هذه المشكلة يجب أن يكون الهواء النقي محصوراً عند وضعية الفراغ لتقليل الحمل على المبخر، وهنا يجب أن تعمل مروحة المكثف بسرعتها

القصوى ،كما يجب على المحرك أن يعمل عند سرعته الدنيا خلال وضعية الفراغ لمنع التحميل الزائد وبالتالي لن يصل إلى الطاقة القصوى اللازمة لحصول ذلك.

ب-اختبار فعالية التكييف والسيارة بدرجة حرارة عالية متبوعاً بالانهيار:

Hot soak followed by pull down

يتم هذا الاختبار بوضع السيارة في بيئة مشمسة وساخنة حتى تصبح درجة حرارة حجرة القيادة بحدود 65^0C ، ثم نشغل السيارة بسرعة حوالي (65Km/hr) مع نظام أقصى لتكييف الهواء وإعدادات التحكم السريع للمروحة.

عندما يعمل نظام التكييف الكهربائي بنصف سرعته القصوى يقدم انهياراً في الأداء معادلاً بذلك نظام التكييف التقليدي.

عندما يعمل هذا النظام عند السرعة القصوى خلال اختبار الانهيار، يحصل انخفاض ملحوظ في الوقت المستغرق لوصل درجة حرارة حجرة القيادة إلى الحد المتعارف عليه.

ج-اختبار التجول مع الامتصاص الكامل للهواء النقي:

Cruising with full fresh air intake

من شروط هذه العملية أن يحافظ نظام التكييف على درجات حرارة مريحة لحجرة القيادة عند معالجة كميات معتبرة من الهواء المحيط، وهذا يحدّد درجة القدرة القصوى التي بالمقابل تحدد حجم المحرك والإلكترونيات التي تقوده.

في نظام تكييف الهواء التقليدي بمحرك استطاعته 75kW يعدّ مقبولاً تقريباً في هذه الحالة، حيث 70% تقريباً من الحمولة الإجمالية تستعمل لتكييف الهواء النقي الخارجي.

إن تقليل أو إلغاء حمولة الهواء النقي عند السرعات العالية له تأثير مباشر على حجم نظام القيادة الكهربائي. أجريت العديد من عمليات المحاكاة الحاسب من أجل استكشاف طرق لتقليل متطلبات قوة المحرك.

باستعمال دورة بمرحلتين مع 25% من الهواء النقي ينتج ذلك بـ 1.5kW من حمولة المحرك.

تستخدم الدورة التقليدية ضاغطاً ذا فعالية عالية مع 20% من الهواء النقي أيضاً ينتج بـ 1.5kW من حمولة المحرك. يعتبر المحرك باستطاعة 1.5kW خياراً مناسباً لنظام تكييف الهواء في السيارات.

إن تكاليف كل من المحرك والإلكترونيات تؤثر بشكل ملحوظ على الجدوى الاقتصادية لنظم تكييف الهواء الإلكترونية للسيارات، وتزداد الكلفة بازدياد القوة المطلوبة من المحرك.

يجري الآن تطوير أنظمة تكييف الهواء بحيث تكون أكثر فاعلية، وفي حال نجاح هذه التطويرات، ستكون القيادة الكهربائية لنظام تكييف الهواء باستطاعة 1.5kW أمراً مقبولاً وسوف يكون قادراً على تقديم أداء يساوي أو أفضل من أداء الأنظمة الحالية.

من المتوقع أن تحقق أنظمة المحركات المعدلة إلكترونياً كفاءة من (85-95)% عندما تصمم خصيصاً لتطبيقات تكييف الهواء للسيارات المغلقة، وهذا يترجم الحاجة الكهربائية القصوى من نظام التزويد بالطاقة في السيارة وهو 1.7kW عندما يعمل نظام تكييف الهواء الكهربائي عند ظروف التبريد الأعظمي .

أخيراً مازالت الأبحاث مستمرة في هذا الاتجاه لكن العديد من التطويرات الأخرى والتكاليف الإضافية للنظام يمكن أن تتفوق على منافع زيادة التحكم.

١٠-٥ تشخيص أعطال نظام تكييف الهواء:

Diagnosing air conditioning system faults

مقدمة:Introduction

كما في كل الأنظمة تجد أن المراحل الستة في العثور على الأخطاء التي يجب أن تطبق هي:

١. التحقق من الخطأ
٢. جمع معلومات إضافية
٣. تقدير الدليل
٤. القيام بفحوصات أخرى بترتيب منطقي
٥. معالجة المشكلة

٦. فحص كافة الأنظمة

يبين الجدول(١٠-١) قائمة ببعض الأعراض الشائعة لأعطال نظام تكييف الهواء مع اقتراحات للأخطاء المحتملة:

العرض	الخطأ المحتمل
بعد إيقاف الضاغط، ينخفض الضغط بسرعة إلى Kpa(195) ومن ثم يهبط بشكل تدريجي	وجود هواء في النظام، أو إذا لم ير فقاعات في بلورة المشاهدة عندما يبرد المكثف بالماء يكون الخطأ هو زيادة البرودة
إطلاق ضغط منخفض	هناك مشكلة في الضاغط، أو إذا شوهدت الفقاعات تكون المشكلة قلة التبريد
إطلاق حرارة أقل من المعتاد	المبخر متجمد
ضغط الامتصاص مرتفع جداً	مشكلة في صمام الضغط المرتفع، زيادة في التبريد أو اتساع كبيرة في فتحة الصمام
ضغط الامتصاص والإطلاق مرتفع جداً	زيادة التبريد في النظام أو أن المكثف لا يعمل بسبب مشكلة في المروحة أو انسداد الريش
ضغط الامتصاص والإطلاق منخفض جداً	الأنابيب مغلقة أو منحنية
انخفاض التبريد	علامات زيتية (ناتجة عن الشحم في المبرد) قرب المفاصل أو الحلقات المطاطية تدل على التسريب

الجدول(١٠-١): بعض الأعراض الشائعة لأعطال نظام تكييف الهواء

١٠-٥-٢ خطوات الفحص:Testing procedure

يجب عدم العمل من جهة المبرد في نظام تكييف الهواء إلا إذا كنت مدرباً وتستطيع الوصول إلى الأدوات المناسبة.

تكون عملية فحص نظام تكييف الهواء بعامة كالتالي:

١- فحوصات عينية ويدوية (أسلاك رخوة، مفاتيح رخوة وأخطاء أخرى واضحة) إضافة إلى أنه يجب أن تكون كل التوصيلات نظيفة ومتينة.

٢- فحص الضغط في النظام

٣- فحص حرارة الإطلاق

٤- فحص زجاجة المشاهدة لكل من المستقبل والمجفف

٥- العودة إلى الجدول السابق

١٠-٦ تكنولوجيا متطورة للتحكم بدرجة الحرارة:
Advanced temperature control technology

١٠-٦-١ انتقال الحرارة:Heat transfer

بعض المصطلحات الرئيسية المتعلقة بانتقال الحرارة:

الحمل:Convection

إن انتقال الطاقة الحرارية يتضمن انتقال سائل(مائع أو غاز)،السائل الذي على تماس مع مصدر الحرارة يتمدد ويميل إلى الارتفاع ضمن السائل ،السائل الأبرد يهبط ليأخذ محله وتتشكل بذلك تيارات الحمل.

الموصلية:Conduction

هي حركة الطاقة الحرارية عبر المادة نفسها. تكون الطاقة الحرارية موجودة في كل المواد على شكل طاقة حركية لجزيئاتها المهتزة، ومن الممكن أن تنتقل من جزيئة إلى أخرى عن طريق ذلك الاهتزاز الميكانيكي.

في حالة المعادن التي هي نواقل جيدة للحرارة ،الإلكترونات الحرة الموجودة في المعدن تنقل الحرارة بسرعة كبيرة جداً.

الإشعاع:Radiation

الإشعاع فيزيائياً هو انبعاث للطاقة الإشعاعية على شكل جزيئات وأمواج. مثال: الحرارة ، الضوء، جسيمات ألفا وبيتا.

عند تصميم نظام تكييف أو تدفئة الهواء، تستعمل الحسابات لمعرفة التأثير المطلوب للحرارة أو البرودة. نبين فيما يلي المعادلة الأساسية للتدفق الحراري التي يمكن أن تستعمل لحالات مثل : فقدان الحرارة عبر النوافذ:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -KA\frac{\Delta T}{\Delta X} = -\frac{\Delta T}{\Delta X/_{KA}}$$

حيث :

ΔQ: الطاقة الحرارية

ΔT: درجة الحرارة

ΔX: الثخانة

Δt: الزمن

K: الموصلية الحرارية للمادة ($W\ m^{-1}K^{-1}$)

A: مساحة المقطع العرضي

$\frac{\Delta Q}{\Delta t}$: يمكن اعتبارها التدفق الحراري

١٠-٦-٢ رد فعل الغطاء:Armature reaction

تعدّ أكثر محركات التدفئة كباقي المحركات وحيدة الاتجاه بسبب توضع الريش. عندما يدور المحرك يقوم أيضاً بدور المولد ويعطي حقلاً كهرومغناطيسياً عكسياً. يجب أن تتوضع ريش المحرك أو المولد حول المحول بطريقة معينة بحيث تؤثر كل قطعة صغيرة من المحول مع التي تليها بشكل فعال عندما يدور كل من المحول والريش. يجب ألا يتشكل لدينا حقل كهرومغناطيسي في لفات المحول المترابطة.

في حال كان التيار الكهرومغناطيسي موجوداً، سوف يتدفق التيار عندما يطبق القصر وبالتالي سوف تتشكل شرارات عند الريش وهذا ما يسمى برد فعل الغطاء.

للتغلب على هذه المشكلة تنقل الشفرات من المحور الهندسي إلى المحور المغناطيسي لحقول المحرك، لأنه عندما يتدفق التيار فإن المغنطة الحاصلة حول لفات الغطاء سوف تتفاعل مع الحقل المغناطيسي الرئيسي مما يؤدي إلى التفافه.

يبين الشكل (١٠-١٧) التفاف الحقل بشكل تخطيطي، حيث استعملت هذه الطريقة في العديد من المولدات القديمة كوسيلة للتحكم بالخرج.

الشكل (١٠-١٧): التفاف الحقل بشكل تخطيطي

١٠-٧ التطويرات الحديثة في أنظمة التحكم بدرجة الحرارة:

New developments in temperature control systems

Heating is cool ١٠-٧-١

هناك تطويران مهمان قدّما من قبل VALEO يبينان كيف يمكن أن تكون أنظمة الحرارة ممتازة وهي:

حساس التلوث

المحفز الضوئي

يؤمن حساس التلوث هواء ذا نوعية جيدة لزيادة الراحة لدى المسافرين في حجرة القيادة. يكشف الحساس ملوثات الهواء الأساسية المؤذية (أول أوكسيد الكربون، ثاني أوكسيد النيتروجين) الموجودة في البيئة.

يوضع هذا الحساس عند مداخل أنظمة التدفئة وتكييف الهواء .

يقوم الحساس عن طريق التحكم الإلكتروني بتحفيز حالة إعادة تدوير الهواء بشكل أوتوماتيكي حامياً حجرة القيادة من الملوثات المؤذية. من الممكن أن تغلق الأجنحة بوقت قصير حوالي 1.8sec وهذا يؤدي إلى انخفاض 20% من تركيز التلوث و 40% انخفاض في استشعار المسافرين للروائح.

يحسّن استعمال المحفز الضوئي هواء الحجرة بسبب عملية تصفية الغازات الملوثة ، حيث يمكن تدمير هذه الغازات تحت تأثير الأشعة فوق البنفسجية لمحفز الضوء. من الطبيعي أن تكون المركبات العضوية كأكسيد النتروجين والكبريت هي المستهدف الأساسي.

يتجدد الحساس الضوئي المصنوع من أكسيد التيتانيوم بشكل ذاتي وبالتالي يكون ذا عمر طويل.

