

المشغلات Actuators



هي عبارة عن عناصر منفذة نعبر عنها بمصطلح (المُفعّلات أوالمؤازرات). حيث بعدما يتم تضخيم الإشارات الناتجة من المُعالجات إذا لزم الأمر ترسل إلى المُشغلات. إن **العمل النهائي المطلوب يتم الحصول عليه بوساطة المُشغلات** و تنقسم المشغلات إلى كهربية وإلكترونية وإلكتروهيدوليكية وإلكترونيوماتية ويمكن بواسطتها الحصول على مختلف أنواع الحركات كالحركة المستقيمة أو الدورانية إن المشغلات يجب أن «تعمل» في أي وقت و/أو بأي مستوى من التأثير وقوته يجب أن تؤثر. وتلزم هنا إشارات (أوامر) التحكم والتي تدعى إشارات التحكم وهي تأتي من عناصر نظام المعالجة.

ومن الأمثلة على المشغلات:

- وسائل الإنذار : المصابيح و الأجراس.
- الأسطوانات النيوماتية : الأسطوانات مفردة الفعل و الأسطوانات مزدوجة الفعل و المحركات النيوماتية.
- المشغلات الهيدروليكية : الأسطوانات مفردة و مزدوجة الفعل و المحركات الهيدروليكية و صمامات تنظيم التدفق.
- المحركات الإلكترونية : المحركات الخطوية
Stepper motors و المحركات الموازية
Servomotors.

المشغلات الهوائية

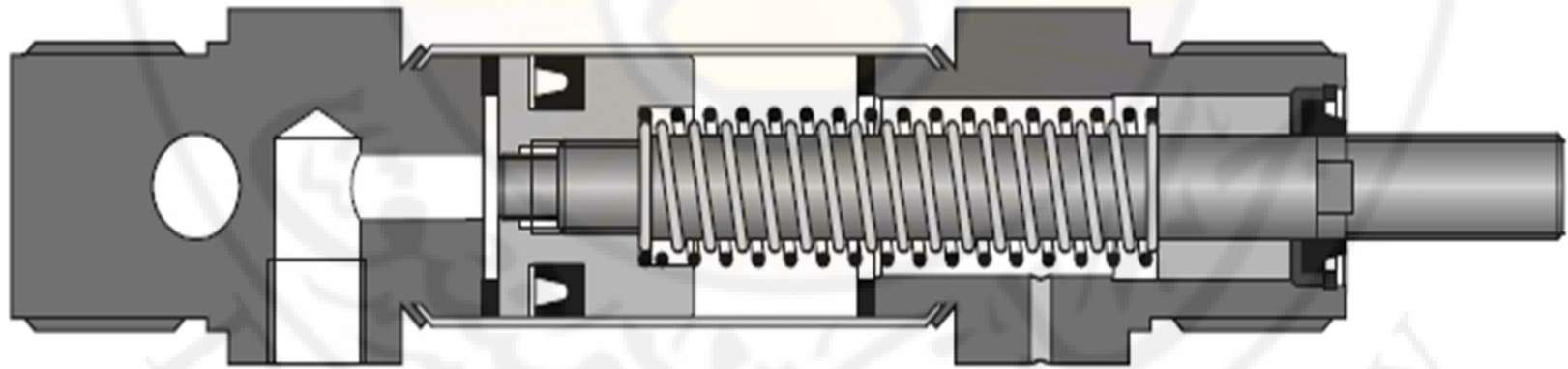
يتم عادةً استخدام الأسطوانات لتنفيذ العمل الميكانيكي الذي ينتج الحركة ويولّد القوى أي يقوم بمهمة تحويل الطاقة المخزّنة على شكل هواء مضغوط إلى حركة ، حيث أنها تتصف بتركيبها المتين وأنواعها الكثيرة وتجهيزها البسيط وسعرها وأدائها المناسبين.

وإن الأسطوانات الهوائية هي مشغلات مستحسنة لتوليد الحركات الخطية.

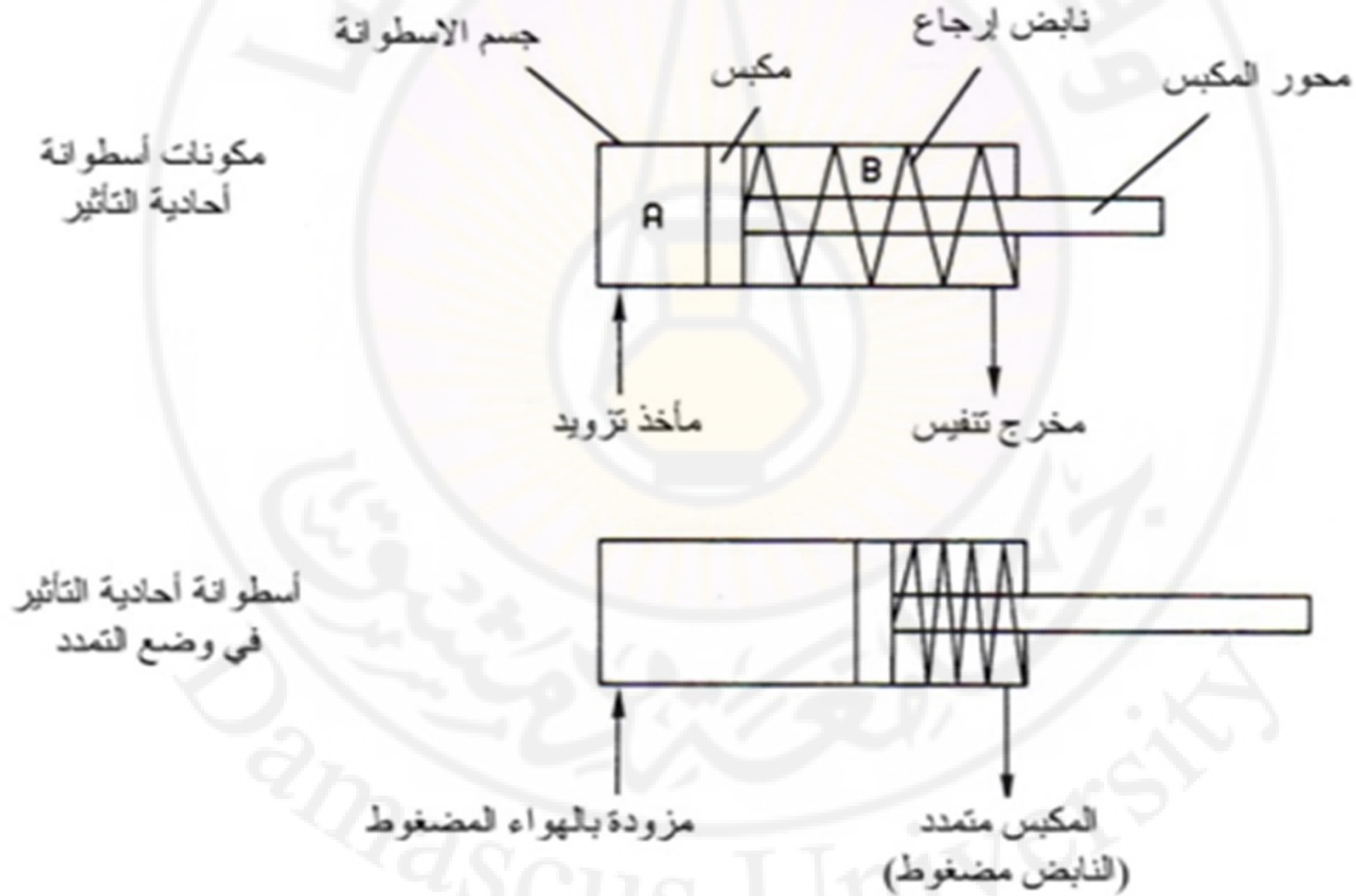
يوجد تشكيلة واسعة من تصاميم الأسطوانات الهوائية.

أ- الأسطوانة الهوائية أحادية التأثير:

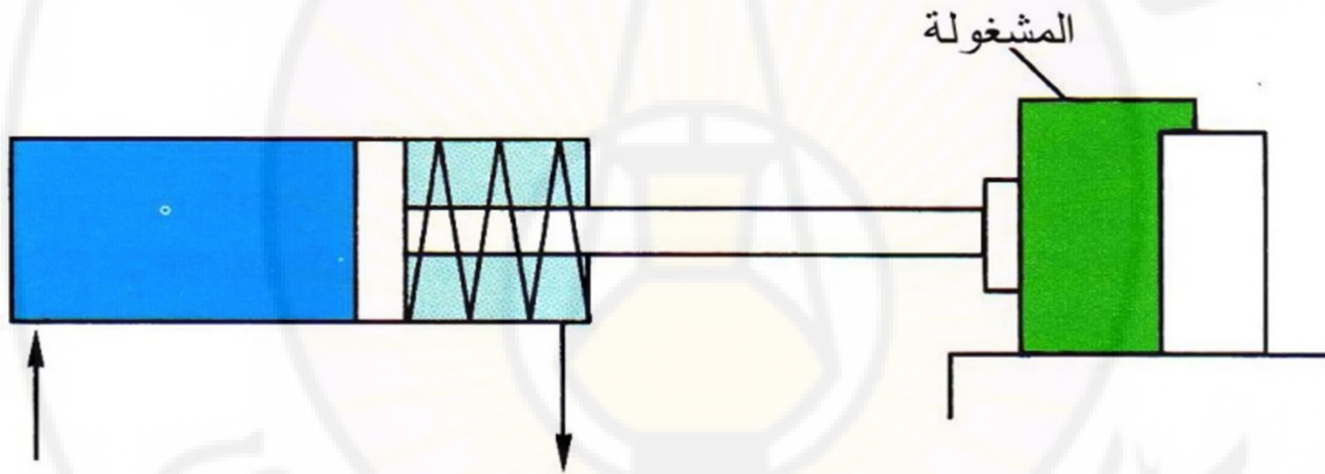
الأسطوانة الهوائية أحادية التأثير تعطينا قوة فعالة مستقيمة و كذلك حركة مستقيمة وتستعمل الأسطوانة أحادية الفعل في عمليات التثبيت و القذف و الضغط و الدفع و الإدخال.



تتألف هذه الأسطوانة من جدار أسطواناني، مكبس مع محور المكبس، نابض إرجاع، مداخل تزويد وتنفيس الهواء.



تصميم الأسطوانة يشير إلى أن العمل الميكانيكي يمكن الحصول عليه من خلال شوط التقدم فقط. والقوة الناتجة عن المكبس ومحور المكبس تزداد بالتناسب الطردي مع زيادة مساحة المكبس.

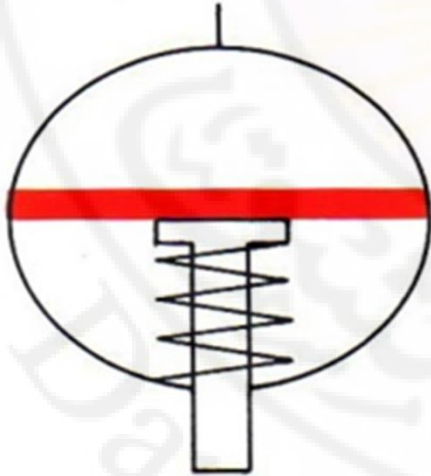


أسطوانة أحادية التأثير أثناء قمت مشغولة

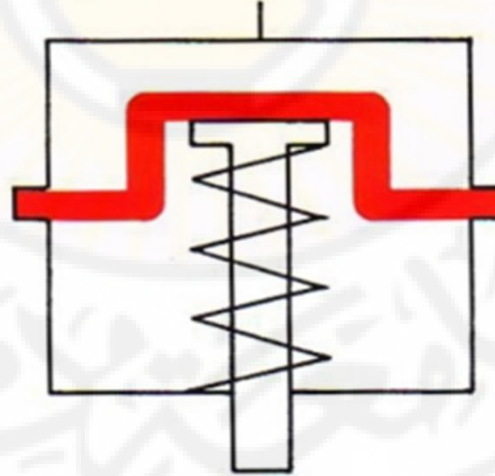
أسطوانة غشائية أحادية التأثير

في هذا التصميم، يكون الغشاء العامل مثبتاً بجساءة بين نصفي الأسطوانة. يضغط الغشاء مما يسبب له الانحراف أو التحذب. وزاوية التحذب تحدد شوط الأسطوانة، ويكون محور مكبس الأسطوانة متصلاً مباشرة مع الغشاء. إن مجال الشوط في الأسطوانة ذات الغشاء البسيط هو ما بين (1-5mm). أما في الأسطوانة ذات الغشاء المتدرج فهو ما بين (50-80 mm).