تكون فاعلية النظام بحدود 70% على التولوين بعد 6min في وضع إعادة التدوير، إضافة إلى أنه يمكن أن يقلع أوتوماتيكياً بالعمل مع حساس التلوث.

١٠-٧-٢ تكييف الهواء والتدفئة الكهربائية:

Electric heating and air conditioning

تزايد الطلب على الطاقة الكهربائية بعامة هو الذي أدى إلى الانتقال إلى نظام 42volts. سمح هذا التغيير باعتبار إضافات أخرى في الوقت الحالي بهدف زيادة الراحة وتقليل الاستهلاك والانبعاث، وستلعب أجهزة التحكم بالمناخ دوراً كبيراً بهذا الخصوص.

بعض أجهزة تكييف الهواء الصغيرة التي تعمل على نظام 42volts يجب أن تبقى تعمل على نظام 14volts.

على الرغم من ذلك العنصران الرئيسيان اللذان يعملان في فترة استهلاك الطاقة سوف يعملان على نظام 24volts هما:

محرك النفخ وسخان مقاومة درجة الحرارة الإيجابية.

من الممكن أن تصل الطاقة العظمى لمحرك النفخ إلى W(400)، التي عند نظام 14volts تعني خسارة في التيار تصل إلى (30A).

تكون الطاقة المستهلكة من قبل السخان الكهربائي بحدود W(1500-500) لذلك هناك ضرورة قصوى للتحول إلى نظام 42volts وللأسباب نفسها تعمل ضواغط أنظمة تكييف الهواء الكهربائية على نظام 24volts.

إن استخدام تحكم تعديل النبض العرضي لمحرك النفخ هي طريقة لزيادة معدل السرعة.

إن انهيار تيار المحرك العامل على نظام 42volts سيكون ثلث الحاصل في نظام 14volts،مما يؤدي أيضاً إلى فاعلية محسنة للأجهزة الإلكترونية في السيارة.

الجهاز الثاني الرئيسي هو ضاغط تكييف الهواء، حيث طوّر المصنعين مسبقاً ضواغط ميكانيكية ، مع ذلك تجد أن استعمال ضواغط كهربائية يسمح بتحسينات إضافية بالفاعلية والتحكم .

تستهلك الضواغط الكهربائية KW(4-3) لذلك لن يكون نظام volts 14 عملياً، وأيضاً عندما نقارن كفاءة نظام 14volts المنخفضة (50% تقريباً) تجد أن الآلات التي تعمل على نظام 42volts أكثر جودة و كفاءتها تصل إلى 80% ، وبالمقابل التحول إلى نظام 42volts أيضاً يعني أن التيار الأعظمي للضاغط الكهربائي سيكون أصغر من 100A .

يعدّ الضاغط المقاد كهربائياً العنصر الأكثر فعالية في دارة التكييف الكهربائية وهو عبارة عن مجموعة تكنولوجية لها ميزتان:

١- تصميم فعال يؤمن توزيع حجمي للرطوبة

٢- محرك بفعالية كهربائية عالية

هاتان الميزتان التكنولوجيتان تعنيان أن النظام قادر على مجاراة التغيرات الترموديناميكية للوسط الخارجي.

يوجد أربع عمليات يمكن بواسطتها تقييم هذا النظام :

١- عملية إقلاعه وتوقفه

٢- التحكم بحرارة البطارية

٣- تحسين فعالية التبريد

٤- مدى تسرب عنصر التبريد

يعتمد استهلاك الوقود على استخدام المكابح بشكل رئيسي، ويمكن ملاحظة زيادة استهلاك الوقود خصوصاً داخل المدينة بسبب الضرورة لاستخدام المكابح .عموماً في أوضاع الطقس الباردة أو الحارة أو أحوال الجو السيئة يمكن لهذه الشروط أن تؤثر على المكيفات التقليدية من فئة (HVAC) وذلك بسبب نقل الطاقة الحرارية من المحرك إلى الضاغط عن طريق سيور وهذا يؤثر بشكل سلبي على المحرك، وبالتالي لهذه الأسباب يفضل استخدام الأنظمة الكهربائية.

يبقى الضاغط الكهربائي هو الخيار الوحيد لتأمين درجات الراحة حتى في حال إيقاف عمل المحرك، والميزة الأخرى التي يستفيد منها المستخدمون هي تجنب الضعف بأداء المجموعة أثناء الظروف السيئة وذلك لأن عمل الضاغط مستقل عن سرعة دوران المحرك ، بالإضافة إلى أن النظام الكهربائي نموذج فعال لإزالة الرطوبة من الجو . قد تمنع عملية التدفئة البطيئة في السيارات التقليدية أو تعيق عملية إزالة الغبش عن النوافذ. ستعمل أجهزة التكييف الجديدة على مبدأ إعادة توليد للطاقة بدلاً من استخدام مولدات الطاقة ذات التيار المتناوب وسيتم تخزين هذه الطاقة المتولدة في مجموعة بطاريات حديثة من الليثيوم ذات الأداء الجيد.

تعمل بطاريات الليثيوم بالشكل الأمثل في درجة حرارة فوق الـ 10^0C وهي معرضة للتآكل فوق حرارة 35^0C. لإبقاء درجة حرارة البطارية في المجال المثالي تصبح التدفئة الكهربائية ومكيّف الهواء أمرين أساسيين لأن نظام التدفئة والتكييف سيستمر بالعمل عند توقف أو ركن السيارة.

تطورت فعالية نظام تكييف الهواء الميكانيكي من خلال تقنيات تسمح بتوزيع وضبط سعته، مما يحسّن ويقلل ضغط التبخر وذلك بدوره يعطي توازناً أفضل بين القوة المبردة المنتجة والمطلوبة.

غالباً نفترض أن نظام التكييف التقليدي يجب إعادة تعبئته كل ثلاث أو أربع سنوات، وذلك بسبب تسرب عنصر التبريد. هناك ثلاثة مصادر محددة للتسرب (ناهيك عن أخطاء واضحة):

١- وصلات غير مثالية

٢- خراطيم مرنة نفوذة

٣- الحلقات المطاطية للضاغط

بما أن الضاغط الكهربائي لا يستعمل الحلقات المطاطية سيؤدي ذلك إلى نقص التسرب التام بمقدار 30% ولأنه لن يثبت على المحرك تستعمل أنابيب الألمنيوم بشكل أكثر بدلاً من الأنابيب المطاطية ،مما يعني أن استمرار عملية تكييف الهواء قد تتطور بإزالة استخدام الحلقات المطاطية .

إن عملية تطوير النظام وارتباطها بدرجة الفاعلية تعني أن تكنولوجيا النظام الكهربائي مثالية في المستقبل غير البعيد.

.....

.....

.....

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الحادي عشر

مدخرات السيارات

Vehicle Batteries

Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

مقدمة...

تتنوع السيارات في أشكالها وأحجامها بشكل كبير جداً وتعدّ المدخرة من أهمّ الأجزاء في السّيارة حيث تعمل على مدّ المحرك بالتّيار الكهربائي، وبدوران المحرك يتحرك المولد الكهربائي فيقوم هذا المولد بالدّوران ويحل محل البطارية، فتبدأ السّيارة فعلياً بالحركة نتيجة التّيار الكهربائي الذي يسير من المولد إلى وحدة الإشعال والأحمال الكهربائية والمصابيح وغيرها، وسنتعرف لاحقاً بالتفصيل على مدخرة السّيارة ومكوناتها وكيفية عملها.

يعود الفضل في اكتشاف خلية الحمض-رصاص إلى العالم الفرنسي Gaston Plante عام 1859، وهي تعدّ من أهم الخلايا الثانوية secondary cells وأوسعها انتشاراً؛ لإمكانية شحنها بعد تفريغها. وتستخدم في عربات النقل والشاحنات والطائرت ومحطات توليد الطاقة الاحتياطية وآليات البناء.

باختصار نقول مدخرة السيارة العادية التي تستعمل لبدء تشغيل السيارة تكون عادة بطارية الرصاص التي يمكن إعادة شحنها ذات فرق جهد 12v، مكونة من ست خلايا موصولة على التوالي، وتنتج كل خلية منهم 2.1v فتكون محصلة التوصيل 12.6vعندما تكون كاملة الشحن. تتكون بطارية الرصاص من ألواح من الرصاص مع ألواح من أكسيد الرصاص وكلاهما مغطس في محلول حامض الكبريتيك بتركيز 35% وماء بنسبة 65% ،حيث يتفاعل هذا النظام تفاعلاً كيميائياً تتحرر منه إلكترونات، وينشأ فرق جهد بين ألواح الرصاص وألواح أكسيد الرصاص ويتولد تيار كهربائي عند توصيل قطبي البطارية.عند تشغيل البطارية يتفاعل الحامض مع الألواح منتجاً كبريتات الرصاص، وعند شحن البطارية ينعكس التفاعل الكيميائي بحيث يتحول كبريتات الرصاص إلى أكسيد الرصاص والرصاص وبذلك تستعيد الألواح تركيبها الأصلي، ويمكن للمدخرة أن تعمل من جديد.

يقارب العمر المجدي لخلية الحمض – رصاص 4 سنوات، وقد طُور منها مؤخراً أنواع يبلغ عمرها المجدي 70 عاماً، وتصنع لتنفيذ مهمات خاصة لأغراض الفضاء وغير ذلك.

١١-١ استخدامات المدخرات:Requirements of the vehicle battery

يتم استخدام المدخرات كمصدر للطاقة في السيارة في مرحلة إقلاع المحرك، وبالتالي على المدخرة تحقيق عدد من المتطلبات منها:

١- توفير وتخزين الطاقة لتكون قادرة على تقديم هذه الطاقة بسرعة كافية لتشغيل السيارة.

٢- تشغيل أضواء الآلية أثناء التوقف.

٣- السماح بتشغيل الملحقات عندما يكون المحرك ليس قيد التشغيل.

٤- الحماية من تقلبات نظام الجهد

٥- إبقاء نظم الإنذار في حالة نشطة عند ترك السيارة لفترة من الزمن.

تبين عملياً أن بطارية الرصاص الحمضية هي الأفضل والأنسب للاستخدام مع نظام إقلاع السيارة، وخاصة عندما يتم أخذ التكلفة بعين الاعتبار.

يضاف إلى المتطلبات المذكورة أعلاه شرط أن تكون هذه المدخرة قادرة على القيام بجميع ماذكر أعلاه وظائف على نطاق واسع درجة الحرارة $(-30....+70^{0}C)$ بحيث يغطي هذا المجال المناطق شديدة البرودة كما هو الحال للمناطق الحارة.

١١-٢ الاختيار الصحيح للمدخرة: Choosing the correct battery

يعتمد الاختيار الصحيح للمدخرة على تحقيق شرطين :

أ-القدرة على تمكين المقلع من بدء السرعة في ظل ظروف شديدة البرودة

ب-القدرة على تشغيل بعض التجهيزات الثانوية عندما لا يكون المحرك قيد التشغيل.

يعتمد الشرط الأول من هذين الشرطين على الطاقة المطلوبة من قبل المقلع والطاقة المتاحة من المدخرة، الشكل(١١-١).

الشكل(١١-١):الطاقة المطلوبة لتشغيل المقلع والطاقة المتاحة من المدخرة بتابعية درجة الحرارة

١١-٣ تحديد موقع المدخرة في السيارة:Positioning the vehicle battery

عند اختيار موقع لمدخرة السيارة ينبغي النظر في العديد من النقاط الأساسية:

١-توزع وزن مكونات السيارة.

٢- القرب من المقلع للحد من طول الكابل.

٣- الحماية من التلوث.

٤- درجة الحرارة المحيطة.

٥- الاهتزاز والحماية.

من الطبيعي أن تتفاوت هذه النقاط من سيارة لأخرى من حيث النوع والاستخدام ومتوسط درجة حرارة التشغيل.