اسطوانة بغشاء بسيط
أحادية التأثير



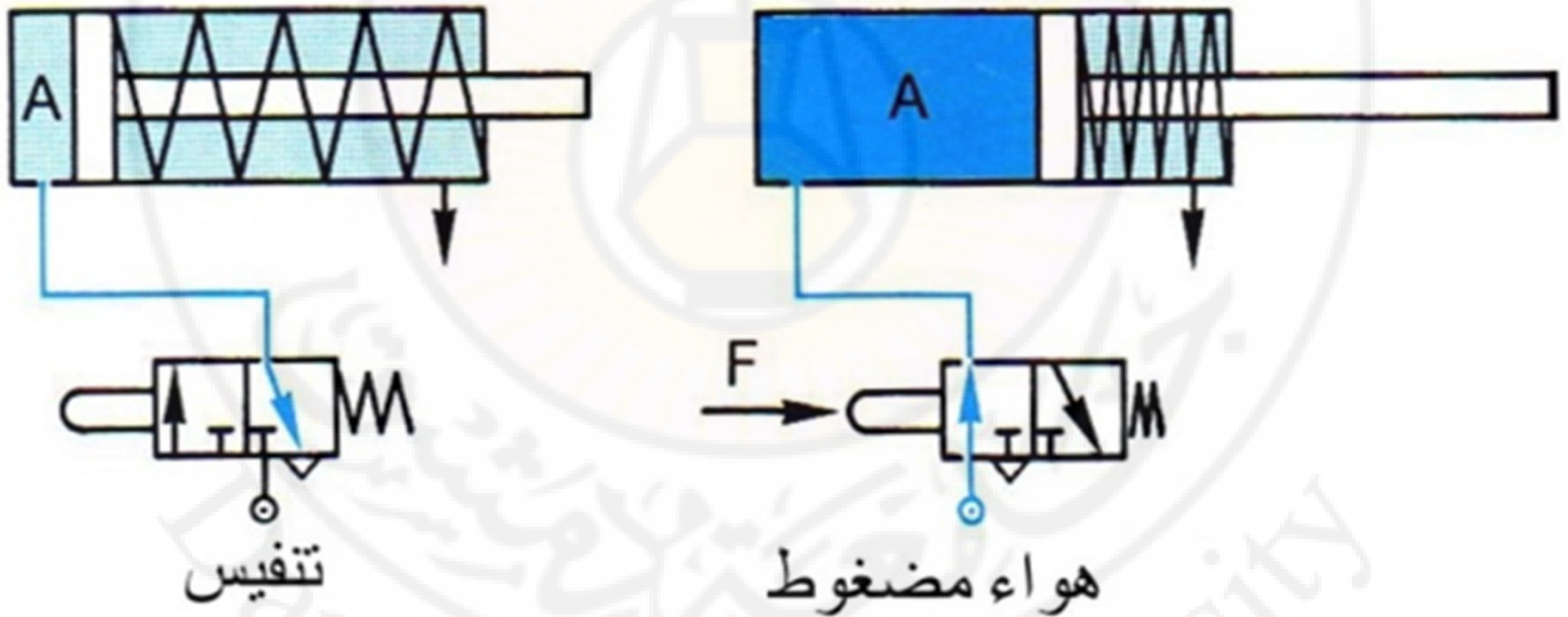
اسطوانة مفصلية الغشاء
أحادية التأثير



أسطوانات غشائية أحادية التأثير

التحكم بالأسطوانة أحادية التأثير:

إن مكبس الأسطوانة أحادية التأثير ينفذ شوط التقدم عندما يتعرض للضغط. وشوط العودة يحدث عندما تفتح فتحة تنفيس الأسطوانة إلى الجو.



التحكم بأسطوانة أحادية التأثير بواسطة صمام 3/2

إن الصمام 3/2 مغلق في الوضعية الطبيعية. ويحتوي 3 مأخذ ووضيعتي تشغيل. ويتم الحفاظ على الوضعية الطبيعية بوساطة نابض. في هذه الوضعية يقطع الهواء المضغوط عن الصمام.

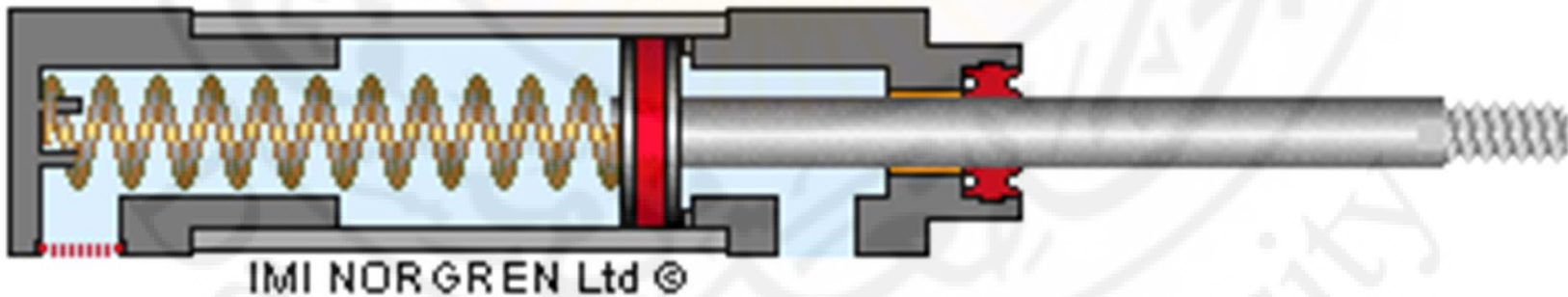
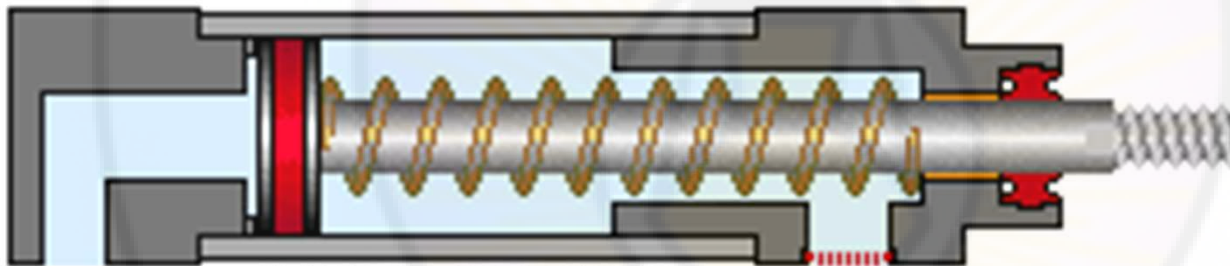
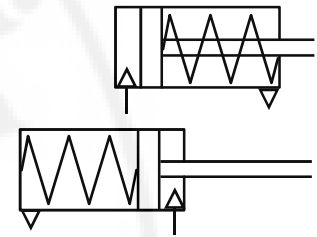
والرمز الموضح على يسار المربع الثاني اليساري يعني أن الصمام يتحرك إلى وضعية العمل بوساطة تأثير ميكانيكي (مثلاً زند المؤازر). في الجزء الأول المخطط موضح الصمام في الوضعية الطبيعية، ويوجد وصلة من مدخل الأسطوانة إلى مخرج التنفيس عبر الصمام. الحجرة A من الأسطوانة تنفس والمكبس يتراجع.

الصمام 3/2 يمكن أن يؤدي مهمة مفتاح تحديد نهاية الشوط أو في قسم المؤازرة فإنه يقوم بمهمة عنصر إعطاء القدرة. وبسبب ذلك فإن الصمام يشار إليه كعنصر تحكم أخير.

Single acting spring return

القسم العملي

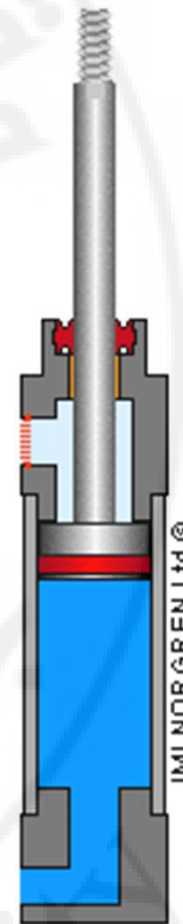
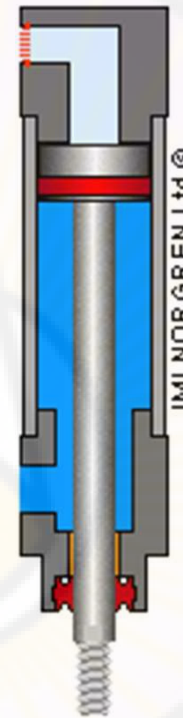
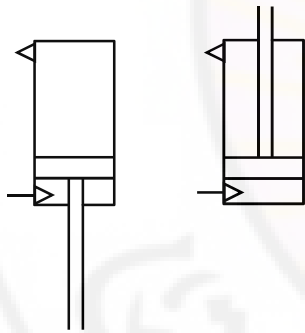
- Single acting cylinders have a power stroke in one direction only
- Normally in
- Normally out



Single acting no spring

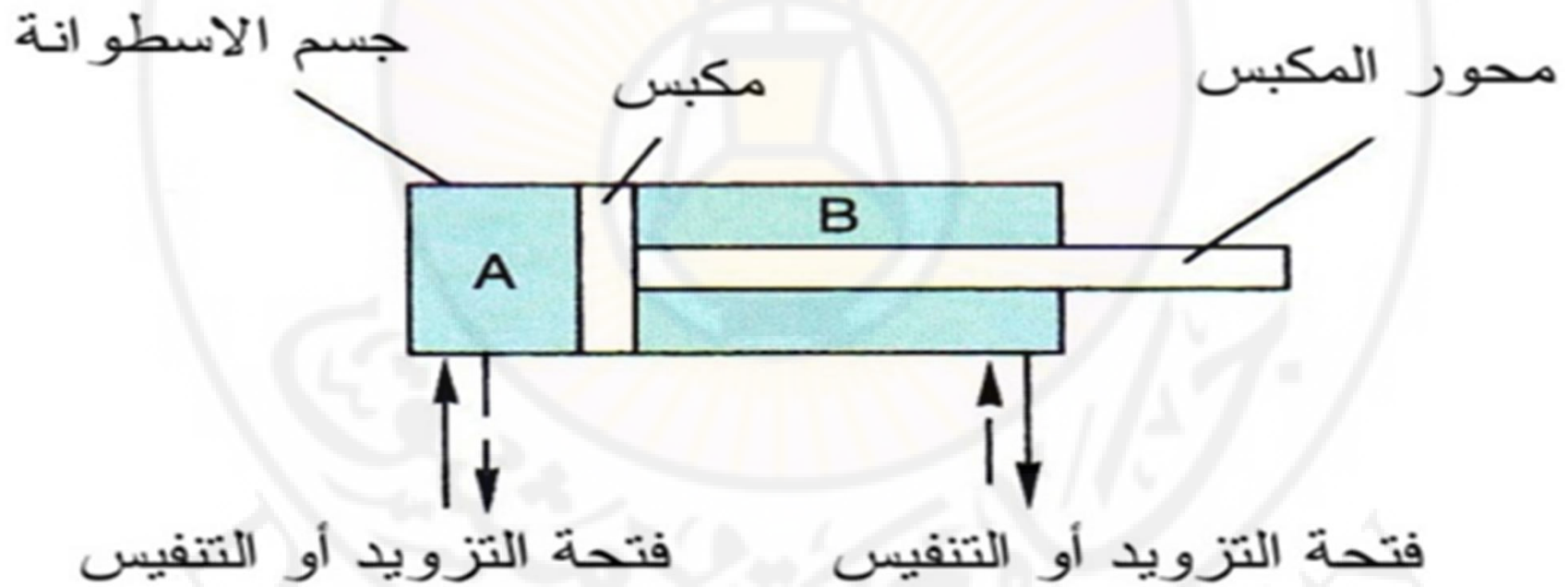
القسم العملي

- Gravity or other external force to return the rod



ب- الأسطوانة مزدوجة التأثير:

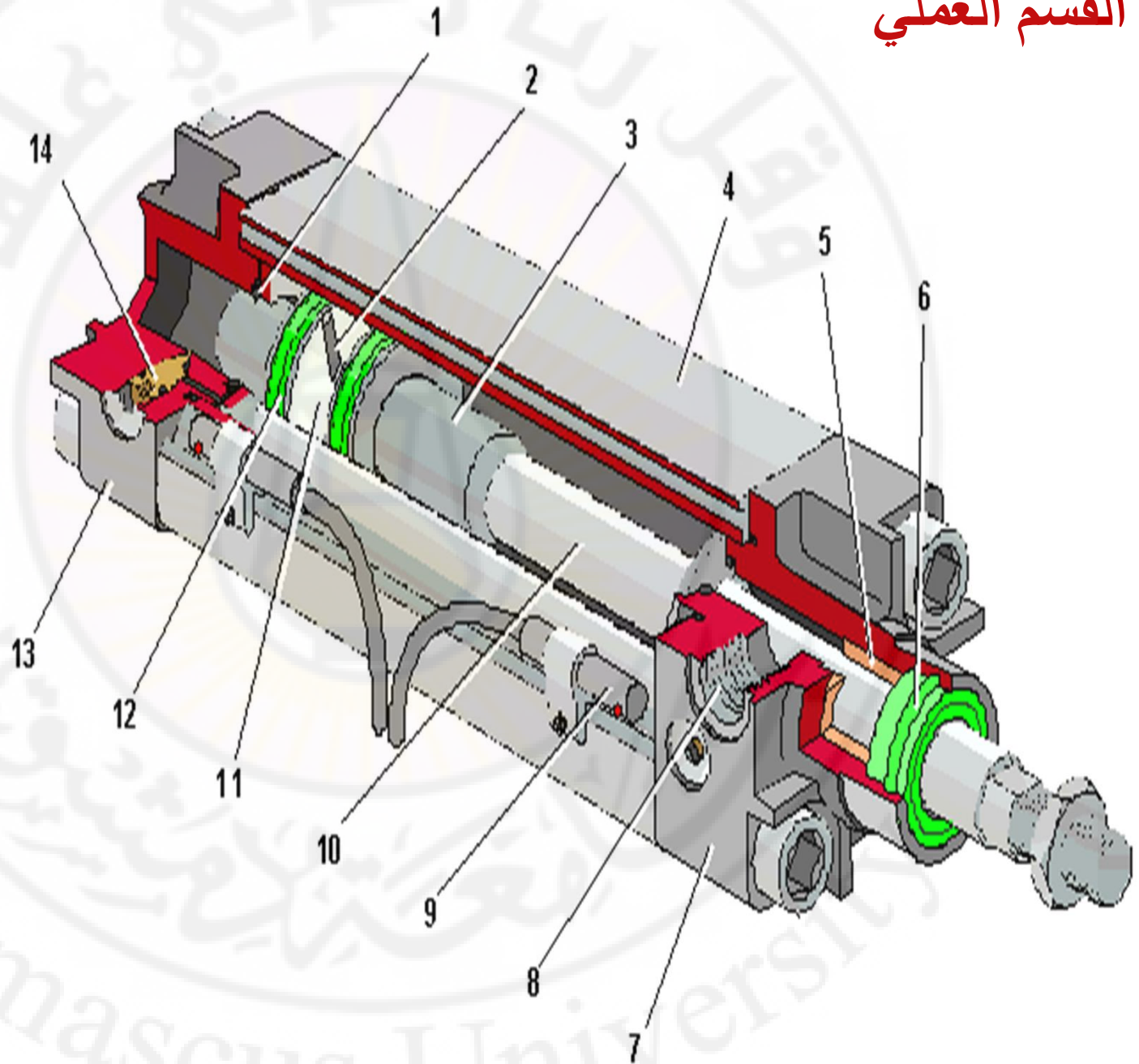
إن مبدأ بنائها مشابه له في الأسطوانة أحادية التأثير. لا يوجد نابض إرجاع فيها والمداخل يمكن أن تستخدم بشكل متناوب كماخذ تزويد أو تنفيس.



الأسطوانة الهوائية المزدوجة التأثير

القسم العملي

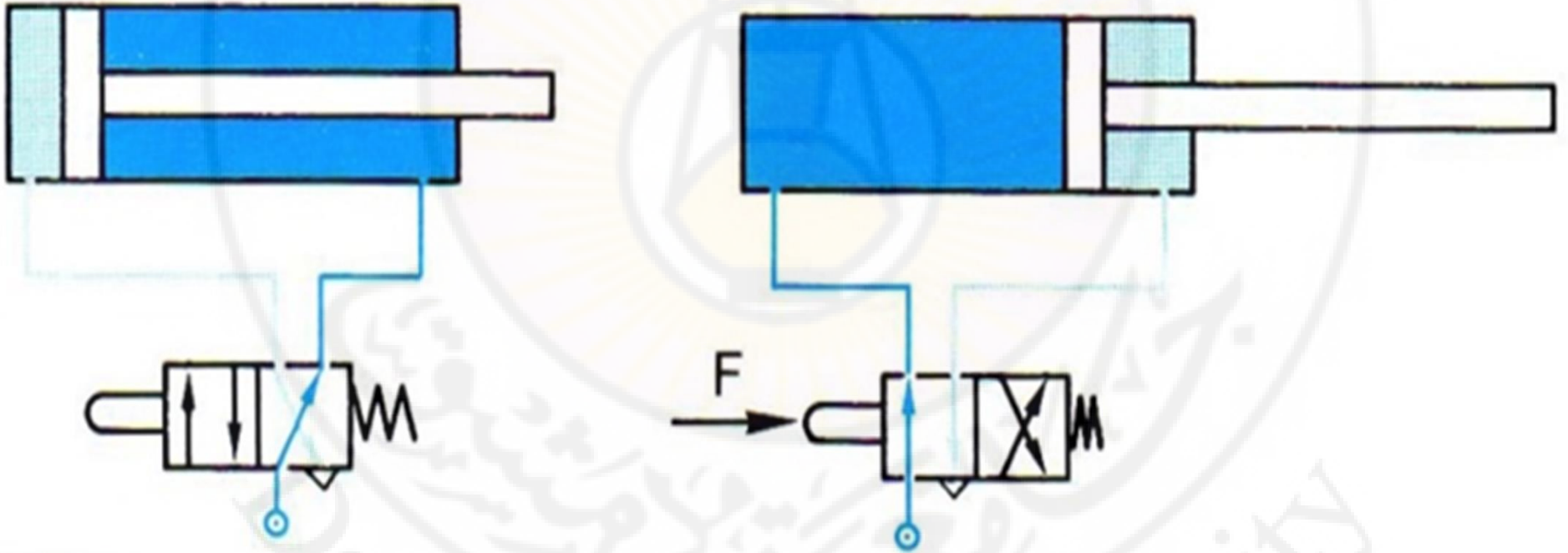
- 1 مانعة التخميد
- 2 مغناطيس
- 3 قميص التخميد
- 4 جسم الأسطوانة
- 5 جلبة توجيه
- 6 المحور ومانعة المسح
- 7 غطاء النهاية الأمامية
- 8 المدخل الأمامي
- 9 حساس ريشي
- 10 محور المكبس
- 11 حلقة مغناطيسية
- 12 مانعة المكبس
- 13 غطاء النهاية الخلفية
- 14 برغي التخميد



تستعمل الأسطوانة الثنائية التأثير في المجالات التي تتطلب قوة دفع في التقدم و في التراجع أيضا و هنا تعتمد القوى القصوى المتاحة اثناء كل شوط على المساحة الفعالة التي يؤثر عليها ضغط الهواء و نتيجة لإختلاف هذه المساحة في كلا الجانبين تختلف القوى المتاحة اثناء الشوطين و تشغل هذه الأسطوانة بواسطة صمامات توجيهية منها الصمام التوجيهي ٤/٢ و الصمام التوجيهي ٥/٢ و الصمام التوجيهي ٥/٣ و تستعمل الأسطوانة ثنائية الفعل في عمليات التفرع (Branching) القذف (Ejection) التثبيت (Clamping) .

التحكم بالأسطوانة ثنائية التأثير:

إن الأسطوانة ثنائية التأثير يمكن التحكم بها بواسطة الصمام 4/2. له أربعة مآخذ ووضعيتا تشغيل تزود إحدى حجرتي الأسطوانة بالهواء والحجرة الأخرى للتنفيس في كل من وضعيتي الصمام.

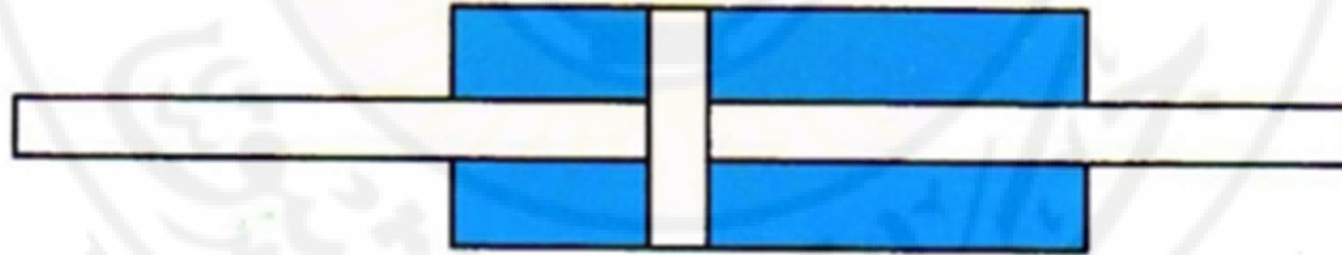


التحكم بأسطوانة ثنائية التأثير بواسطة صمام 4/2

الأسطوانة المكبسية تشكل الأساس لأسطوانات خاصة مختلفة والتي تشكل إمكانيات متعددة للاستخدام في تطبيقات خاصة.

الأسطوانة الثنائية المحاور:

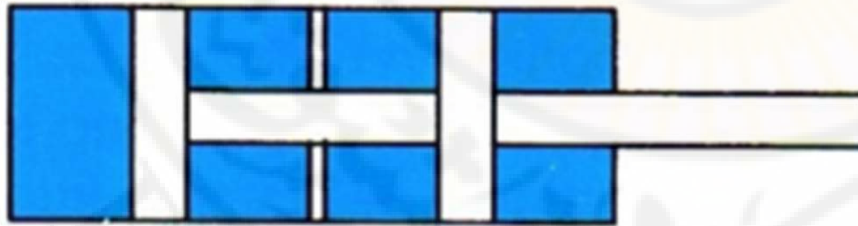
تستخدم غالباً حيث يلزم نقل القدرة على كل من طرفي الأسطوانة أو حيث يلزم نقل القدرة على أحد طرفي الأسطوانة وعلى الطرف الآخر فإن محور المكبس يجب أن يستخدم لتوليد الإشارة.



اسطوانة ذات محور نافذ من الطرفين

الأسطوانة الترادفية:

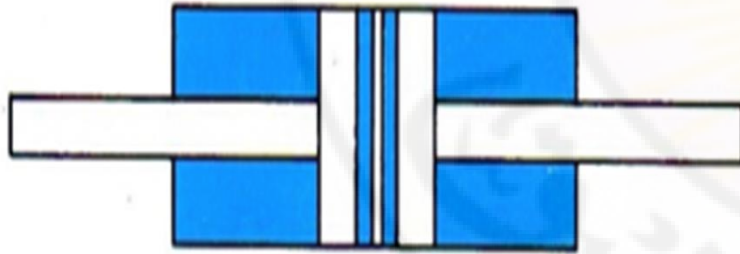
في الأسطوانة الترادفية تربط أسطوانتان ثنائيتا التأثير مع بعضهما لتشكيل وحدة واحدة ذات جدار وسطي مشترك. وهما مثبتتان معاً ومتمركزتان بحيث إن القوتين الناتجتين منهما تزدادان معاً عندما نطبق عليهما ضغطاً مشتركاً. ولهذا السبب تستخدم هذه الأسطوانة عندما يلزم قوى أكبر ولكن الفراغ للأسطوانات محدود.



اسطوانة مترادفة

الأسطوانة المتعددة التوضعات:

إن أسطوانة من هذا النموذج يمكن بناؤها من أسطوانتين مستقلتين على الأقل بحيث تتركب قاعدة إحداهما على قاعدة الأخرى. ونميز الأسطوانة المتعددة التوضعات من حقيقة أنه يمكن تأمين 3 - 4 وضعيات تشغيل لها، و 4 وضعيات التشغيل يمكن تأمينها بوساطة أسطوانتين مختلفتي طول الشوط.

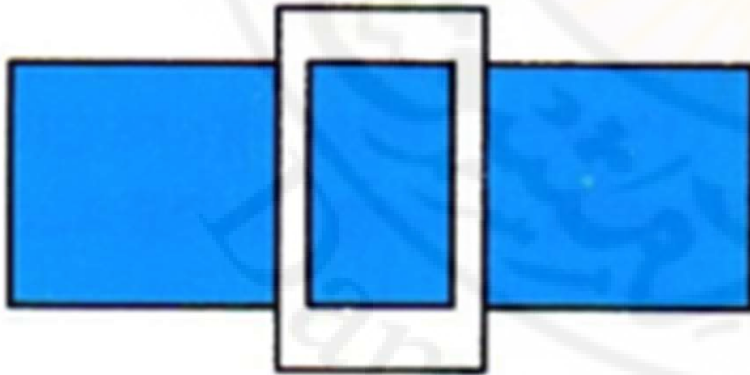


اسطوانة متعددة الوضعيات



المؤازر الهوائي الخطي (أسطوانة بدون محور مكبس):

هي أسطوانة **عديمة المحور ثنائية التأثير**. وهنا يكون المكبس حر الحركة داخل الأسطوانة ويعتمد على ضغط الهواء المؤثر على أحد طرفيه بالاتجاه الآخر. وهنا لا توجد وصلات خارجية موجبة (ملولبة باتجاه الخارج) **والمكبس مركب مع مغناطيس حلقي دائم حوله**. المنزلقة مثبتة من الجهة الخارجية على الجدار الأسطواناني للأسطوانة ويتم ذلك بواسطة مغناطيس حلقي دائم أيضاً. لهذا فإن الوصلة المغناطيسية تنتج بين المنزلقة والمكبس. وفي لحظة إنطلاق المكبس تحت تأثير الهواء المضغوط تنطلق معه بالحال المنزلقة متحركة معه. ويكون الجزء المطلوب تحريكه من الآلة مركباً على المنزلقة. هذا التصميم يستخدم للأشواط التي يصل طولها حتى 10 m.



اسطوانة عديمة محور المكبس

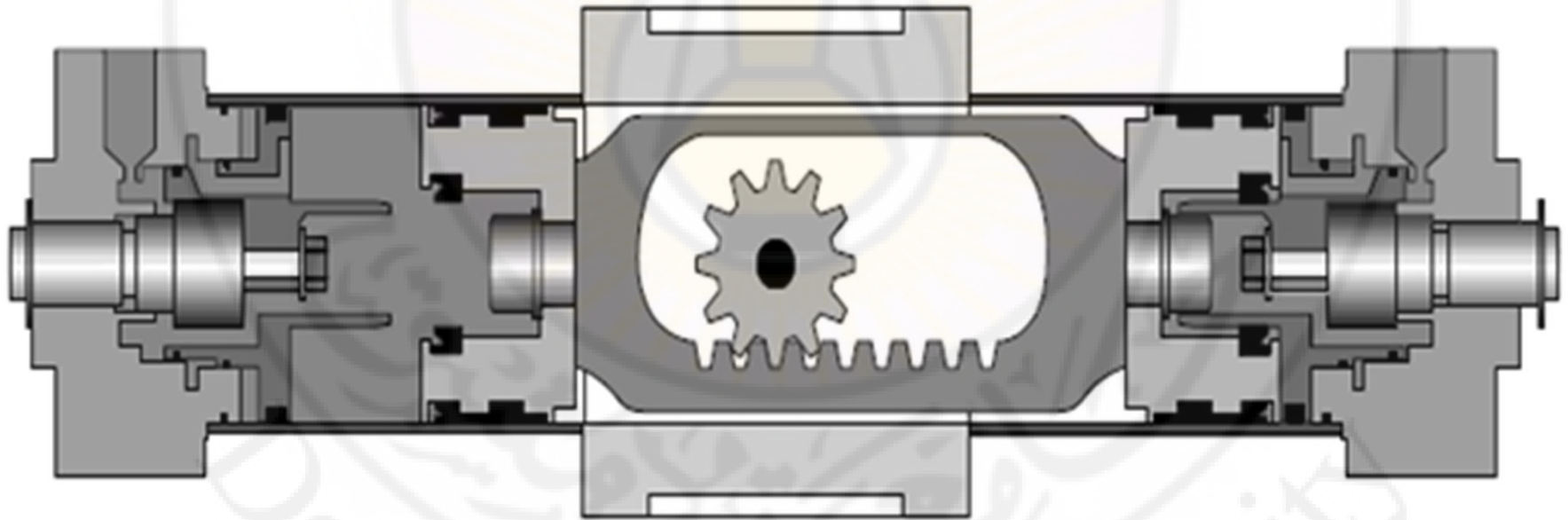
The background of the slide features a large, faint watermark of the Damascus University logo. The logo is circular, with a central emblem depicting a stylized building or monument. The emblem is surrounded by a ring of Arabic text, and the outermost ring of the logo contains the text "Damascus University" in English.