١١-٤ بطاريات الرصاص الحمضية: Lead-acid batteries

١١-٤-١ المكونات (البنية):Construction

حتى بعد أكثر من مئة عام من التنمية ووجود الكثير من الأبحاث في أساليب أخرى لتخزين الطاقة، لا تزال مدخرات الرصاص الحمضية أفضل اختيار للاستخدام على السيارات، وخاصة عندما تؤخذ التكاليف وكثافة الطاقة في الاعتبار ولو أنها ثقيلة الوزن وتحتوي على كثافة طاقية منخفضة لا تتعدى 30W.hr/Kg .

تمّ في الآونة الأخيرة تغييرات تدريجية على المدخرات وأصبحت المدخرة المختومة التي لا تحتاج إلى أي من أعمال الصيانة شائعة الاستخدام نظراً لمزاياها من حيث الموثوقية وطول العمر الاستثماري وفترة الضمان .

٢-٤-١١ تركيب المدخرة السائلة:

-الغلاف الخارجي: يصنع من المطاط المضغوط أو البكالايت، و يقسم من الداخل إلى حجرات لاحتواء الصفائح و تسمى هذه الحجرات بالخلايا.

- الغطاء العلوي: يصنع من نفس مادة الغلاف الخارجي، و يعمل على حماية الأجزاء الداخلية للمركم من العوامل الخارجية، و يوجد في الغطاء فتحات بعدد خلايا المركم و ذلك لملء المركم بالمحلول من خلالها.

-الصفائح: و هي عبارة عن ألواح على شكل شبكة تحتوي على فراغات تملأ بالمادة الفعالة (أول أكسيد الرصاص أو الرصاص) بحسب نوع الصفائح، و تقسم الصفائح إلى نوعين رئيسيين.

أ) الصفائح الموجبة: تملأ فراغات الألواح الموجبة بمادة أول أكسيد الرصاص و تتميز بلونها البني الغامق.

ب) الصفائح السالبة: تملأ فراغات الألواح السالبة بمادة الرصاص، و تميّز بلونها الرمادي، ويزيد عدد الألواح السالبة عن الألواح الموجبة بلوح واحد.

- الصفائح أو الألواح العازلة: تصنع من مادة عازلة مثل البلاستيك أو المطاط أو الألياف الزجاجية، و تعمل على الفصل بين الألواح الموجبة والألواح السالبة، و يكون أحد سطحي الألواح العازلة ناعم الملمس ويكون من جهة الصفائح السالبة، أما السطح الأخر فيكون ذا أخاديد ويكون من جهة الصفائح الموجبة، وتكون الصفائح العازلة مسامية وذلك لتسمح بمرور المحلول من خلالها وانتقاله من الألواح الموجبة إلى الألواح السالبة.

- السائل الحمضي : يتكون المحلول من حمض الكبريت المخّفف، و يضاف المحلول إلى المركم بحيث يغطي جميع الألواح.

تتكون المدخرة الأساسية (12V) من ست خلايا متوضعة داخل علبة من البولي بروبيلين وترتبط بعضها مع بعض على شكل سلسلة بحيث يكون توتر كل منها(2V) والشكل(١١-٢) يبين المكونات الرئيسة للمدخرة .



الشكل(١١-٢): المكونات الرئيسة للمدخرة

تتألف خلية الحمض-رصاص كما هو مبين في الشكل(١١-٢) من قطب رصاص Pb ، هو القطب السالب للخلية، وقطب من ثاني أكسيد الرصاص PbO_2 مغمورين في محلول كهرليتي electrolyte ناقل للتيار هو حمض الكبريت الممدّد H_2SO_4 ، وتولّد بين طرفيها جهداً كهربائياً يساوي 2V نتيجة تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

لدى وصل الخلية بدارة خارجية يتحلّل القطب السالب إلى إلكترونات حرة وأيونات رصاص موجبة بحيث تدور الإلكترونات في الدارة الخارجية، وتتفاعل أيونات الرصاص مع أيونات الكبريتات SO_4 في المحلول الكهرليتي مشكلة كبريتات الرصاص $PbSO_4$ ، ولدى دخول الإلكترونات إلى الخلية يحدث تفاعل في القطب الموجب$PbO2$ ؛ إذ يتحد ثاني أكسيد الرصاص مع أيونات الهيدروجين في المحلول الكهرليتي وينتج عن التفاعل ماء H_2O ويتحرر الرصاص في المحلول الكهرليتي ليشكل كبريتات الرصاص$PbSO_4$.

تفقد خلية الرصاص مقدرتها على توليد التيار الكهربائي بالتدريج نتيجة تحول حمض الكبريت إلى ماء، وتحول المسريين إلى كبريتات الرصاص، إلا أنه لدى شحن الخلية بتيار كهربائي فيها وبالاتجاه المعاكس، تجري التفاعلات الكيميائية المذكورة أعلاه بالاتجاه المعاكس، وتعود الخلية إلى كامل قدرتها في توليد التيار الكهربائي.

١١-٥ تصنيف البطاريات:

ببساطة يمكن تصنيف المدخرات من حيث التيار الذي تنتجه ووقت المحافظة على هذا التيار ، وهذا يعتمد على سرعة التفاعل الكيميائي، الذي بدوره يتحدّد من خلال عدد من العوامل منها المساحة السطحية للوحات، ودرجة الحرارة ، وتيار الشحن.

أيضاً عند التصنيف لابد من معرفة المدخرة، حيث تمتاز مدخرة الحمض-رصاص بمقاومة داخلية منخفضة، وبالتالي هي قادرة على تقديم تيار كهربائي عالٍ، ولكل مدخرة إضافة إلى الجهد الذي تولده سعة capacity تقاس بواحدة الأمبير ساعة –Ampere hours ويرمز لها اختصاراً بـ Ah فالمدخرة التي سعتها 120 Ah تولد تياراً شدته 12A لمدة 10hr أو 24A لمدة 5hr .

من العوامل التي تؤثر في سعة المركم :

*مساحة سطح الألواح الموجبة والسالبة

*سمك المادة الفعالة على الصفائح

*حجم و كثافة محلول المدخرة

*درجة حرارة المحلول

*مسامية المادة الفعالة والصفائح العازلة

*معدل تيار التفريغ

١١-٦ شحن المدخرة وأعمال الصيانة:Maintenance and charging

١١-٦-١ الصيانة :في الوقت الحاضر معظم البطاريات المتوفرة من نوع الذي لا يحتاج إلى صيانة، هذا يعني أن المطلوب القليل من الاهتمام بها خلال مرحلة استثمارها فحسب، ومع ذلك، لا تزال هناك حاجة إلى مواصفات محددة للسائل الحمضي ولا تزال عرضة للتآكل قليلاً ، ومن الضروري أن تبقى أسطحها نظيفة وكذلك الأقطاب مما يساعد على خفض معدل التفريغ الذاتي .أيضاً من غير المسموح تفريغ المدخرة إلى ما دون 70٪ لفترة طويلة مما قد يؤثر على إعادة شحنها. عند ترك المدخرة وتخزينها لفترة طويلة من الضروري شحنها بشكل دوري لكي لا تتصلب الألواح وتصبح كبريتية.

١١-٦-٢ شحن بطارية الرصاص الحمضية:

Charging the lead-acid battery

تختلف بعض الشيء التوصيات المتعلقة بشحن المدخرة باختلاف الشركات المصنعة . بكل الأحوال يجب أن تضمن لنا عملية إعادة الشحن إعادة المدخرة إلى سعتها نفسها " أمبير ساعة" بالإضافة إلى احتياطي بسيط للتعويض عن الضياعات. من الواضح أن السؤال الرئيسي حول شحن المدخرات ليس عن طريقة الشحن، ولكن المهم هنا هو معدل الشحن.

التوصيات القديمة كانت تنص على أن تيار شحن المدخرة يجب أن يكون بحدود 0.1 من سعتها لمدة عشر ساعات أو أقل بقليل.

تشحن المدخرات الرصاصية عادة تحت جهد يساوي 2.3V لكل خلية، وينبغي أن تستمر عملية الشحن حتى يبلغ جهد الخلية قيمته المحددة، ويستعيد المحلول الكهرليتي كثافته النسبية الاعتيادية وهي ما بين $1.2\text{-}1.3\ g/cm^3$. تتجلى استعادة المدخرة الرصاصية الموضوعة تحت الشحن لنشاطها، من خلال ظهور فقاعات من الهيدروجين والأكسجين من المدخرة نتيجة تحلّل الماء كهربائياً، وبسبب تبخر جزء من المحلول الكهرليتي ينبغي الانتباه إلى تعويض هذا النقص، بحيث تبقى أقطاب المدخرة مغمورة دوماً بالمحلول

الكهرليتي، وذلك بإضافة ماء مقطر إليها أو محلول حمض الكبريت الممدّد، كما ينبغي ألا يسمح بهبوط الكثافة النسبية للمحلول الكهرليتي عن $1.12g/cm^3$.

- تجربة توضيحية على إحدى أنواع المدخرات:

توتر المدخرة (V)	كثافة السائل الحمضي g/cm^3	حالة المدخرة
12V	1.14	قبل الشحن
13V	1.285	بعد الشحن
13V	1.285	قبل التفريغ
11V	1.14	بعد التفريغ

يبين الشكل (١١-٣) العلاقة بين توتر الشحن وتيار الشحن.

يلخص الجدول (١١-١) تقنيات الشحن لمدخرة الرصاص الحمضية.

الشكل(١١-٣): طريقتا شحن المدخرة والعلاقة بين توتر الشحن وتيار الشحن

الجدول(١١-١): تقنيات الشحن لمدخرة الرصاص الحمضية

١١-٧ تشخيص أعطال المدخرات:
Diagnosing lead-acid battery faults

يمكن أن تتعرض المدخرات لبعض المشاكل وخاصة تلك المتعلقة بانخفاض مستوى الشحن أو انخفاض قدرتها، ومن الممكن أن يعزى ذلك إلى جزء آخر من السيارة مثل نظام الشحن. يبين الجدول (١١-٢) بعض المشاكل التي يمكن أن تواجهها مدخرات الرصاص الحمضية.

يمكن استخدام مقياس كثافة السائل الحمضي(الهيدروميتر) المبين في الشكل(١١-٤) لمعرفة مستوى شحن المدخرة، فمثلاً عندما تكون المدخرة مشحونة بالكامل ستكون كثافة السائل $1.280g/cm^3$، وعندما تكون نصف مشحونة ستكون الكثافة $1.200g/cm^3$ ،وأخيراً عندما تكون فارغة بالكامل ستكون الكثافة $1.130g/cm^3$.

الشكل(١١-٤): مقياس كثافة السائل الحمضي

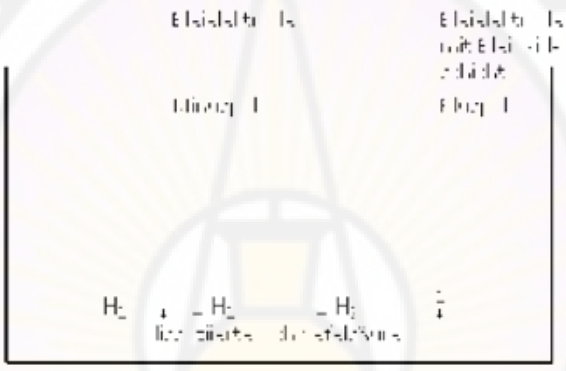
الجدول(١١-٢): بعض المشاكل التي يمكن أن تواجهها بطاريات الرصاص الحمضية بالنسبة للمدخرات التي لا يمكن قياس كثافة السائل الحمضي لها (المغلقة) ممكن معرفة نسبة شحنها بقياس توترها فحسب بالاستفادة من الجدول(١١-٣).

وكذلك يبين الشكل(١١-٥) جهاز الفولتميتر لقياس نسبة تفريغ المدخرة من خلال وصله مع نهاياتها حيث يعطي قراءة تعبر عن مقدار توتر المدخرة عند التفريغ القاسي.

الشكل(١١-٥): جهاز الفولتميتر

الجدول(١١-٣):تحديد مقدار شحن المدخرة

*التفاعلات الكيميائية في مدخرات الرصاص:



لتوضيح طريقة عمل بطارية الرصاص نعلم أن القطب الموجب يكون من أكسيد الرصاص، والقطب السالب عبارة عن لوح من الرصاص، وتبلغ كثافة الطاقة في بطارية الرصاص 0.11 مليون جول /كيلوجرام ، في حين أن البطاريات الحديثة مثل بطارية النيكل- هيدريد المعدنية NiMH تحوي أربعة أضعاف تلك الكثافة.

الآن عند تشغيل المدخرة تجري التفاعلات الكيميائية التالية:

القطب السالب:

القطب الموجب:

في هاتين المعادلتين تعني:

Pb لوح الرصاص

PbO_2 أكسيد الرصاص

$SO4^{-2}$ أيون الكبريتات

$PbSO4$ كبريتات الرصاص

H_3O^+ أيون ماء موجب الشحنة

e^- إلكترون

H_2O ماء

يجري هذان التفاعلان أثناء تشغيل المدخرة وسحب التيار منها، أما أثناء عملية شحن المدخرة فتجري تلك التفاعلات في الاتجاه المضاد.

وبجمع تفاعلي القطب الموجب والقطب السالب يمكن كتابة التفاعل الكلي بحسب المعادلة:

[illegible]

وطبقاً لسير ذلك التفاعل من اليسار إلى اليمين أثناء تشغيل المدخرة يتحول كل من الرصاص وأكسيد الرصاص بالتفاعل مع حمض الكبريتيك إلى كبريتات الرصاص وينتج عن ذلك ماء وطاقة كهربائية، ويسير التفاعل من اليمين إلى اليسار أثناء شحن المدخرة بوساطة مصدر كهربائي خارجي.

ويمكننا تعيين فرق جهد المدخرة الناتج بوساطة جدول جهد القطب القياسي standard electrode potential :

[illegible]

نجد في الجدول الجهد الكهربائي للوح الرصاص Pb يساوي (036V-، والجهد الكهربائي للوح أكسيد الرصاص PbO_2 يساوي 1.68V+) .

ونحصل على فرق الجهد بطرح الجهدين بعضهما من بعض، أي:

[illegible]

أي أن القوة الكهربائية الدافعة للمدخرة تبلغ 2.04V ، وهذا هو فرق جهد المدخرة عندما يكون التيار مساوياً للصفر. وعند تشغيل المدخرة وسحب تيار منها ينخفض فرق الجهد بين القطبين عن القوة الكهربائية الدافعة المحسوبة.

يبين الجدول(١١-٤) العوامل المؤثرة على جهد المدخرة:

الجدول(١١-٤): العوامل المؤثرة على جهد المدخرة

١١-٨ مفهوم كفاءة المدخرة والتفريغ الذاتي:

يتم عادة تحديد كفاءة المدخرات من خلال مفهوم كفاءة المدخرة مقدرة بـ Ah أو من خلال مفهوم كفاءة طاقة المدخرة وبالاستفادة من العلاقتين:

حيث:

p_d: طاقة/قدرة تفريغ المدخرة

t_d: زمن تفريغ المدخرة

P_c: طاقة/قدرة شحن المدخرة

t_c: زمن شحن المدخرة

***التفريغ الذاتي: Self-discharge**

من الممكن أن تتعرض جميع المدخرات للتفريغ الذاتي، حيث يبلغ معدل التفريغ اليومي 0.2-1% من قدرتها يومياً. ويمكن أن يزداد التفريغ الذاتي مع درجة الحرارة وعمر المدخرة ، ويكون ناتجاً عن العمليات الكيميائية والتغييرات داخل المدخرة أو بسبب تسرب

التيار عبر الجزء العلوي من المدخرة، لا سيما إذا كان سطحها غير نظيف.وهذه المشكلة تكون أقل بكثير مع البطاريات المختومة.

إذن يحدث التفريغ الذاتي من جراء تفاعل أكسيد الرصاص مع حمض الكبريت حتى في حالة عدم سحب التيار من البطارية لكونه ليس خاملاً بالنسبة لحمض الكبريتيك ، إلا أن الجهد الذي يمارسه الهيدروجين في المحلول الحامضي يعمل على تخفيض سرعة هذا التفاعل غير المرغوب فيه نظراً لأنه يعمل على التفريغ البطيء للبطارية رغم عدم استعمالها.

١١-٩ التطورات المتعلقة بتخزين الطاقة الكهربائية:

Developments in electrical storage

١١-٩-١ بطارية الرصاص الحمضية Lead-acid battery developments

مع التطور التكنولوجي الحادث على جميع المستويات لم تتغير مدخرات الرصاص الحمضية بشكل كبير منذ اختراعها من قبل العالم الفرنسي Gaston Plante عام 1859 حتى الآن، ناهيك عن تطوير نظام مراقبة دقيقة للشحن وظهور المدخرات المختومة التي لا تحتاج لأعمال الصيانة .

أيضاً توجهت الشركات نحو إنتاج مدخرات مخصصة لاستخدامها لأغراض خاصة منها المدخرات ذات دورة التفريغ العميق والمدخرات التي تستخدم الجل بدلاً من المحلول الكهرليتي، التي من مميزاتها نذكر:

١- قابلية التفريغ البطيء لمدة زمنية طويلة.

٢- فقد أقل في حالة التخزين.

٣- قابله للتموضع راسياً أو أفقياً ومقاومة للصدمات والاهتزازات.

٤- تتحمل درجات الحرارة المرتفعة.

٥- دورة حياتها أطول ولا تحتاج الى صيانة.

ولكن بالمقابل من سلبياتها:

١- تيار شحن وتفريغ أقل ولا يتجاوز 20% من سعتها انخفاض سرعة التفاعلات الكيميائية فيها.

٢- تحتاج إلى منظم شحن أو شاحن ذو ٣ مراحل وفولتيه شحن (13.6-13.9v) .

٣- تتأثر سريعاً بالشحن الزائد أو التفريغ السريع وربما يسبب في تلفها.

٤- تحتاج عند استخدامها للإنارة إلى روافع جهد بمواصفات عالية ومكلفه.

٥- لم تثبت حتى الآن كفاءتها للاستخدام على السيارات.

أيضاً من التطورات المثيرة للاهتمام هناك المدخرات التي تستخدم الأنتميون-الرصاص (pbsb/Lead-antimony) لشبكة ألواح المدخرة الموجبة وكالسيوم الرصاص (PbCa) لشبكات الألواح السالبة للمدخرة مما انعكس إيجاباً على عمر المدخرة.

١١-٩-٢ خلايا الوقود:

تعمل خلايا وقود الهيدروجين على إنتاج الكهرباء بتفاعل كهربائي كيميائي باستخدام الهيدروجين والأكسجين، وتستخدم هذه الخلايا الكهروكيميائية لإنتاج الطاقة الكهربائية بتزويد الخلية بغازي الأكسجين والهيدروجين على نحو مستمر، حيث يتأكسد الهيدروجين عند المصعد إلى(بروتونات) التي تتجه داخل وسط الكهرليتي إلى المهبط و (إلكترونات) التي تتجه من خارج الخلية إلى المهبط حيث يلتقي الجميع مع الأكسجين الذي يختزل لتكوين الماء.

يوجد أنواع متعددة من خلايا الوقود والتي يمكن تصنيفها بحسب مجال الاستخدام و نوع المحلول الكهرليتي. فعلى سبيل المثال تعد تلك التي تستخدم الخزف الموصل لأيون الأكسجين أفضل للاستخدام المنزلي للتزود بالكهرباء والحرارة. وتعد الخلايا الوقود من أكثر وسائل توليد الطاقة حفاظًا على البيئة، ولهذا تحظى باهتمام كبير ويتم السعي نحو تطويرها وتسخيرها مستقبلاً في تسيير السيارات وإمداد المنازل بالتيار الكهربائي، وهذه الأخيرة قد يصل وزنها إلى عدة أطنان.

يبين الشكل (١١-٦) تمثيل مبسط لخلية الوقود.

الشكل (١١-٦): تمثيل مبسط لخلية الوقود الهيدروجيني

تاريخ ابتكارها:

شهد منتصف القرن التاسع عشر الميلادي اختراع تقنية خلايا الوقود الهيدروجينية في إنجلترا على يد السير وليام روبرت جروف . ولكن نظراً لعدم جدوى استخدامه في تلك الفترة، ظل هذا الاختراع حبيس الأدراج لأكثر من ١٣٠ سنة تقريباً. وعادت خلايا الوقود مرة أخرى إلى الحياة في الستينيات، وذلك عندما طورت شركة «جنرال إليكتريك» خلايا

تعمل على توليد الطاقة الكهربائية اللازمة للاستخدام في سفينتي الفضاء الشهيرتين «جيمني» و أبولو، بالإضافة إلى توفير مياه نقية صالحة للشرب لرواد الفضاء .كانت الخلايا الأولى في تلك المركبتين كبيرة الحجم وباهظة التكلفة، لكنها أدت مهامها دون وقوع أي أخطاء، واستطاعت أن توفر تياراً كهربائياً وكذلك مصدراً للمياه النقية الصالحة للشرب في مركبات الفضاء.

ومن الممكن أن نجري مقارنة بين تقنية خلايا الوقود الهيدروجينية وبطارية السيارة، ففي حين أن البطارية الرصاصية تخزن الطاقة بواسطة العامل المؤكسد بداخلها مما يستوجب إعادة شحنها من حين لآخر، تجد أن خلايا الوقود تعمل على اتحاد عنصري الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الكهرباء، وهي تعمل بصفة مستمرة بواسطة مخزون من غاز الهيدروجين مخزن تحت ضغط عال يصل إلى نحو ٧٠٠ ضغط جوي لتقليل حجمه وتأخذ الأكسجين من الجو. تشحن السيارة التي تعمل بخلايا الوقود بنحو 4Kg من الهيدروجين تكفي لسير السيارة الصغيرة مسافة نحو 350Km .

تتكون خلايا الوقود من رقائق مسطحة معدنية تتحد على سطحها جزيئات الهيدروجين والأكسجين بنسبة ١:٢ لتكوين الماء H_2O وتنتج كل شريحة منها ١v من الكهرباء، وهذا يعني أنه كلما زاد عدد الشرائح المستخدمة، زاد الجهد الكهربائي للخلايا.

التركيب:

تتكون خلية الوقود من أقطاب تفصلها أغشية مناسبة نصف نفوذة أو تكون الأقطاب التي تكون على شكل ألواح مغمورة في سائل يسمح بتوصيل الأيونات . تتكون الخلية من ألواح معدنية أو أسطوانات رقيقة جداً من الكربون مغطاة بمادة محفزة مثل البلاتين أو البلاديوم . توجد تلك الألواح بأعداد كبيرة في الخلية وتكون مغمورة في سائل كهرليتي حمضي أو قلوي، وتختبر لها أنواع أخرى من السوائل مثل مصهور الكربونات القلوي أو السيراميك مع وجود أغشية تفصل الألواح المعدنية بعضها عن بعض.

ينتج التيار الكهربائي بواسطة تفاعل الأكسجين مع الهيدروجين، وتختبر تفاعل مواد عضوية مثل الميثان أو الميثانول مع الأكسجين. ويقوم الكهرليت بتوصيل كلا عضوي التفاعل إلى ألواح الخلية لكي تتفاعل بعضها مع بعض إلى أسطح الأقطاب.

ينتج عن تفاعل الهيدروجين مع الأكسجين جهد كهربائي يبلغ نظريًا 1. عند درجة حرارة 25^0C ، ولكننا نحصل عملياً على طاقة بين 0.5-1v. يعتمد الجهد الكهربائي الناتج على نوع العنصرين المتفاعلين وعلى كفاءة مواد بنائها ومحفز التفاعل، كما يعتمد على درجة الحرارة.