المشغلات Actuators

المشغلات الهوائية

الأسطوانة الدوارة:

هذه الأسطوانة تحول الحركة **الخطية** إلى حركة **دورانية**، ويوجد منها أسطوانات تدور حتى دورتين في كل شوط حركة. ويكون **محور الدوران** فيها **مربوطاً مع مسنناً متعشقا مع جريدة مسننة على محور الأسطوانة من الداخل**. أو تكون بحركة ترددية دورانية.



الأسطوانة الدورانية

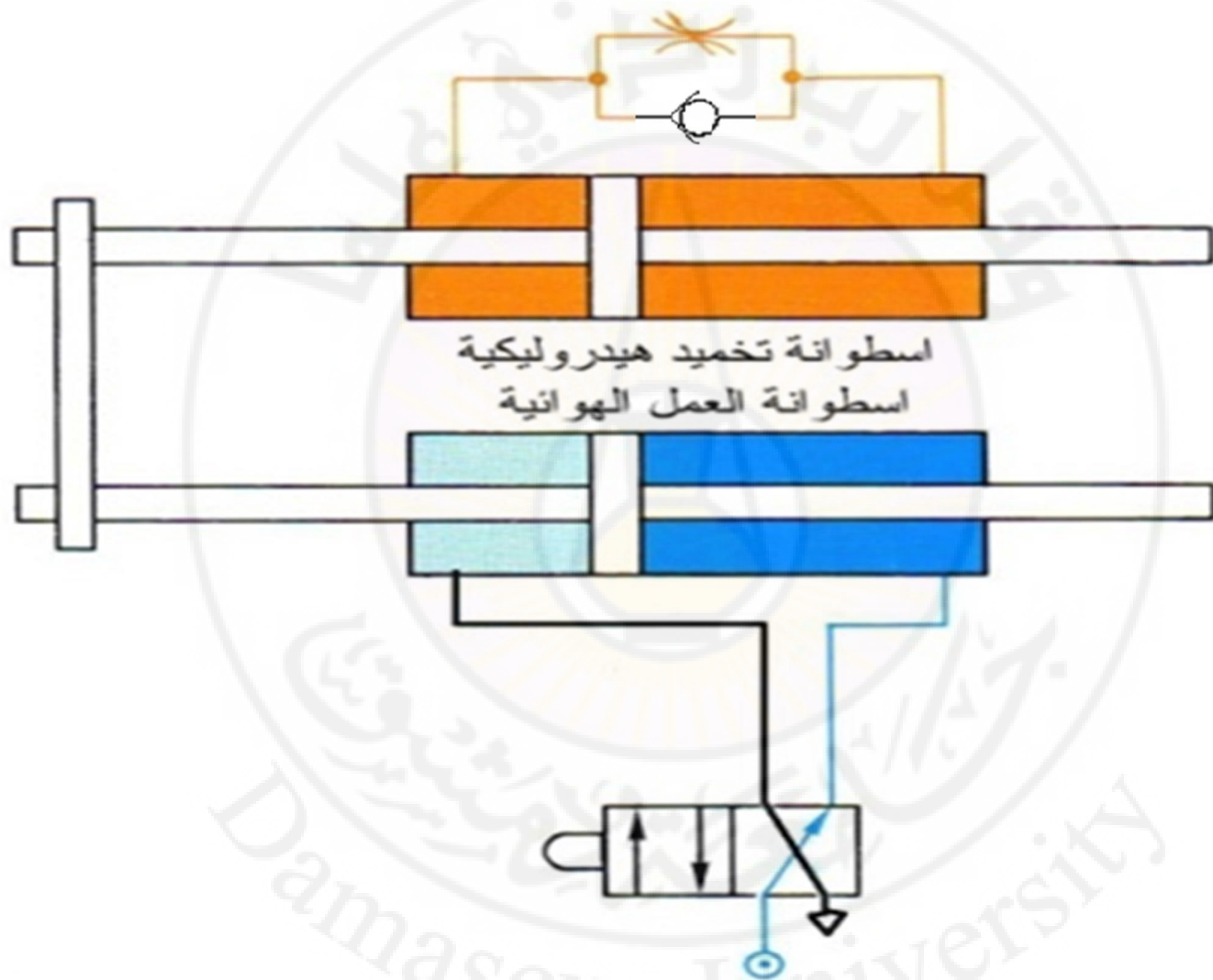
وحدات التغذية الهيدرو- هوائية:

- يتم الحصول على **تغذية ثابتة** للحركات حتى مع أكثر الأحمال تغيراً.

- نركب **أسطوانة هوائية** للعمل و**أسطوانة تخميد هيدروليكي**. إذا ضغطت الأسطوانة الهوائية فإن المكبس في أسطوانة التخميد الهيدروليكي يُسحب معه على طوله.

هذا المكبس يقود الزيت إلى الجهة المعاكسة من المكبس من خلال **صمام تحكم (خائق) وحيد الاتجاه للتدفق**.

يمكن تحديد **سرعة التغذية** من خلال **تغيير** الخائق وحيد الاتجاه. في شوط العودة فإن الزيت يمكن أن يمر بسرعة إلى الطرف الآخر من المكبس من خلال **صمام عدم الرجوع**. لهذا يكون شوط العودة أسرع من شوط التقدم.



المحركات الهوائية:

وهي مشغلات لتوليد **الحركات الدورانية**. وهي مناسبة لأشكال الاستخدامات كلها وتستخدم في الأوساط والشروط الشاقة وتعمل في المناطق التي فيها خوف من مخاطر الانفجار. ومن المحركات بالهواء المضغوط:

- **المحرك المكبسي.**

- **المحرك ذو الريش المنزلقة.**

المحرك المكبسي:

هذا النوع يقسم إلى **محركات نصف**

قطرية ومحورية. في **المحرك**

النصف قطري تسير المكابس

ذهاباً وإياباً محركاً معها عمود

المرفق (الكرانك) عن طريق

مخاور ربط. وعلى محيط

النموذج موزع عدد من

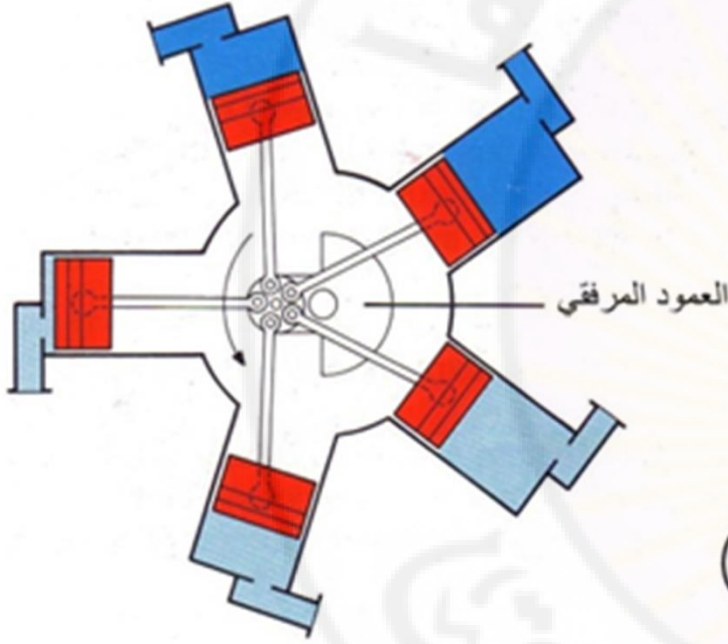
الأسطوانات لضمان الدوران

الناعم للمحرك. إن **استطاعة**

المحرك تعتمد على **ضغط التغذية**،

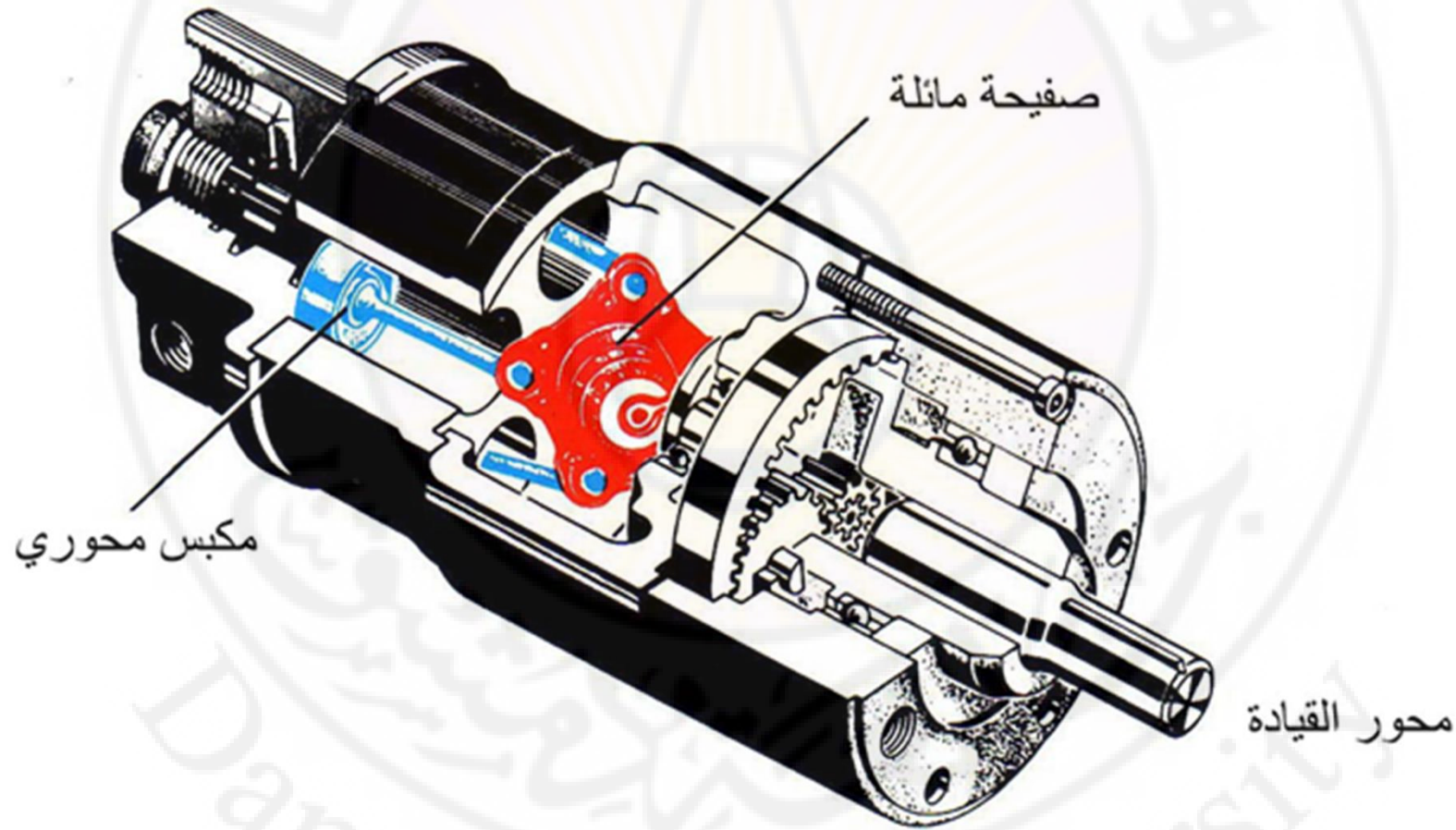
عدد المكابس، **مساحة المكبس**،

شوط المكبس وسرعته.



المحرك النصف قطري

في **المحرك المحوري** تتوضع خمس أسطوانات على محيط المحور.
وحرركاتها الترددية تحول من خلال صفيحة مائلة إلى حركة
دورانية. وسرعته الأعظمية نحو 500 r.P.m.

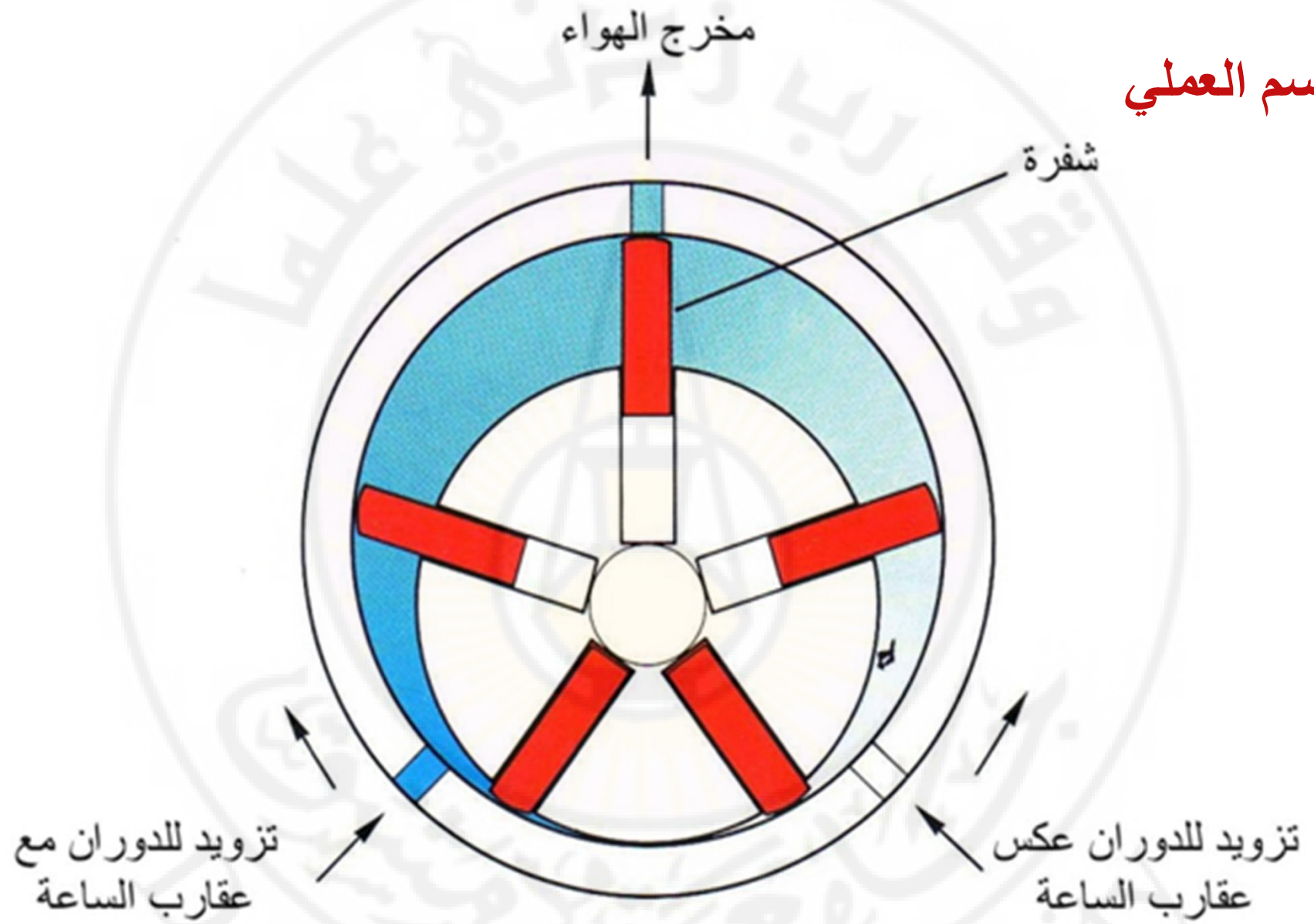


محرك محوري

المحرك ذو الريش المنزلق:

إن الجزء الدوار هنا مثبت **لامركزياً** في حجرة أسطوانية. وقد زود الدوار بشقوق. والشفرات (الريش) موجهة في الشقوق بالدوار وتدفع بقوة إلى الأمام باتجاه الجدار الداخلي للأسطوانة تحت **تأثير القوة النابذة**. بهذه الطريقة يمكن ضمان إحكام كل حجرة على انفراد. وكميات قليلة من الهواء تضغط على الشفرات لتبعتها عن الجدار الداخلي حتى قبل أن يبدأ المحرك بالحركة. إن الشفرات تشكل حجرات عمل حيث يمكن للهواء المضغوط أن يصبح فعالاً بشكل يتناسب مع أبعاد سطح الشفرات. والهواء يدخل الحجرة الأصغر ويتمدد عندما تتوسع الحجرة. وتتراوح السرعة ما بين (3000 – 8500rpm/min) دورة/دقيقة.

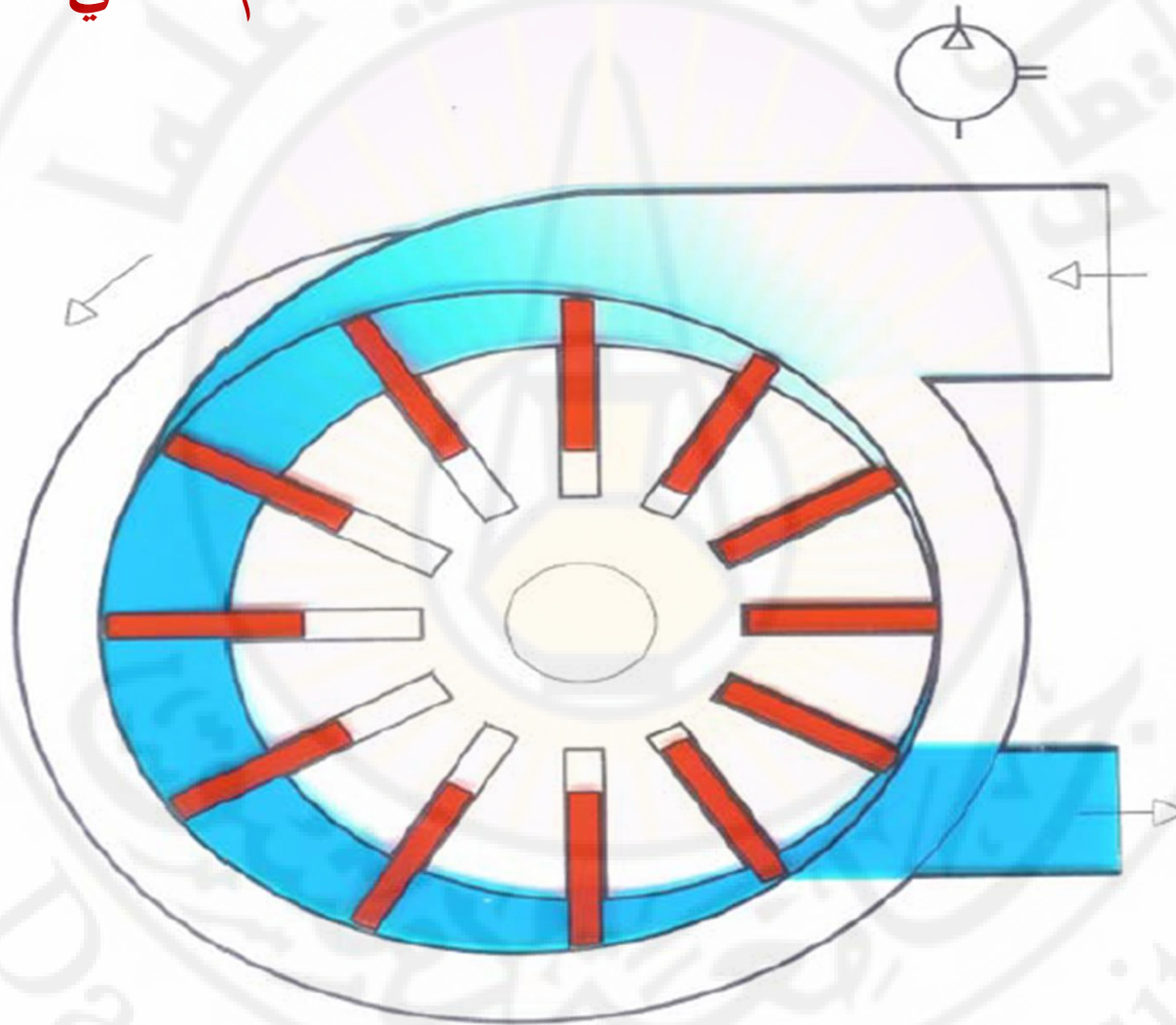
القسم العملي



المحرك ذو الريش (الشفرات) المنزلة

الضاغط الدوارة

القسم العملي



ضاغط دوّار

عند إدارة العضو الدوار تندفع الريش إلى الخارج تحت تأثير قوة الطرد المركزي ، بهذا تلامس الحافة **القسم العملي** الخارجية لكل ريشة السطح الداخلي للضاغط .عند دوران العضو الدوار في اتجاه السهم الموضح بالشكل ، تتحرك الريش داخل الشقوق . عند الإقتراب من خط السحب تكون أجزاء الريش الخارجة من الشقوق صغيرة للغاية . باستمرار الدوران يزداد طول جزء الريش ويزيد الحجم بين كل ريشتين متتاليتين من الريش ، ويمتلئ بالهواء الذي يصل من خط الشفط عندما يصل هذا الحجم إلى أقصى قيمة له (عند أكبر مسافة بين مركز الدوار والسطح الداخلي للكامة) ينقطع الاتصال بينه وبين خط الشفط يبدأ الاتصال بناحية الضغط .عند هذا الوضع يبدأ السطح الداخلي للكامة في دفع الريش داخل الشقوق ، فيقل الحجم مما يؤدي إلى طرد الهواء إلى الخارج من فتحات الضغط .

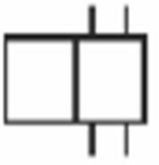
الصمامات النيوماطية : القسم العملي

يتم التحكم في حركة الهواء المضغوط بواسطة عناصر تسمى الصمامات و هناك ثلاثة أنواع أساسية من الصمامات و هي:

- ١- صمامات التحكم التوجيهية : تحدد المسار الذي سيمر به الهواء .
- ٢- صمامات الضغط : تتحكم بالضغط لحماية النظام .
- ٣- صمامات التحكم بالتدفق : تتحكم بمعدل التدفق في خط معين حسب المطلوب .

تحدد صمامات عدم الرجوع اتجاه التدفق و تحدد صمامات التحكم بالتدفق نسبة التدفق في دارة التحكم الكهرو هوائية بينما تستخدم صمامات التنفيس السريعة لتحقيق سرعات عالية للأسطوانات الهوائية حيث يمكن التخلص من الهواء المضغوط فعليا وبدون اختناق.

القسم العملي

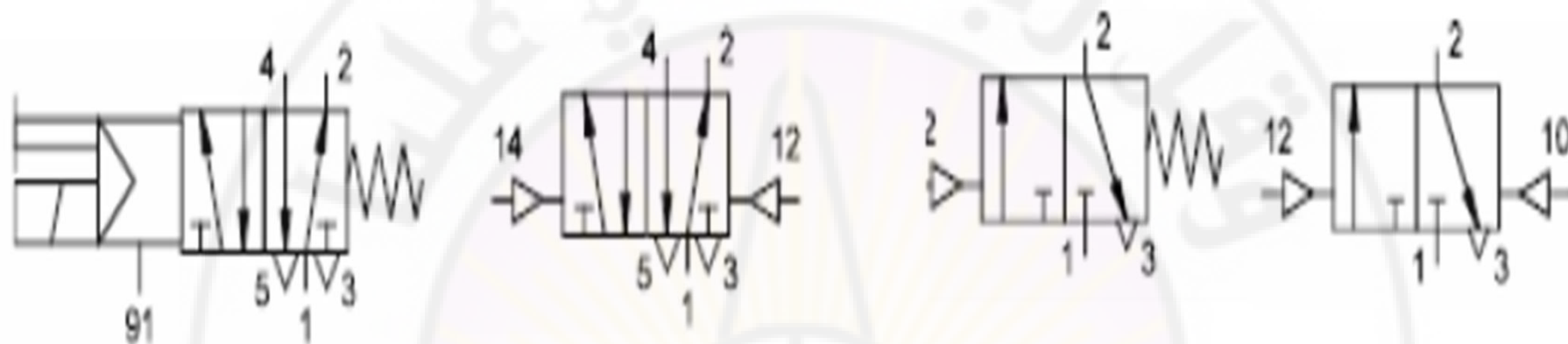
- يمثل المربع وضعاً من أوضاع التشغيل 
- يشير عدد المربعات إلى عدد أوضاع التشغيل 
- يشير الخط والسهم إلى مسار واتجاه مرور الهواء على التوالي. 
- يمثل الوضع المغلق بخط عرضي داخل المربعات. 
- يشار للتوصيلات (مداخل و مخارج الهواء) بخطوط خارج المربع. توضع التوصيلات على المربع الذي يمثل الوضع الاعتيادي للصمام. 

الرموز التوضيحية للصمامات التوجيهية طبقاً للنظام DIN ISO 1219

القسم العملي			
ISO 5599-3	النظام الحرفي	الفتحة أو التوصيلة	
خطوط التشغيل	١	P	فتحة الضغط
	٤, ٢	A, B	خطوط التشغيل
	٥, ٣	R, S	فتحات التصريف
خطوط التحكم	١٠	Z	الإشارة المطبقة تمنع التدفق من فتحة ١ إلى فتحة ٢
	١٢	Y, Z	الإشارة المطبقة تربط فتحة ١ مع فتحة ٢
	١٤	Z	الإشارة المطبقة تربط فتحة ٣ مع فتحة ٤
	٩١, ٨١	Pz	إشارة تحكم إضافية

مقارنة بين النظام الرقمي و النظام الحرفي لوصف الصمامات الاتجاهية

القسم العملي

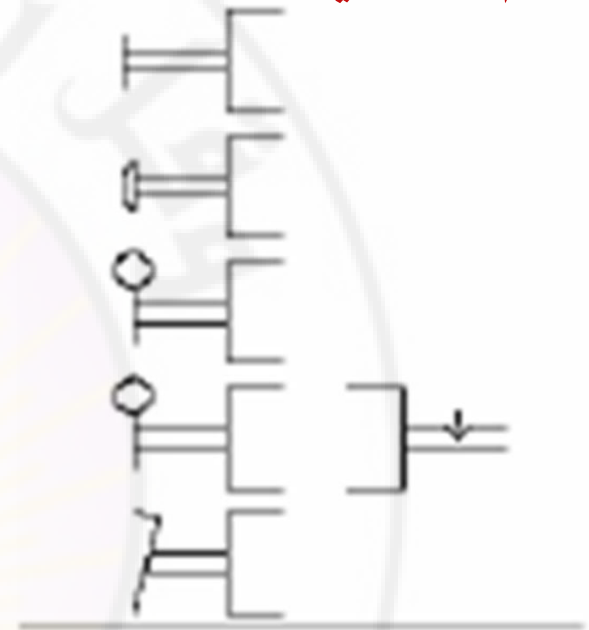


أمثلة لرموز صمامات اتجاهية

القسم العملي

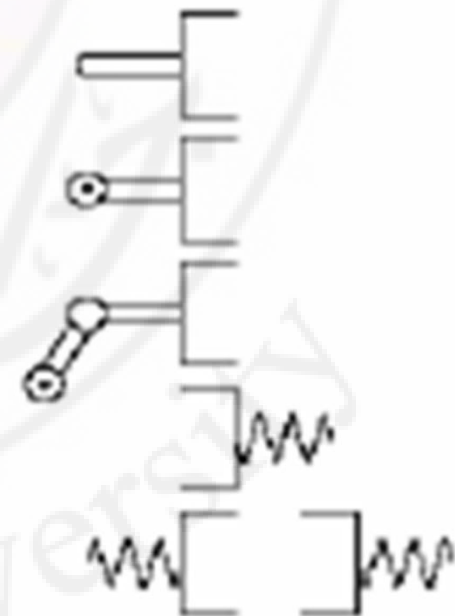
تشغيل يدوي

- ذراع تشغيل يدوي رمز عام.
- بزر ضغط يدوي
- رافعة يدوية
- رافعة يدوية تعمل بالإيقاف
- بدالة تشغل بالقدم