وإذا أخذنا مثالاً عملياً يوضح لنا أهمية خلية الوقود التي تعمل بالهيدروجين في السيارات نقول أنه توجد في ألمانيا نحو 50 محطة لشحن الهيدروجين في السيارات حتى عام 2015 ويعدّ هذا العدد قليلاً، وهو أقل من المخطط له سابقاً. كما أن عدد السيارات التي تسير في ألمانيا بخلايا الوقود قد بلغ في عام 2014 نحو 24000 سيارة فقط ، أقل من الذي كان مخطط له بنحو 100000 سيارة من هذا النوع .

من جهة أخرى تعمل بعض السيارات الأخرى ببطاريات ليثيوم-أيون كبيرة . وكانت شركة مرسيدس تنتج تلك البطاريات وتعتزم وقف أنتاج بطاريات الليثيوم-أيون من نوع "ليثيوم-تك " في عام 2015 ، وستتركه لمنتجين متخصصين آخرين ، وتركز إنتاجها على إنتاج السارات. ومن المعروف أن الصين من أكثر الدول في إنتاج بطاريات الليثيوم-أيون الكبيرة الخاصة بالسيارات ، وتتجه إليها مصانع السيارات العالمية لتزويد سياراتها بتلك البطاريات . وتستفيد الصين من ذلك استفادة كبيرة بسبب قلة تكلفة العمالة لديها مقارنة بكلفة العمالة في أوروبا وأمريكا.

حاليا تصنع سيارات تعمل بخلية الوقود ولكنها لا زالت قليلة ومرتفعة الأسعار. ارتفاع أسعار تلك السيارات يرجع إلى ارتفاع أسعار الخلية وعلى الأخص المواد المحفزة للتفاعل

مثل البلاتين والبلاديوم .كذلك لا يزال انتشار محطات تزويد الهيدروجين للسيارات محدوداً (وضع عام 2014)، وانتشارها يحتاج إلى بنية تحتية كبيرة واستثمارات بالغة.

.....

.....

.....

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثاني عشر

أنظمة الإشعال في المحرك

Ignition Systems

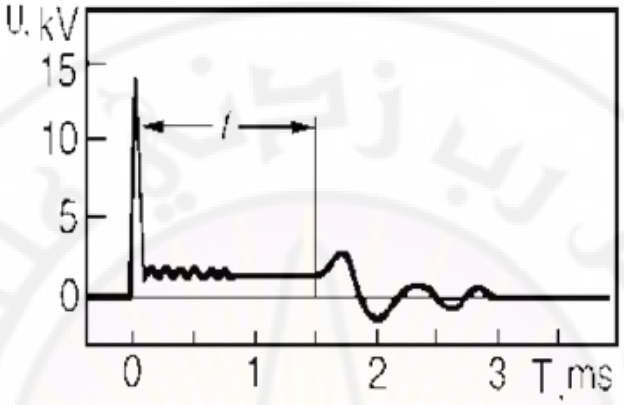
Damascus University

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

١٢-١ مقدمة عن أنظمة الإشعال في المحرك

الإشعال Ignition هو عملية إطلاق شرارة على شكل قوس كهربائية بين قطبي شمعة الإشعال Plug Spark في حجرة احتراق المحرك فتسبب التهاب مزيج الوقود والهواء المضغوط واحتراقه. يستخدم الإشعال بالشرارة في محركات الاحتراق الداخلي العاملة بالوقود الخفيف السائل أو الغازي. يتم خلط الهواء مع الوقود خلال شوط السحب ليصبح متجانساً قابلاً للاحتراق قبل دخوله أسطوانات المحرك. يتميز الخليط بمعامل فائض الهواء الذي يعبر عن كمية الهواء الداخلة في حرق 1kg من الوقود، ويكون هذا المعامل مساوياً الواحد عند الكمية المثالية للاحتراق وهي 14.5kg هواء. يكون المعامل أكبر من الواحد عندما تزيد كمية الهواء عن ذلك ويسمى الخليط فقيراً بالوقود، وعلى العكس يكون المعامل أقل من الواحد عندما تقل كمية الهواء عن الكمية الضرورية ويسمى الخليط غنياً بالوقود. تختلف قيمة معامل فائض الهواء وسطياً 0.8-1.2 بحسب حمل المحرك وسرعة دورانه. تتكون ظروف إشعال الخليط في نهاية شوط الضغط في المحرك عند ضغط 20-30bar لنسبة انضغاط (8-12) وعند درجة حرارة 400-500^{0}C، وهي قيم تقل عن حدود الاشتعال الذاتي للخليط. للاستفادة القصوى من طاقة احتراق المزيج لابد من إطلاق الشرارة بقوة كافية وفي لحظة معينة قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا خلال شوط الضغط بزاوية تسبيق مناسبة. يقوم منظم تسبيق الإشعال Ignition-advance mechanism بمهمة تغيير هذه الزاوية لكي تتزامن مع عمل المحرك في مختلف سرعات دورانه وأحماله. إن اعتماد نسب انضغاط عالية (11-13) في محركات البنزين وعند قيم معامل فائض الهواء أعلى من 1.3، بهدف الحصول على استطاعة نوعية عالية مع معدل استهلاك منخفض للوقود، يزيد الخطر المحتمل لاشتعال المزيج ذاتياً أو بروز ظاهرة الطرق Knock(الصفع) في عملية الاحتراق، خلالها تنتشر جبهة الضغط في حجرة الاحتراق بسرعة عالية تصل إلى سرعة الصوت. في هذه الحالة تتضرر قطع المحرك المتحركة ضمن أسطواناته. لذلك لمنع هذه الحالة توضع إضافات خاصة لوقود البنزين لرفع رقم الأوكتان Octane Number ما يؤدي إلى كبح الاشتعال الذاتي الممكن حدوثه. ويتم عيار زاوية تسبيق الإشعال بدقة أعلى بواسطة وحدة تحكم

إلكترونية اعتماداً على إشارات من حساسات لمؤشرات مثل سرعة الدوران والحمل ودرجة حرارة تبريد المحرك ومعامل فائض الهواء وغيرهم.



الشكل(١٢-١): توتر وزمن إطلاق وتفريغ الشرارة

يتطلب إطلاق الشرارة بين قطبي شمعة الإشعال توتراً عالياً يبلغ في حالات عمل المحرك الطبيعية المستقرة 15-20Kvolts مع طاقة إشعال صغيرة ٣٠-٥٠ ميلي جول، وتصل درجة حرارة الشرارة إلى 1000 درجة مئوية والمدة بين إطلاق الشرارة وتفريغها 1-1.5msce . تشمل عملية الإشعال المراحل الدورية التالية:

- اختزان الطاقة الكهربائية التحريضية اللازمة وتحويلها إلى نبضات متواترة مع التحويل إلى التوتر العالي المطلوب في ملف الإشعال.
- توزيع نبضات التوتر العالي على الشمعات بحسب ترتيب الإشعال في أسطوانات المحرك وإطلاق الشرارة وإشعال المزيج في اللحظة المناسبة.

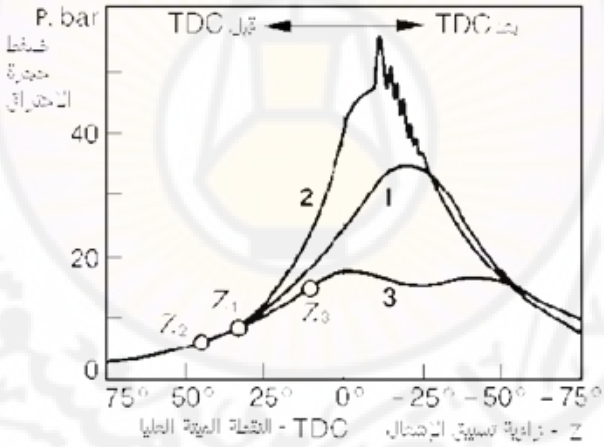
تؤثر جودة الإشعال، بنسبة كبيرة في مؤشرات أداء المحرك واقتصاد عمله وفي الغازات المنبعثة لذلك يجب أن تتصف منظومة الإشعال بثقة وفعالية عاليتين في العمل. إن المحركات العاملة بالشرارة ذوات سرعات الدوران العالية وعدد الأسطوانات الكبير تتطلب معدلاً عالياً للشرارة لا يقل عن 20000 شرارة في الدقيقة. يمثل معدل تكوين الشرارات في المحرك بالعلاقة التالية:

$$F = \tau z n/8$$

حيث τ– عدد أشواط المحرك، z– عدد أسطوانات المحرك، n– سرعة الدوران د/د.

١٢-٢ تسبيق الإشعال:

إن تغيير توقيت الإشعال يؤثر في أداء المحرك ومعدل استهلاك الوقود والغازات المنبعثة. عند زوايا تسبيق كبيرة يرتفع عزم الدوران وينخفض معدل استهلاك الوقود لكن يرتفع معدل انبعاث أكاسيد الأزوت والهيدروكربونات، ويمكن أن يؤدي إلى ظاهرة الطرق. أما التأخير في الإشعال يؤدي إلى درجات حرارة أعلى للغازات الناتجة. يبين الشكل(١٢-٢) تأثير توقيت الإشعال في مخطط الضغط الفعال في الأسطوانة. لذلك لتحديد توقيت الإشعال يوجد في المنظومة جهاز تسبيق خاص يعتمد غالباً على مبدأ ميكانيكي مثل دوران أثقال نابذة لاعتبار تغير سرعة الدوران وعلى قوة الخلخلة في الضغط لاعتبار تغير الحمل.

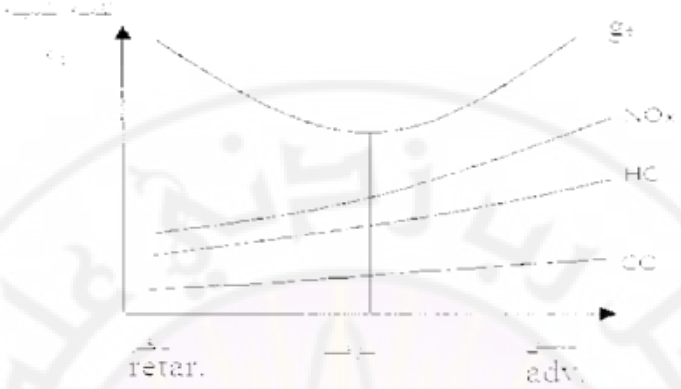


الشكل(١٢-٢) تأثير زاوية تسبيق الإشعال في الضغط العامل

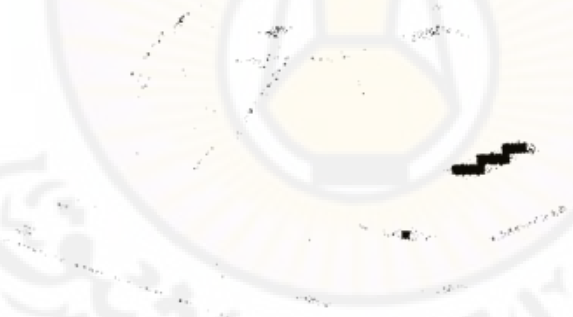
حيث:

Z_1 زاوية تسبيق صحيحة، Z_2 زاوية تسبيق زائدة (تقديم في الإشعال)، Z_3 زاوية تسبيق قليلة (تأخيرفي الإشعال).

في الشكل (١٢-٣) نبين تأثير زاوية تسبيق الإشعال في الاستهلاك النوعي للوقود ge وفي الانبعاثات.



الشكل (١٢-٣): تأثير زاوية تسبيق الإشعال Ignition Angle



الشكل (١٢-٤):علاقة زاوية تسبيق الإشعال بالحمل وسرعة الدوران

أما منظومة التحكم الإلكترونية في عمل المحرك فتساهم بدقة أعلى في برمجة توقيت الإشعال بحسب تغير مؤشرات عدة، مثل حمل المحرك وسرعة دورانه ودرجة حرارته

وغيرهم، وتسعى منظومة تسبيق الإشعال هذه إلى التوقيت المناسب في سبيل الأداء الأفضل، الشكل(١٢-٤).

١٢-٣ الإشعال بالضغط:

يستخدم لإشعال خليط الهواء والوقود في محركات الديزل. يتم بخ رذاذ الوقود في حجرة الاحتراق في نهاية شوط الضغط، وتحت تأثير ارتفاع كل من حرارة الهواء المضغوط إلى $700-900^0C$ وضغطه إلى 30-55bar يتشكل الخليط ويشتعل ذاتياً من دون شرارة. تنشأ جبهة اللهب وتنتشر إلى كامل حجرة الاحتراق خلال فترة قصيرة. يتصف وقود الديزل برقم السيتان Cetane Number الذي يعبر عن إمكانية اشتعال الوقود الذاتي تحت تأثير الضغط والحرارة.

منظومة الإشعال: تتألف منظومات الإشعال من عناصر متكاملة تضمن تشغيل المحرك العامل بالشرارة. يوجد نمطان لهذه المنظومات يتميز أحدهما عن الأخر بطريقة التغذية الكهربائية، وهما: الإشعال بالمدخرة Battery ignition المستعمل أساساً في محركات رباعية الأشواط، والإشعال بالمغنيط Magneto ignition الذي يعمل بلا مدخرة ويستخدم في محركات ثنائية ورباعية الأشواط ، كما في الدراجات النارية وبعض الجرارات وفي المحركات الغازية ومحركات مجموعات التوليد الكهربائية الصغيرة وفي المكنات المتنقلة والثابتة.

١٢-٤: مبدأ عمل منظومة الإشعال

يعتمد مبدأ عمل معظم أنواع منظومات الإشعال على ما يلي:

- تحقيق التحريض الحثي بالوشيعة Coil induction لدى هبوط شدة التيار الأولي هبوطاً حاداً، أو تحت تأثير التفريغ السعوي Capacitor Discharge لشحنة مكثفة الإشعال من أجل إنتاج قدرة كهربائية للإشعال الدوري في الدارة الأولية.

- تحقيق التيار الأولي بوجود مقطع Contact breaker(تماسات البلاتين) أو مع مولد نبضات كهربائية Pulse generator لإعطاء الشرارة بالمعدل المطلوب بحسب سرعة دوران المحرك وعدد أسطواناته.

- استخدام أنصاف النواقل Semiconductors كالديود والترانزيستور والثايرستور في منظومات الإشعال الإلكترونية لزيادة فاعلية الإشعال وجودته.

- وجود محول تحريضي Transformer لرفع التوتر الأولي للنبضات الكهربائية إلى قيمة التوتر الثانوي العالي المطلوب لإطلاق الشرارة.

- وجود موزع Distributor لنبضات التوتر العالي إلى الشمعات بحسب ترتيب الإشعال في أسطوانات المحرك. علماً أن بعض منظومات الإشعال الإلكترونية تعمل دون موزع حيث تخصص لكل أسطوانة منظومة فرعية خاصة لتوليد الشرارة وإعطائها إلى شمعة الإشعال.

ملف الإشعال Ignition coil: هو من الأجزاء الأساسية لمنظومة الإشعال على شكل وشيعة تقوم بمهمة تخزين القدرة الكهربائية التحريضية E عند تخامد تيار الملف الأولي خلال أجزاء من الثانية. تحوّل هذه القدرة في الملف الثانوي إلى توتر عال U يصل إلى20-30Kvolts، الذي يعطى إلى أقطاب شمعة الإشعال لإطلاق الشرارة. تؤمن وشيعة الإشعال شرارة واحدة عند كل نبضة، لكن في بعض المنظومات يمكن أن تؤمن شرارتين في آن واحد للمحركات ذوات الأسطوانات العديدة.

شمعة الإشعال Spark plug : تقوم بإطلاق الشرارة بين قطبيها في اللحظة المناسبة لإشعال المزيج المتشكل في حجرة الاحتراق. تعمل الشمعات في ظروف إجهادات عالية كهربائية وميكانيكية وكيميائية وبالأخص حرارية، لذلك من الضروري أن توفر المتطلبات التصميمية التالية. أن يتصف الجسم العازل الخزفي الذي يحيط بالقطب المركزي بعازلية كهربائية عالية وبمتانة ميكانيكية لمقاومة الاهتزازات وارتفاع الضغط وبمقاومة حرارية كبيرة ضد تفاعلات الاحتراق المصحوبة بحرارة عالية. وأن تكون أقطابها مقاومة للاهتراء وتخدم لفترة كبيرة لا تقل عن 20000-30000km وتكون رخيصة الثمن نظراً لتبديلها الدوري. تصنع شمعات الإشعال بأنواع عديدة جداً بحسب شكل قطبيها وتباعدهما وبحسب نظام عملها الحراري Heat range، فهي تتميز بطول المخروط الحراري العازل Insulator nose المتوضع عند قطبي الشمعة، وتختار بحسب نوع المحرك واستطاعته

لتعمل في كافة ظروف الحمل وسرعة الدوران كي يتم احتراق الترسبات الكربونية على المخروط الحراري ضمن مجال $500-900^{0}C$.

١٢-٥ منظومات الإشعال بالمدخرة:

١٢-٥-١ منظومة الإشعال التحريضية التقليدية

: Conventional coil ignition system

الشكل(١٢-٥): منظومة الإشعال التحريضية التقليدية: ١- المدخرة، ٢- مفتاح التشغيل، ٣- الملف، ٤- الموزع، ٥- المكثف، ٦- قاطع التماس، ٧- شمعات الإشعال.

تنطلق الشرارة بين قطبي الشمعة في لحظة قطع التماس في الدارة وظهور نبضة كهربائية تحريضية في الملف الأولي فيرتفع توتر النبضة في دارة الملف الثانوي. تنتقل هذه النبضة إلى الموزع فشمعة الإشعال حيث تفرغ على شكل شرارة. عند وصل التماس يزداد تيار الدارة الأولية ليبلغ حداً معيناً، ثم يقطع التماس فينشأ في الملف الأولي تحريض ذاتي، وهكذا تنشأ شرارة الإشعال دورياً عند كل قطع للتيار الأولي. تعمل المكثفة المتصلة على التفرع مع التماس (البلاتين) على اختزان الشرارة التي يمكن أن تنشأ بين قطبي التماس. يجري قطع التماس ووصله مع دوران حدبة (كامة) لامركزية

على عمود الموزع الذي يدور دوراناً متناسباً مع دوران عمود كرنك المحرك. تضمن هذه المنظومة التقليدية توتراً ثانوياً بحدود 10-20Kvolts بمعدل 18000-20000 شرارة في الدقيقة.

تمتاز هذه المنظومة ببساطتها، لكن من سيئاتها أن قطبي التماس يتعرضان للتآكل الشديد ولا يستطيع مقطع التيار ضمان متطلبات الإشعال عند سرعات الدوران العالية وعدد الأسطوانات الكبير. لتلافي هذه السيئات جزئياً تستخدم منظومة مزدوجة للإشعال التقليدي.

٢-٥-١٢ منظومة الإشعال التحريضية الترانزيستورية
Transistorized coil ignition system :

تستخدم هذه المنظومة أنصاف نواقل ولاسيما الترانزستور ولها نوعان بمقطع تماس أو بمولد نبضات. النوع الأول مزود بمقطع تيار القدح Breaker triggered، ولا يتعرض التماس فيه للتآكل الشديد نظراً لمرور تيار قدح ضعيف الشدة من خلاله، وهو يضمن معدلاً يبلغ 21000 شرارة في الدقيقة. أما النوع الأخر فلا مقطع تيار له Breaker less بل يزود بمولد نبضات يضمن معدلاً عالياً يصل إلى 40000 شرارة في الدقيقة، هذا يسمح باستخدامه في المحركات ذوات سرعات الدوران العالية وكثيرة الأسطوانات. يبين الشكل(١٢-٦) مكونات هذه المنظومة مع قاطع تماس.

يعمل الترانزيستور الأساسي عمل المفتاح لوصل تيار الدارة الأولية وقطعه، ويتحكم في عمله تيار القاعدة الذي يأتي بشكل دوري من مولد النبضات (أو من مقطع تيار القدح) على نحو يتناسب مع سرعة دوران المحرك وعدد أسطواناته. تنشأ شرارة الإشعال عند كل قطع في التيار الأولي كما في المنظومة التقليدية. تمتاز المنظومة الترانزيستورية بأنها تحد من سيئات المنظومة التقليدية، فتضمن توتراً ثانوياً أعلى ويصل إلى25Kvolts، لكنها تتطلب أنصاف نواقل ذوات جودة عالية وتهوية جيدة لها لضمان عملها الموثوق.



الشكل(١٢-٦): منظومة الإشعال التحريضية الترانزستورية مع قاطع التماس

١٢-٥-٣منظومة الإشعال بتفريغ المكثفة:

Capacitor discharge ignition system

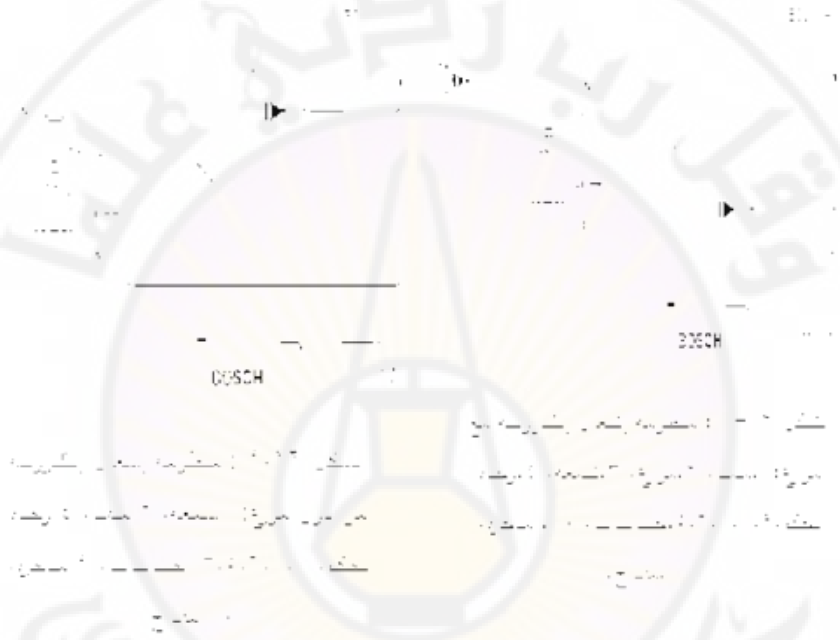
تعتمد على مبدأ تفريغ مكثفة إشعال خاصة تشحن دورياً من دارة الشحن. يبين الشكل (١٢-٧) الدارة الأساسية لها. يتم التحكم في شحن المكثفة وتفريغها بواسطة ثايرستور يعمل عمل مفتاح كهربائي لدارة الشحن والتفريغ. تجهز المنظومة بمقطع تيار أو بمولد نبضات يعطي إشارة التحكم إلى بوابة الثايرستور وإلى دارة الشحن. كما تزود المنظومة بمحول لرفع التوتر في لحظة تفريغ المكثفة إلى قيمة أعلى تصل إلى شمعة الإشعال عبر الموزع كي تنطلق الشرارة المطلوبة. من ميزات هذه المنظومة أنها تعطي توتراً عالياً ثابتاً تقريباً يتراوح بين 25-30Kvolts مع معدل إطلاق الشرارة الذي يبلغ 21000 شرارة في الدقيقة بوجود مقطع التيار ومعدل 40000 شرارة في الدقيقة بوجود مولد النبضات. وتتميز الشرارة بقدرتها العالية لصغر زمن إطلاقها(0.3msec) بالمقارنة مع المنظومات التحريضية ذوات ملف الإشعال. لذلك تكون الشرارة قادرة على إحداث الإشعال المضمون لمزيج الاحتراق في أسطوانات المحرك مهما صعبت ظروف العمل.