تشغيل ميكانيكي

- خابور تشغيل يعمل بالدفع بكامة متحركة
- بكرة تعمل بالدفع بكامة متحركة
- بكرة تعمل بالدفع بكامة متحركة مع رجوع حامل
- رجوع بيبي
- رجوع بيبي من الجانبين



تشغيل نيوماتي

- إشارة هوائية مباشرة

- إشارة هوائية غير مباشرة

تشغيل كهربى

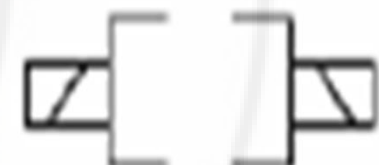
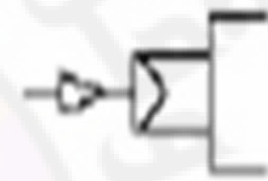
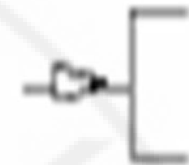
- تشغيل بملف كهربى

- تشغيل بملفين كهربيين

تشغيل مركب

- تشغيل غير مباشر بملفين كهربيين مع قطع يدوي

القسم العملي



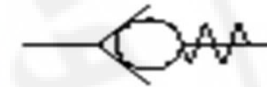
عناصر تشغيل الصمامات حسب نظام DIN ISO 1219

القسم العملي

صمام عدم رجوع



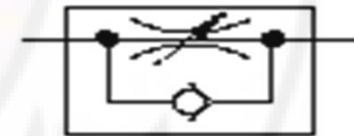
صمام عدم رجوع مع نابض



صمام التحكم بالتدفق القابل للمعايرة

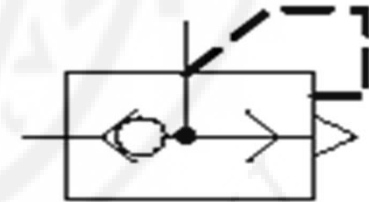


صمام التحكم بالتدفق القابل



للمعايرة مع صمام عدم رجوع

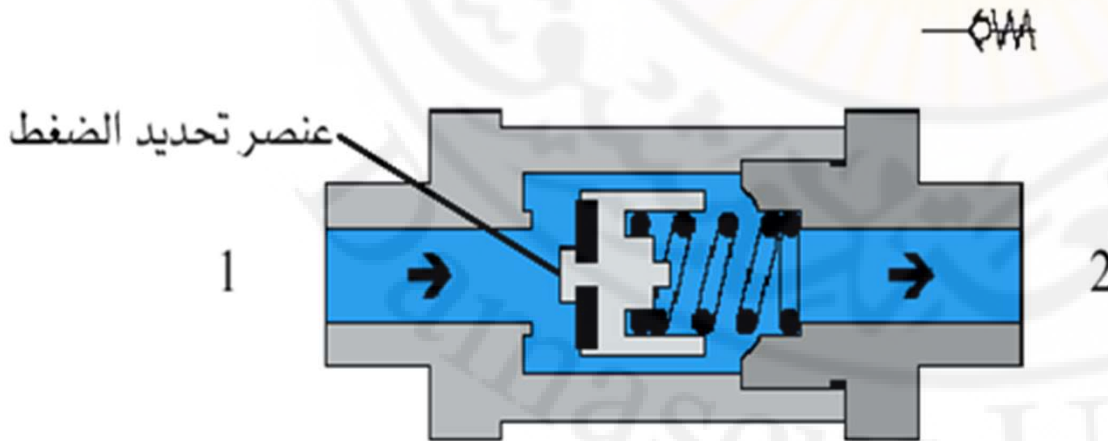
صمام التنفيس السريع



الشكل يبين الرموز البيانية لصمامات عدم الرجوع وصمامات التحكم بالتدفق وصمامات التنفيس السريع

الصمام الالارجعي Non – return Valve : القسم العملي

يقوم بحبس التيار في أحد الاتجاهات (الاتجاه العكسي) و السماح بتدفقه دون إعاقة في الاتجاه الآخر (اتجاه التدفق) ، تحت تأثير الضغط يتحرك **عنصر تحديد الضغط** في اتجاه التدفق (من ١ إلى ٢) و **عندما تتعدى قوة الضغط قوة الزنبرك** يتحرك عنصر تحديد الضغط و يسمح بتدفق التيار و عند تأثير الضغط على عنصر تحديد الضغط في اتجاه الحبس من ٢ إلى ١ تتحد قوة الضغط مع قوة الزنبرك و تدفع عنصر تحديد الضغط على قاعدة الصمام و بهذا يبقى الصمام مغلقا و أشكال عنصر تحديد الضغط كرة أو مخروط أو صفيحة أو غشاء.

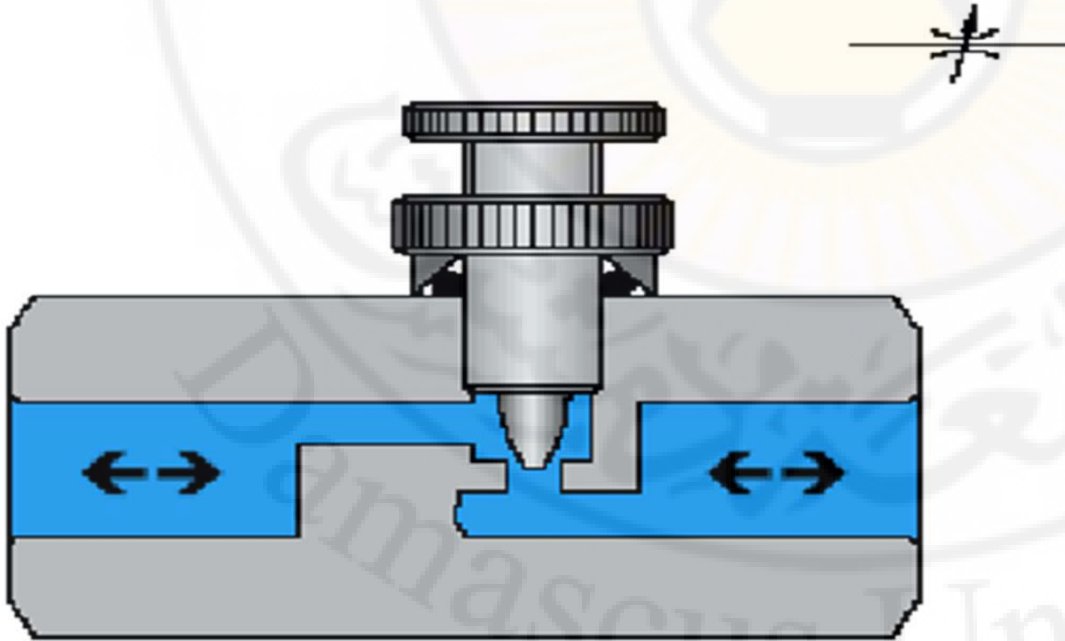


الصمامات الخانقة :Flow Control Valves

القسم العملي

١- الصمام الخانق القابل للمعايرة : Throttle Valve

و يعمل على ضبط التدفق الحجمي (ليتر / الدقيقة) من خلال تغيير مساحة مقطع الصمام عن طريق إدارة مفتاح على شكل قرص دوار يتحكم في الصمام و بالتالي كمية التدفق ويستعمل هذا الصمام أغلب الأحيان لضبط سرعة تحرك مكبس الأسطوانة.



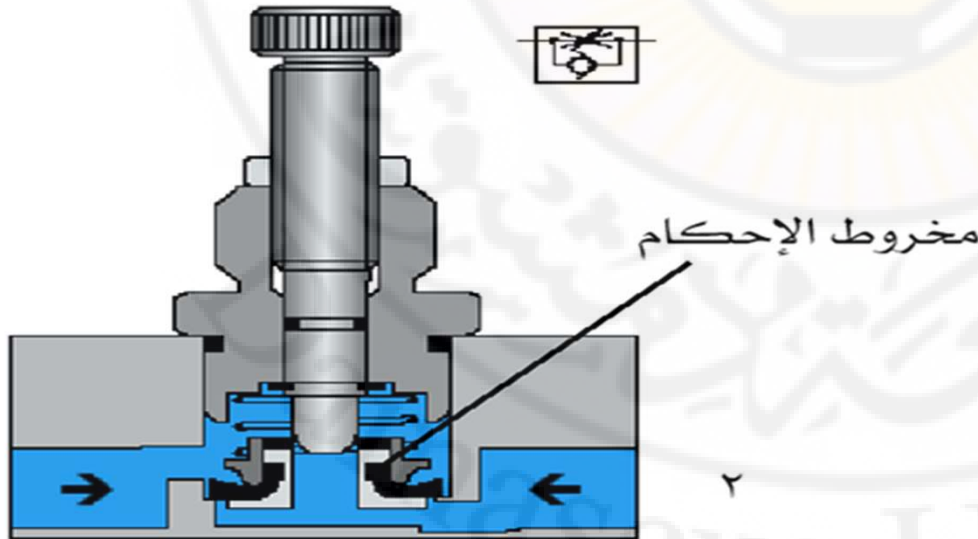
القسم العملي

٢- الصمام اللا رجعي الخائق القابل للمعايرة (صمام التحكم بالتدفق) السرعة :

One – Way Flow Control

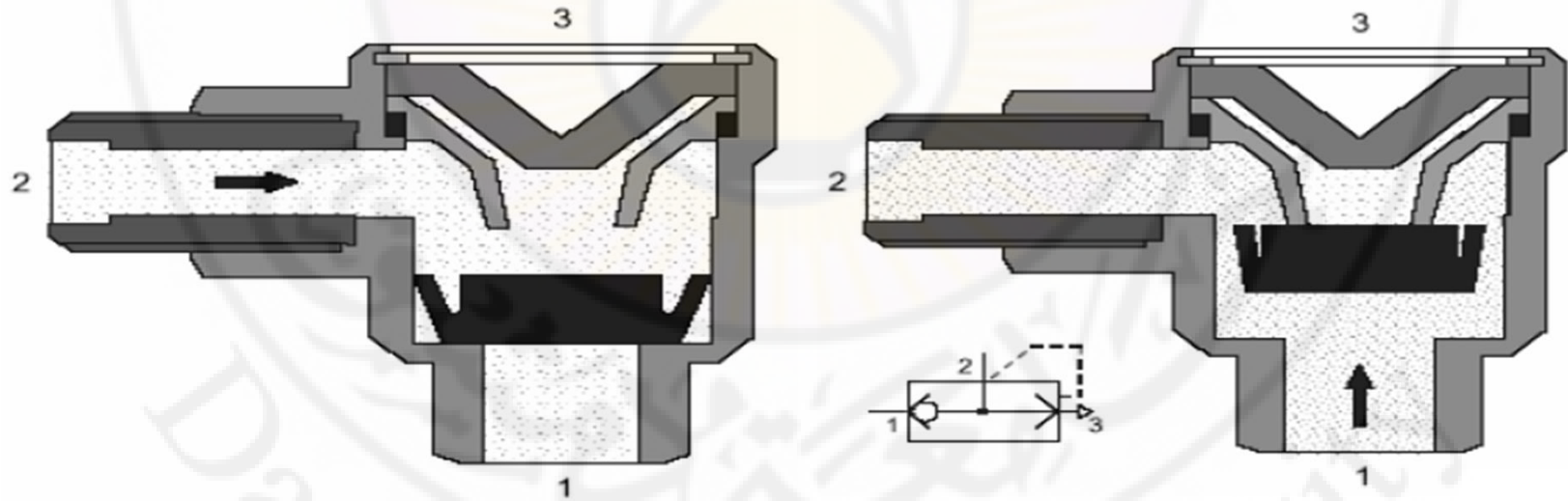
يقوم بمعايرة التدفق الحجمي في إتجاه واحد أما في الإتجاه العكسي فيكون الطريق مفتوحا تماما لتدفق التيار و عند إدارة مسمار الخنق يمكن تصغير أو تكبير القاطع العرضي الحلقي عند قاعدة المخروط و بالتالي يتم معايرة التدفق الحجمي في الإتجاه ١ إلى ٢ و عند مرور التيار في الإتجاه العكسي ينفتح مخروط الإحكام

و يسمح بتدفق التيار دون أن يتعرض لأي مقاومة (تشغيل لا رجعي).



صمام التنفيس السريع: القسم العملي

يستعمل في تفريغ الأسطوانات و خراطيم التوصيل بأقصى سرعة ممكنة . يتدفق الهواء المضغوط إلى الأسطوانة من 1 إلى 2 . في هذه الحالة تقوم حلقة الإحكام بغلق الثقب 3 تحت كل من الضغط و تدفق التيار. عند تفريغ الهواء يضغط التيار الخارج حلقة الإحكام فوق الفتحة 1 و تغلقها. في هذه اللحظة يندفع العادم في الطريق 2 إلى 3.