الشكل(١٢-٧): منظومة الإشعال بتفريغ المكثفة

١٢-٥-٤ منظومة الإشعال الإلكترونية Electronic ignition systems :

سميت هذه المنظومة بالإلكترونية لأنها تعتمد منظم تسبيق إلكتروني لتحديد لحظة إعطاء الشرارة بدقة عالية عوضاً عن المنظم التقليدي العامل على الخلخلة والقوة النابذة. تستخدم هذه المنظومة عدة حساسات Sensors لسرعة الدوران ووضع دعسة الوقود وضغط سحب الهواء ودرجة حرارته وحرارة تبريد المحرك وللطرق وغيرهم. تعطي الحساسات إشاراتها الكهربائية إلى المعالج ثم لوحدة التحكم الإلكترونية electronic control unit (ECU) التي بدورها تعطي الإشارة المناسبة لمنظومة الإشعال لتوليد الشرارة المناسبة. لهذه المنظومة الإلكترونية نوعان الشكل (١٢-٨ و ٩). يتضمن النوع الأول موزع خاص للشرارة يوزعها دورياً على الأسطوانات بحسب ترتيب الإشعال في المحرك . والنوع الثاني لا يتضمن موزعاً للإشعال Distributor less، إنما تخصص لكل أسطوانة وشيعة Compact coil مع شمعة إشعال لإطلاق الشرارة بإشارة من وحدة التحكم الإلكترونية. تؤمن هذه المنظومة مؤشرات إشعال جيدة وموثوقة، وهي لا

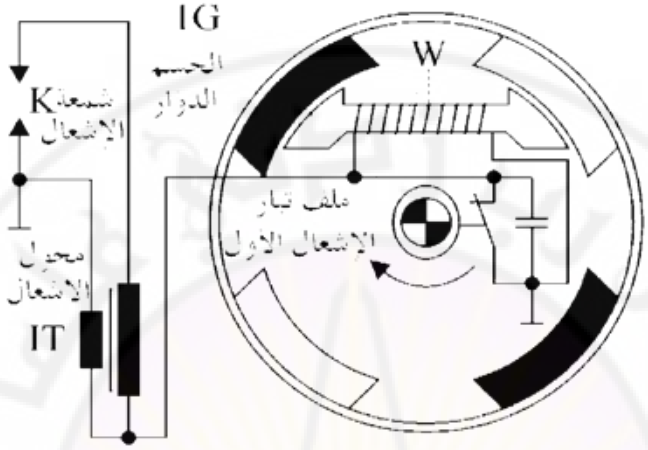
تحتوي على أي تماسات قابلة للتبديل أو للضبط خلال أعمال الصيانة عدا الشمعات التي تبدل دورياً. يوجد أشكال عدة لهذين النوعين من منظومة الإشعال الالكترونية مستخدمة في السيارات الحديثة تتصف بفعالية عالية في إطلاق الشرارة المطلوبة بالمعدل المناسب لسرعة الدوران وحمل المحرك.



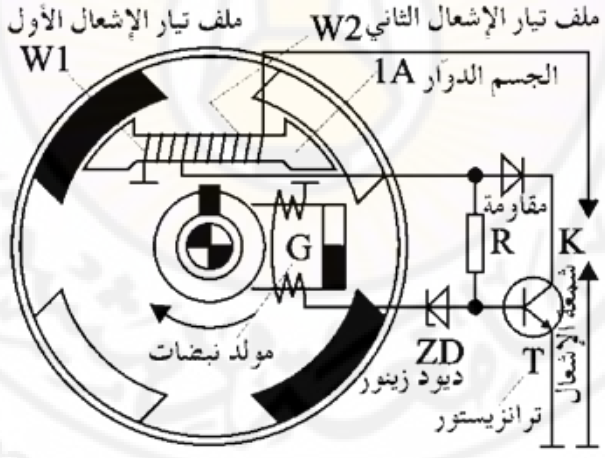
٦-٥-١٢ منظومات الإشعال بالمغنيط Magneto ignition systems :

تعتمد على وشيعة خاصة تولد نبضات كهربائية متغيرة ناتجة من سيالة مغناطيسية دوارة لعدد من الأقطاب. يكون تواتر تغير التيار المتولد متناسباً مع سرعة دوران المحرك وعدد أسطواناته. تحتوي هذه المنظومات على العناصر الأساسية الموجودة في منظومات الإشعال ذوات المدخرة، مثل محول التوتر ومقطع التيار أو مولد النبضات ذي القطبين. كذلك تزود منظومة الإشعال بالمغنيط الترانزيسورية التحريضية وذوات المكثفة بأنصاف النواقل الضرورية كما هو في منظومات الإشعال المماثلة ذوات المدخرة، وتعمل وفق مبدئها نفسه. تبين الأشكال (١٢-١٠ و ١١و ١٢) الدارات الأساسية لمنظومات الإشعال

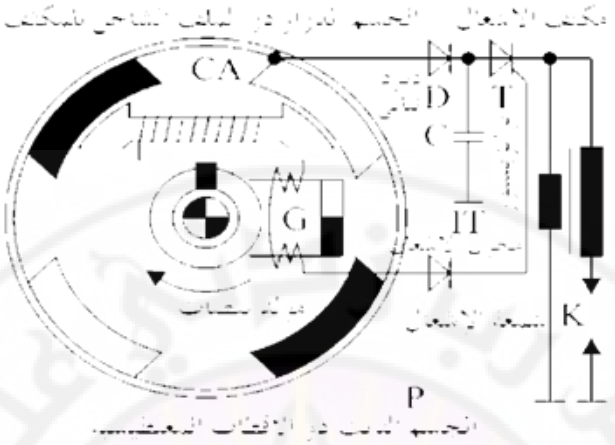
بالمغنيط. تعطي هذه المنظومات توتراً عالياً لإطلاق الشرارة في حدود 8-14Kvolts في المنظومة التقليدية و16-20Kvolts في المنظومات الأخرى.



الشكل(١٢-١٠): مغنيط إشعال تقليدي



الشكل (١٢-١١): مغنيط إشعال ترانزيستوري



الشكل(١٢-١٢):مغنيط إشعال بتفريغ المكثفة

.....

.....

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

الفصل الثالث عشر

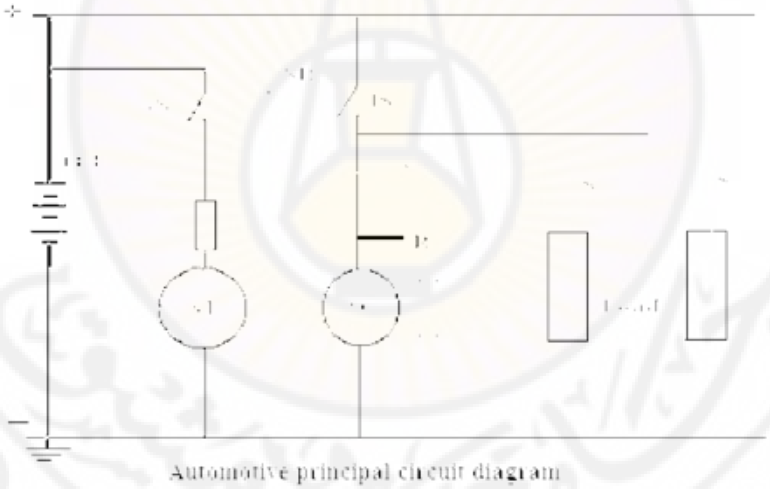
نظام الشحن الكهربائي ومولد التيار المتناوب

وقل رب زدني علما
جامعة دمشق
Damascus University

١٣-١ نظام الشحن الكهربائي ومولد التيار المتناوب:

ازدادت متطلبات التيار الكهربائي في السيارات العصرية كثيراً، وذلك لتأمين عمل كافة التجهيزات الكهربائية والإلكترونية في مختلف ظروف العمل. في نظام الشحن تقوم المدخرة بتأمين تيار المقلع لتشغيل محرك السيارة. كما تعمل المدخرة مع المولد في بعض الأحيان بتأمين التيار الكهربائي الضروري عند تشغيل عديد من التجهيزات في آن واحد. في معظم ظروف العمل يقوم المولد بشحن المدخرة وتشغيل الأنظمة الكهربائية والالكترونية اللازمة لعمل السيارة.

في الشكل (١٣-١) مبين مخططاً مبسطاً لدارة الشحن في السيارة وتبين موضع كل من المدخرة والمولد والمقلع والأحمال الكهربائية من ناحية مبدأ عمل الشبكة الكهربائية العامة.



الشكل (١٣-١): مخطط مبسط لدارة الشحن في السيارة.

SR, S, IS, SS – مفاتيح تشغيل كل من المقلع والإشعال والأحمال وحاكمة الإقلاع.

تستخدم مولدات التيار المتناوب نظراً لفعالية عملها وتأمين التوتر اللازم عند سرعات بطيئة لدوران عمود المحرك، ونظراً لبساطة تصميمها وسهولة صيانتها. وهي مولدات ثلاثية الطور ذات تحريض ذاتي، وتحتوي في تصميمها على مجموعة (جسر) ديودات

لتقويم التيار ومنظم لتنظيم التوتر كي يبقى في حدوده النظامية مهما اختلفت ظروف الدوران والأحمال. وهي غالباً لا تحتاج إلى منظم لتحديد التيار الأعظمي بسبب ظاهرة التحديد الذاتي لتيار المولد عند السرعات العالية. لقد كانت حاجة السيارة إلى التيار الأعظمي المطلوب من المولد في حدود 80A، ثم ارتفعت إلى حدود 120A واستطاعة 1600W بعد عام 2000، وفي الوقت الحالي ازدادت إلى حدود 160A واستطاعة 2200W.

يتميز مولد التيار المتناوب الشكل (١٣-٢) بتصميمه المدمج غالباً. على سبيل المثال نبين مقطعاً لمولد صنع شركة بوش مستخدم بشكل شائع في السيارات ويتصف عموماً بالمواصفات التالية بالمقارنة مع المولدات التقليدية: استطاعة نوعية أعلى ويتحمل سرعات دوران عالية ومزود بمروحتي تهوية ويعمل بهدوء من دون ضجة ويؤمن تياراً أعظمياً في حدود 70-170A.

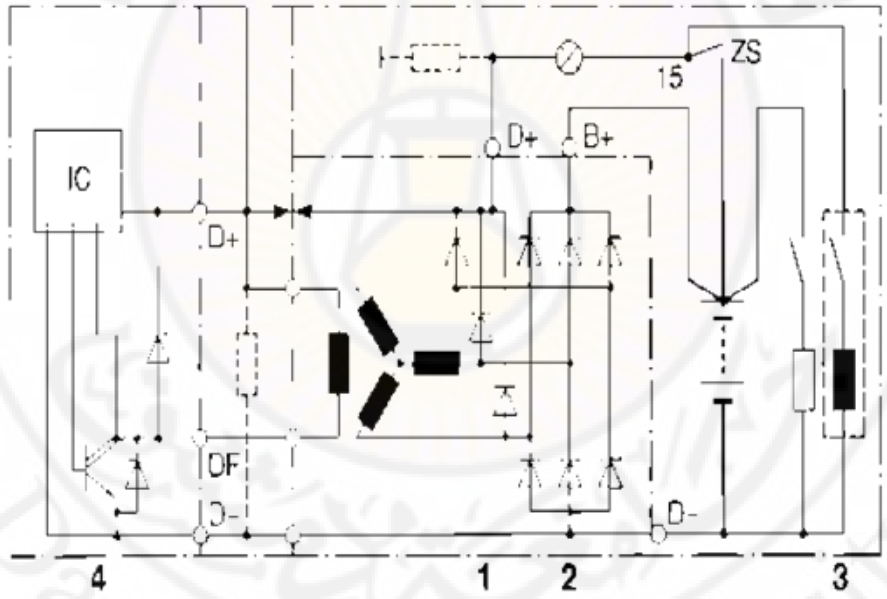
الشكل (١٣-٢): مقطع في مولد تيار متناوب

1 Casing, 2 Stator, 3 Rotor, 4 Electronic voltage regulator with brush holder, 5 Collector rings, 6 Rectifier, 7 Fan.

إن دارة مولد التيار المتناوب مزودة عموماً بمنظم توتر إلكتروني كي يؤمن أنظمة عمل المولد للحالات التالية، (الشكل١٣-٣):

تأمين التحريض الأولي من المدخرة في بداية إقلاع محرك السيارة.