صمام عادم سريع

Quick Exhaust Valve

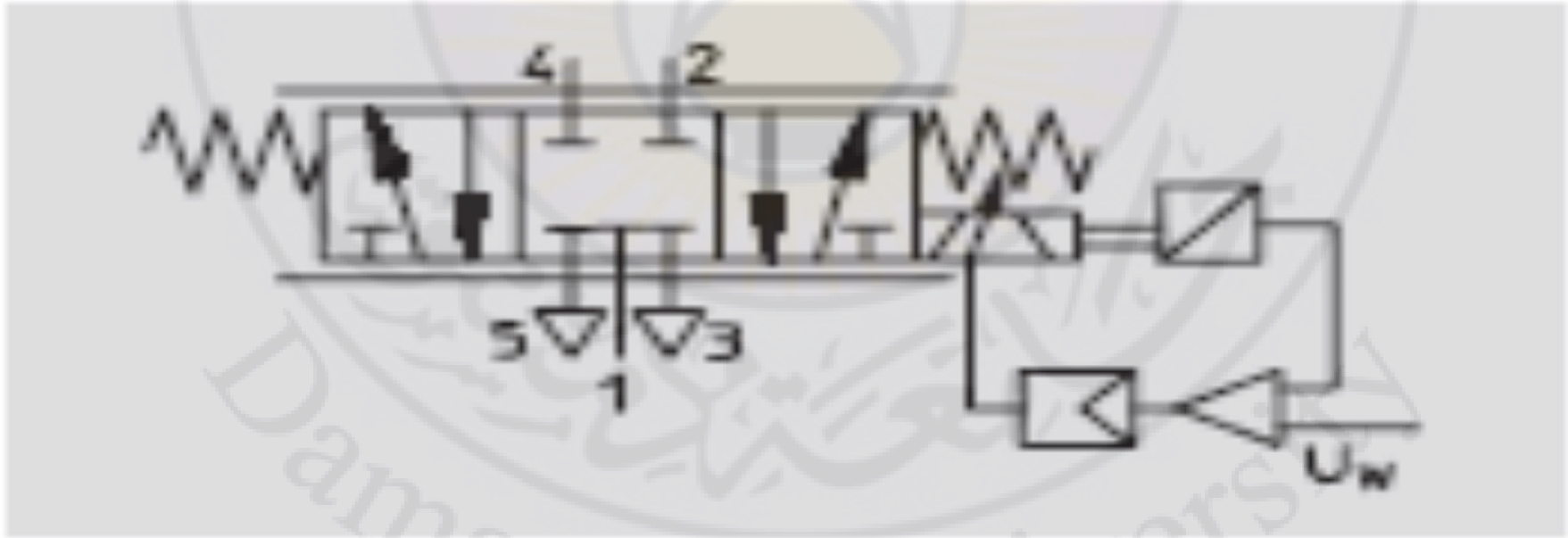
أنظمة القيادة الهوائية التناسبية

القسم العملي

الصمام الهوائي الاتجاهي التناسبي:

هو صمام ذو قلب تحكم يتم التحكم بتوضع قلب الصمام فيه بشكل تناسبي. وهذا يحول إشارة دخل التحكم التمثيلية إلى قيمة فتحة متناسبة معها عند مخرج الصمام.

ويتوفر منه أنواع يمكن التحكم بقيمة إشارة الدخل فيها: إما بإشارة جهد تماثلي، أو بإشارة تيار تماثلية. ومعدلات تدفق من ١٠٠ إلى (٢٠٠٠ L/min)



الصمام التناسبي الهوائي الاتجاهي

القسم العملي

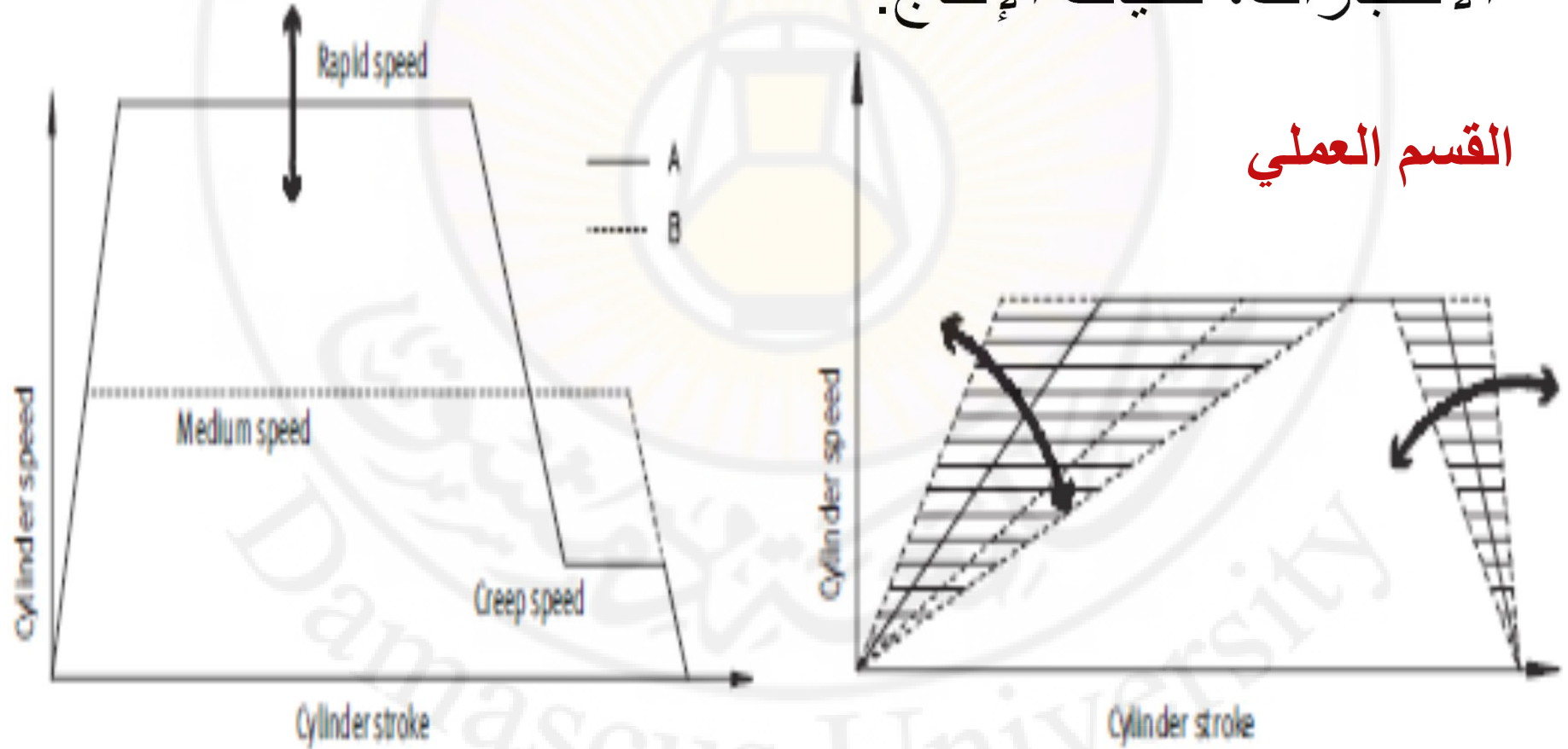
ويتميز هذا الصمام بما يلي:

تأمين زمن دورة تشغيل قصير – من خلال التفعيل السريع لمعدلات التدفق المبرمجة: وذلك من خلال تقليل أزمنة دورات التشغيل من الأمثلة سرعات الأسطوانة (لتقنيات المناولة والمفروشات، والتجميع).

تسمح الصمامات التناسبية بتوفير معدلات سرعة مختلفة وتوفير قفزات متعددة للسرعات.

والتحكم بالسرعة من خلال الصمامات التناسبية الاتجاهية يكون أصعب ويؤمن من خلال التحكم بتدفق هواء العادم.

يمكن موازنة سرعة الأسطوانة بمرونة مع العملية، وتأمين معدلات تسارع افرادية لكل نقطة من خلال قفزات محددة (**الاقتراب الهادئ بالمنتج الحساس من نقطة العمل**). وتستخدم هذه التقنيات في صناعات السيارات، تقنيات السيور الناقلة، هندسة الاختبارات، تقنيات الإنتاج.



صمامات التحكم الاتجاهي التناسبية كعنصر تحكم أخير – تؤمن
تغيير ديناميكي وسريع لمعدلات التدفق:

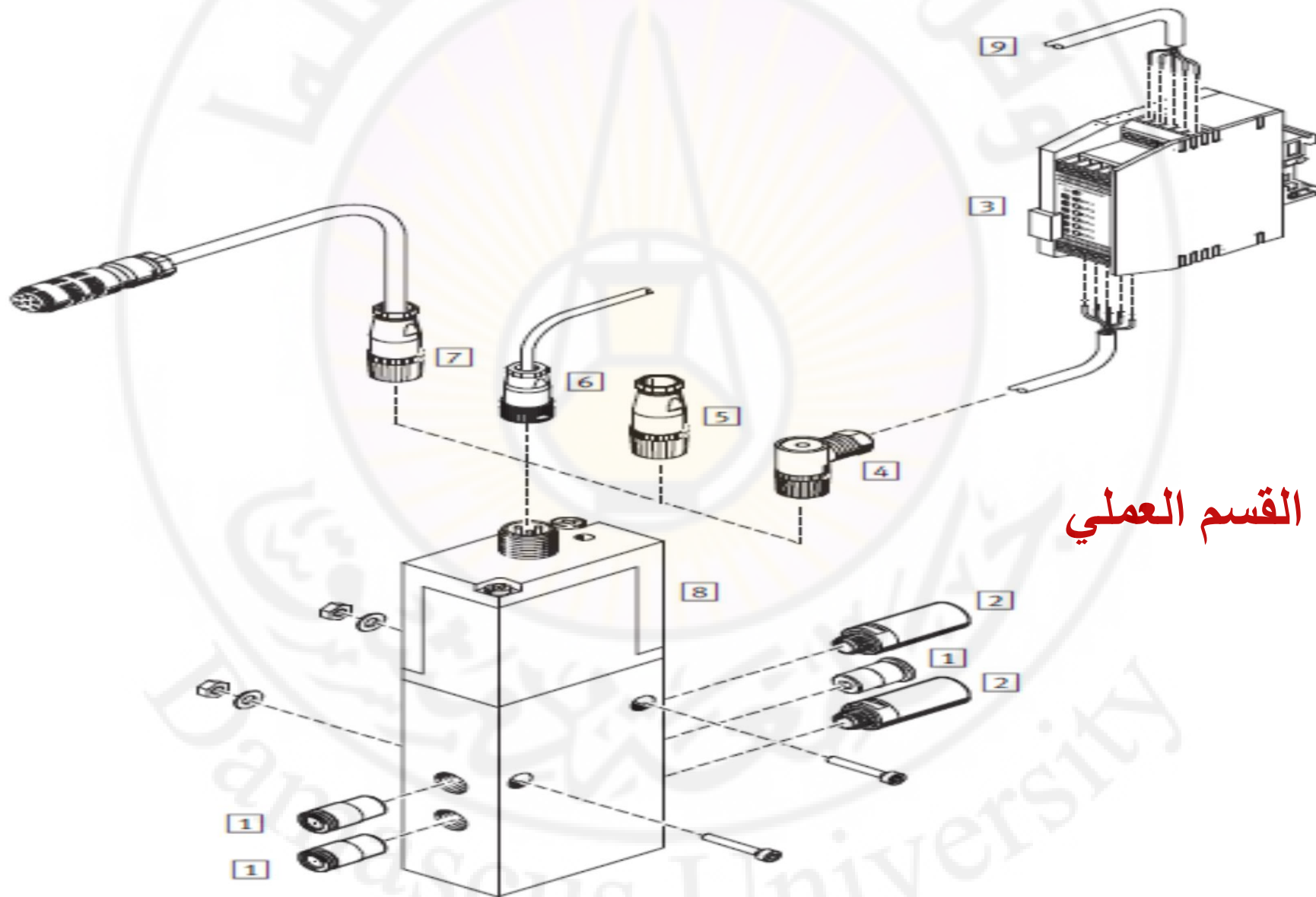
في اختبارات التعب، التموضع بمساعدة **النظام SPC200**، التوقف
الهادئ في نهاية الشوط باستخدام متحكم نهاية الشوط موديل
SPC11.