تأمين التحريض الذاتي النظامي عندما يكون التوتر المتولد أقل من القيمة الاسمية (أي أقل من 14V مع مدخرة 12V)، ويتم قطع تيار التحريض عند ازدياد توتر المولد عن القيمة الاسمية. يعمل المنظم هكذا بشكل دوري لتأمين التوتر عند قيمة ثابتة في مختلف ظروف الدوران والأحمال الكهربائية. تشير لمبة الشحن إلى عمل نظام الشحن فهي تضيء عند بداية التشغيل أو في حالات عطل في دارة الشحن، وتبقى مطفأة في حالة العمل النظامي للمولد.



الشكل (١٣-٣): دارة مولد التيار المتناوب مزودة بمنظم توتر إلكتروني

Alternator with standard regulator (circuit diagram)
1 Exciter diodes, 2 Power diodes (alternatively: Zener power diodes), 3 Vehicle electrical system, 4 Regulator.

١٣-٢ نظام الإقلاع الكهربائي:

يؤمن نظام الإقلاع الكهربائي سرعة دوران معينة مع عزم مناسب لإقلاع محرك الاحتراق الداخلي في السيارة، ثم يفصل حركة الدوران بشكل آلي في حال إقلاعه. يتألف نظام الإقلاع من المقلع وهو محرك كهربائي بتيار مستمر وتحريض تسلسلي، وميكانيزم التعشيق ونقل الحركة إلى مسنن حدافة المحرك، ومجموعة عناصر التحكم والتشغيل الكهربائية.

١٣-٢-١ ظروف وميزات عمل المقلع:

١- يتطلب الإقلاع تأمين مزيج احتراق مناسب ودرجة انضغاط وحرارة عاليتين قبل نهاية شوط الانضغاط وشكل من الإشعال بالشرارة لمحرك البنزين أو الاشتعال الذاتي لمحرك الديزل، وهذا يتحقق عند حد أدنى من دوران عمود المرفق. عدد الدورات المطلوب للإقلاع هو بحدود 60-90pm لمحرك البنزين و 150-200rpm لمحرك الديزل. كما تتأثر عملية الإقلاع بدرجة شحن المدخرة ودرجة حرارة الجو المحيط. مع انخفاض درجة الحرارة يزداد عزم مقاومة الإقلاع إضافة إلى انخفاض العزم المتولد في المقلع بدرجة أقل، أنظر الشكل البياني (١٣-٤).

الشكل (١٣-٤): تأثير درجة حرارة المحيط في عزم الإقلاع وسرعة دورانه

٢- تجري تغذية المقلع بالتيار الكهربائي من المدخرة ويكون التوتر المطبق على قطبي المقلع غير ثابت فينخفض مع ازدياد عزم مقاومة الإقلاع المطلوب. هذا يحدث بسبب سعة المدخرة أو استطاعتها المحدودة. لذلك يجب اختيار سعة المدخرة لتلائم عمل المقلع.

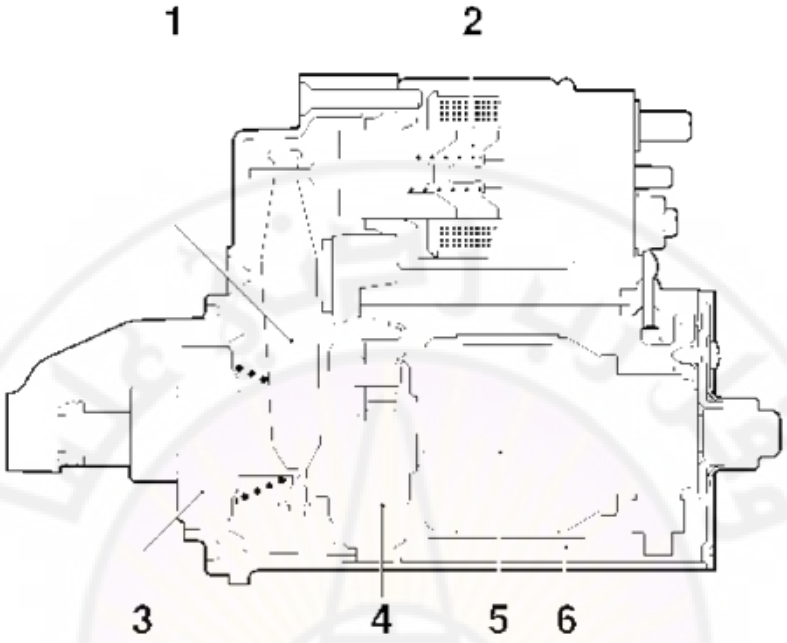
٣- يعمل المقلع خلال فترات زمنية قصيرة (عدة ثوان)، لذلك لا تبلغ حرارة ملفاته حداً خطراً برغم التيار العالي المار فيه، ولهذا لا تتحدد استطاعة المقلع المطلوبة بالنظام الحراري كما في معظم المحركات الكهربائية، إنما بعزم الإقلاع اللازم عند سرعة دوران أقل من سرعة دورانه الحر. تبلغ استطاعة المقلع بحسب نوع وسعة محرك الاحتراق الداخلي، أي تتراوح في حدود 1-.8Kwatt للسيارات الخفيفة والمتوسطة وتصل إلى 8Kwatt للشاحنات الثقيلة وإلى 25Kwatt لمحركات الآليات الثقيلة جداً. يصنع المقلع على أنواع وأشكال مختلفة حسب مجال استخدامه في السيارات والآليات.

٤- يستهلك المقلع عند عمله تياراً عالياً تصل شدته 600A في المقلع متوسط الاستطاعة، حتى حدود 1000A وأكثر للاستطاعة العالية.

٥- يمكن أن يعمل المقلع عند نظام الفرملة الكاملة في حال المقاومة الكبيرة للإقلاع ومرور التيار الأعظمي في ملفاته وعند نظام الدوران الحر بعد إقلاع محرك الاحتراق الداخلي.

٦- يجري فصل الحركة بين عمود المقلع وحدافة المحرك بشكل آلي بعد إقلاع الأخير ودورانه المستقر. تتراوح نسبة النقل الحركة بينهما بحدود 20-15 لمحرك البنزين وإلى 12-8 لمحرك الديزل لأنه يحتاج إلى فترة أطول للإقلاع.

٧- المقلع عبارة عن محرك كهربائي بتيار مستمر يعمل بتوتر منخفض وبتحريض تسلسلي، لذلك يؤمن عزم إقلاع كبير ملائم للعمل. تتصل الوشائع فيما بينها على التفرع لتؤلف ملف التحريض الذي يوصل على التسلسل مع ملف الدائر (الروتور). يصنع الدائر من صفائح فولاذية جيدة المغناطيسية مضغوطة بعضها مع بعض ومعزولة عن عمود المقلع، وتتوضع في الدائر أسلاك نحاسية مبسطة وثخينة على شكل وشائع تتصل أطرافها مع صفائح المجمع النحاسية المركبة على عمود المقلع على شكل سوار(مجمع التيار). يركب على السوار فحمتان أو أربع فحمات من أجل تخفيض التيار المار في كل منها. تتصل الفحمات مع ملف التحريض من جهة ومع قطب الشاسي السالب من جهة أخرى. أجزاء المقلع مبينة في الشكل (١٣-٥).



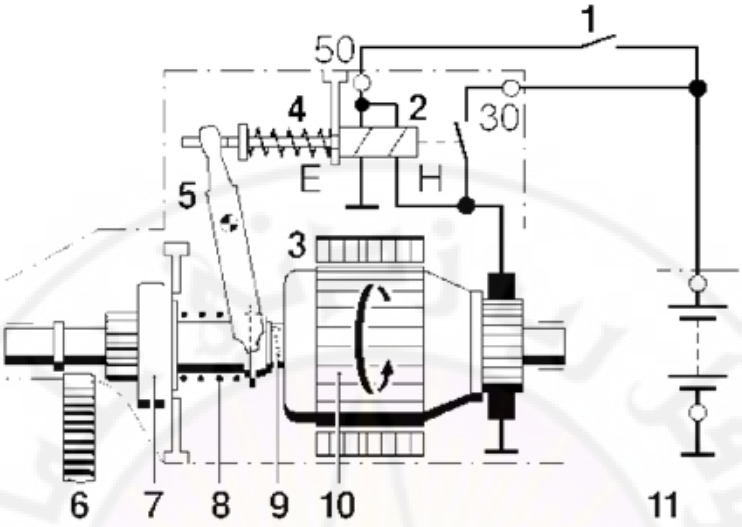
الشكل (١٣-٥): مقطع في المقلع الكهربائي

Permanent-magnet reduction-gear starter

1 Engaging shift lever, 2 Engagement solenoid and solenoid switch, 3 Overrunning clutch with pinion, 4 Reduction gear (planetary gear), 5 Armature, 6 Permanent magnets.

١٣-٢-٢: مراحل عمل المقلع :

نبين في الشكل (١٣-٦) دارة الإقلاع عبر ريلية التشغيل ذات ملفين تسلسلي وتفرعي. يعمل الملفان في البداية معاً لدفع مسنن المقلع لتعشيقه مع مسنن الحدافة، ثم مع وصل تيار الإقلاع عبر التماس المنغلق يبقى الملف التفرعي عاملاً لتثبيت حركة المسنن. بعد الإقلاع يتغير اتجاه عزم الدوران المؤثر وتعمل آلية خاصة بقارنة دحروجية للدوران الحر على فصل دوران عمود المقلع عن دوران الحدافة، ويتراجع مسنن المقلع عن التعشيق بفضل تشاريخ مسننة لولبية ونابض إرجاع.



الشكل (١٣-٦): دارة الإقلاع الكهربائي

Pre-engaged-drive starter (diagram)

1 Ignition switch, 2 Solenoid switch, 3 Permanent magnet, 4 Return spring, 5 Thrust lever, 6 Ring gear, 7 Overrunning clutch and pinion assembly, 8 Engaging spring, 9 Helix, 10 Armature, 11 Battery.

١٣-٢-٣ خصائص المقلع الكهربائية :

نبين في الشكل (١٣-٧) تابعية كل من عزم المقلع واستطاعته وسرعة دورانه مع تغير شدة التيار فيه. وتبين الخصائص انخفاض وعدم ثبات توتر مدخرة الإقلاع التي تغذي المقلع بالتيار المستمر.

الشكل (١٣-٧): خصائص المقلع الكهربائية

تعدّ النقطة (SC) نقطة تيار القصر الأعظمي المؤثر في بداية التشغيل عندما يبدأ المقلع بالدوران من السرعة صفر، أي لحظة الفرملة الكاملة وعزم الإقلاع الأعظمي، وينخفض في هذه اللحظة تونر المدخرة إلى أدنى قيمة. بعد دوران المقلع تأتي لحظة إقلاع محرك الاحتراق الداخلي عند النقطة (St) وتكون قيمة تيار المقلع في حدود 0.67 من تيار القصر.

في الشكل (١٣-٨) نبين خصائص السرعة البيانية لعمل المقلع ومراحل إقلاع محرك الاحتراق الداخلي. المنحنيات تبين عزم المقلع (Ms) المتناقص مع زيادة دورانه حتى نقطة تقاطعه مع عزم مقاومة الإقلاع (M drag) وبدء إقلاع محرك الاحتراق الداخلي. كما يبين الشكل(١٣-٩) تيار المقلع المتناقص ومنحني استطاعته المستهلكة.

الشكل(١٣-٩): تيار المقلع المتناقص ومنحني استطاعته المستهلكة

.....

.....

Damascus University