القسم العملي

الشكل التحكم بالتوقف الهادئ لنهاية الشوط

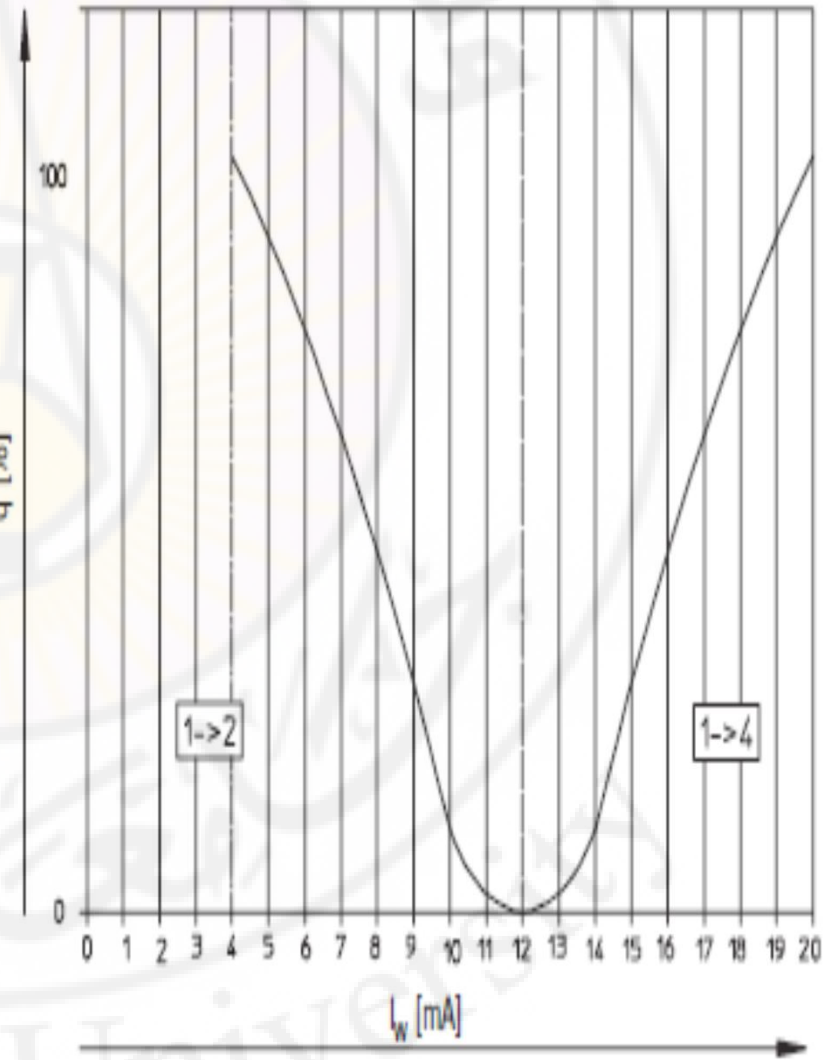
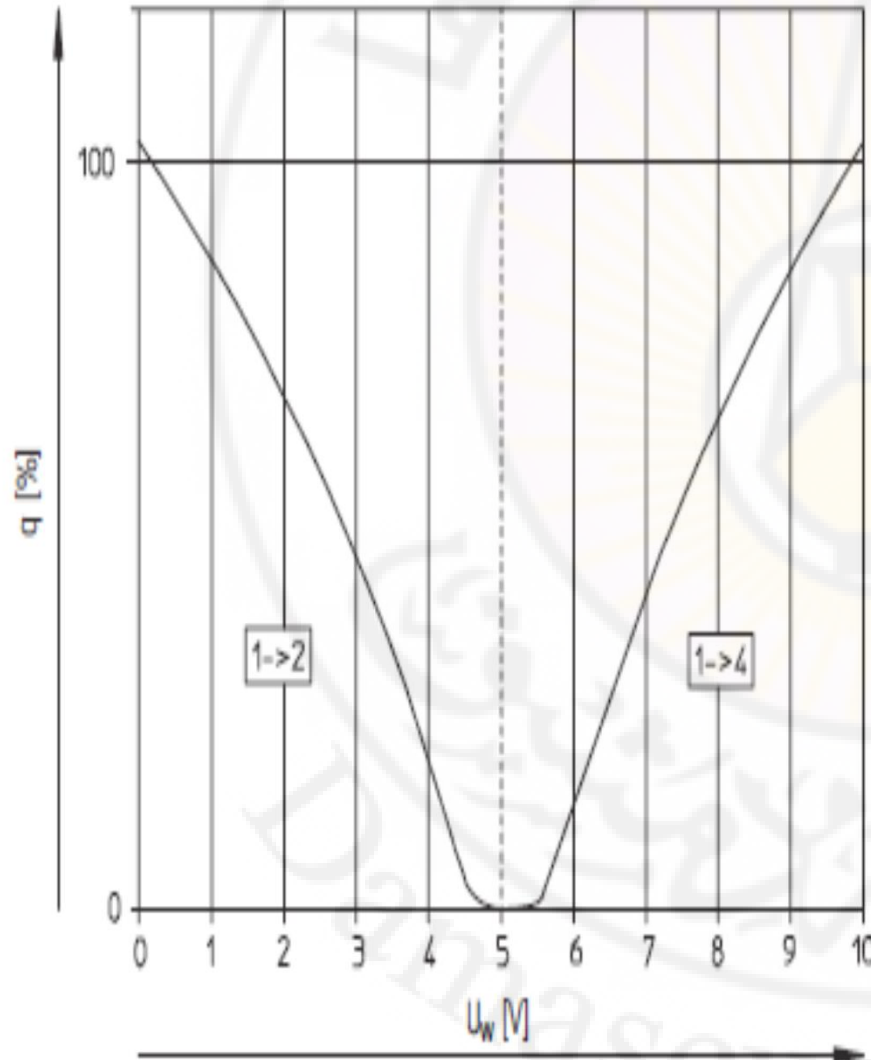
يوضح الشكل طريقة ربط الصمام التناسبي الاتجاهي مع المتحكم الخاص به وبقية الممتعات لربطة مع نظام التحكم المصمم.



القسم العملي

القسم العملي

المنحنيات المميزة للصمام الهوائي التناسبي الاتجاهي عند الضغط ٥-٦ بار بالنسبة للجهد أو التيار.



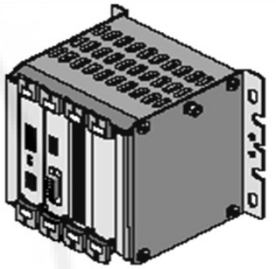
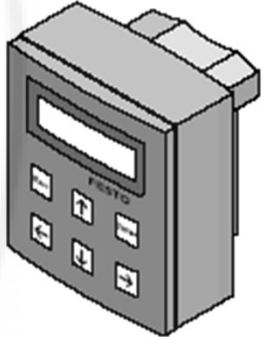
المتحكم بالصمام التناسبي الاتجاهي

القسم العملي

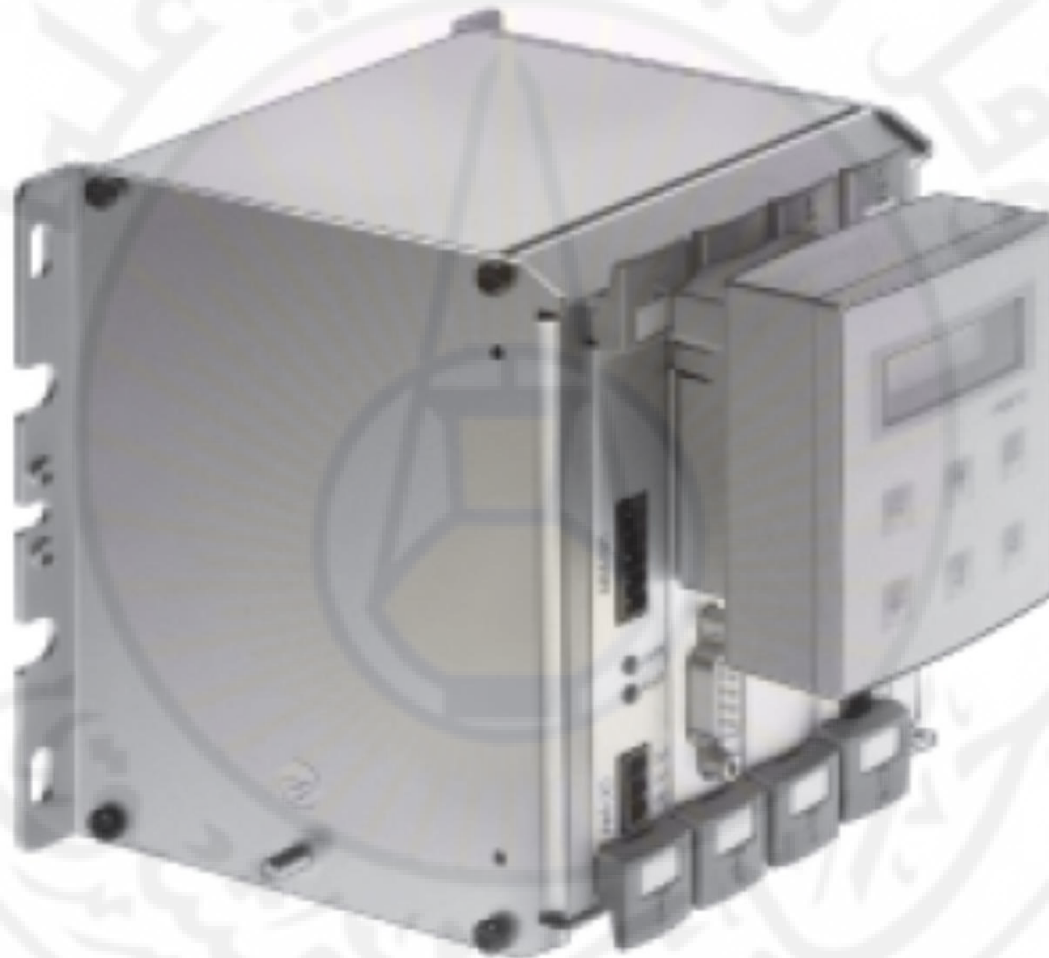


يقوم بتوليد ٦+١ قيمة تحكم إحداها تمثيلية لصمامات تنظيم الضغط التناسبية والاتجاهية. ومتحكم رقمي، وجهد خرج قابل للعيار من خلال محور مقاومة متغيرة.

المتحكم بالمحاور SPC200 القسم العملي

العنصر:	الوصف و المهمة :
	المتحكم SPC200 و هو مناسب للتركيب على المنصة و يمكن أن يُركب في أي مكان مناسب على المنصة بما لا يعيق حركة وحدة التحكم الخطية.
	لوحة تحكم من النمط SPC200-MMI-1 يمكن لهذه اللوحة أن توصل مع المتحكم SPC200 و تعمل عن طريق ستة مفاتيح بحيث يمكن لجميع المهمات أن تُستدعى عن طريق قائمة الاستجابة.
	يقوم الجسر البيني لللاقط بتثبيت التوصيلات بين العناصر على اللاقط وبين المتحكم SPC200 ، ويقوم بتلقي البارامترات من نظام القياس وإرسالها إلى المتحكم SPC200 وتزويد صمام التحكم بالاتجاه بإشارات المواضع.

القسم العملي



Damascus University

القسم العملي

هو متحكم بالتموضع لتقنيات المحاور الهوائية والكهربائية.
يمكنه **قيادة ١-٤** محاور حركة هوائية، ٣ أنواع مختلفة من
المحركات الهوائية، محور مُقاد بمحرك خطوي، وتقنيات
مختلطة من المحاور.

وتكمن قوة هذا المتحكم باحتوائه على **مداخل/مخارج رقمية،**
مداخل تمثيلية، نظام نقل بيانات بروفي باص، شبكة نقل
بيانات، انتر باص. مخارج صمامات CPV لعمليات التشغيل
الهوائية.

وله نظامين للصندوق المحتوي على المكونات، و ٩ بطاقات
تحكم مختلفة المهام، ويمكن تكوينه كما يلزم حسب المهمة.

القسم العملي

وهو **متعدد المهام** حيث يمكن اختيار أوامر للعمليات السهلة تكون مخزنة فيه، وأوامر Start/Stop لتشغيل مهام الأتمتة. وتخزين حتى ١٠٠ برنامج مختلف، ويحقق تقنية البرامج الفرعية، وعمليات التسجيل وغيرها.

بالإضافة لما سبق يمكن استخدام كابلات مخصصة له وذات مأخذ صديقة للمشغل بحيث لاتعمل إلا في مكانها الصحيح. وله برنامج تخدمي هو WINPIZA سهل التنصيب ويمكنه تسجيل البيانات وتشخيص الأعطال وتنفيذ التدقيق من خلال الرموز البيانية.

ويمكن **برمجته** مباشرة من خلال **مبرمج صغير متحرك أو من خلال الحاسب**.

المتحكم بالمحور لربط الصمام التناسبي ومسطرة الإزاحة
الرقمية مع المتحكم SPC200. كما في الشكل:



القسم العملي

المتحكم بالمحاور.

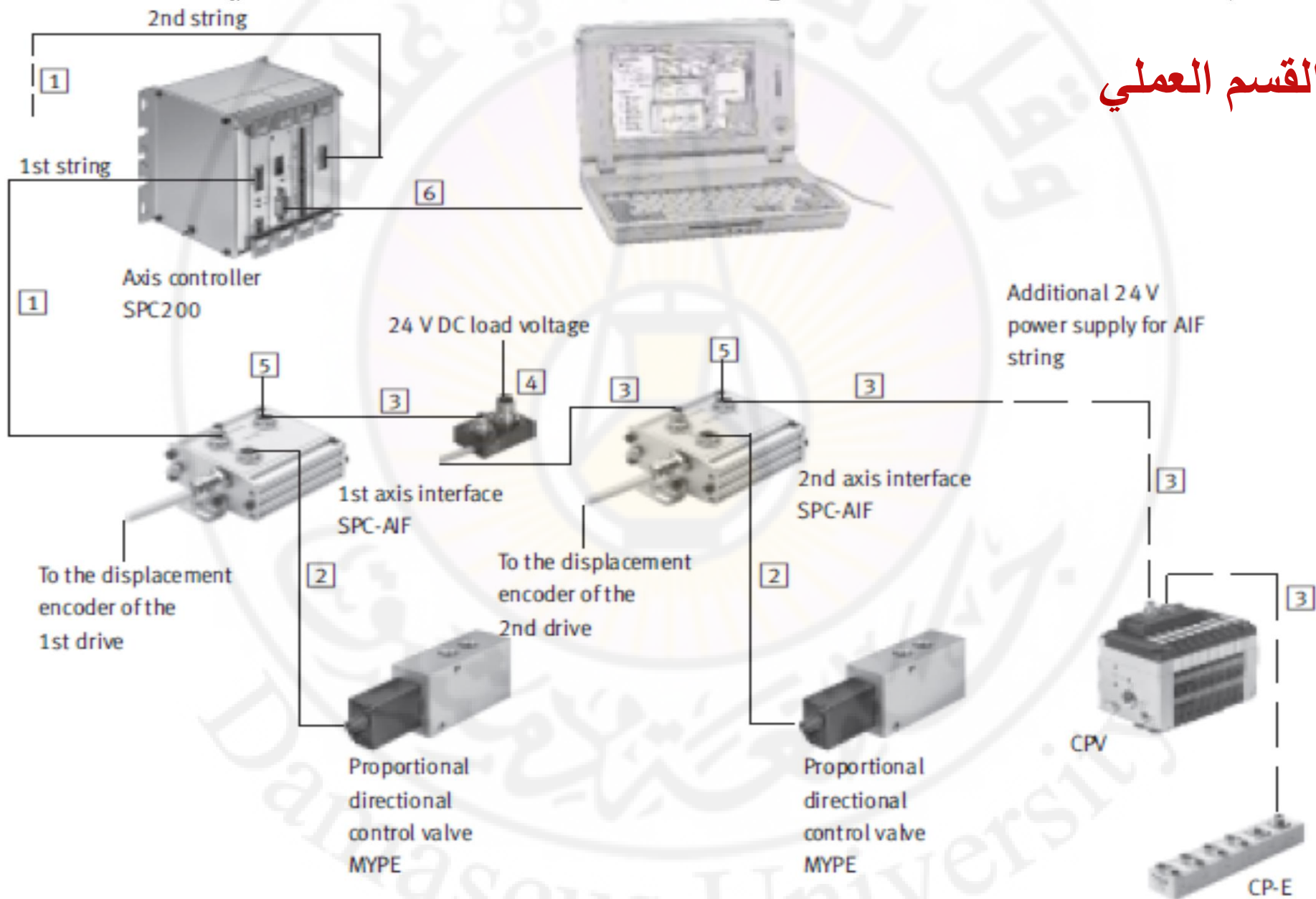
القسم العملي



موديول التزويد بالقدرة الكهربائية للمحاور البعيدة - وحدة التزويد
بالطاقة للمسافات البعيدة: حتى ١٦ م.

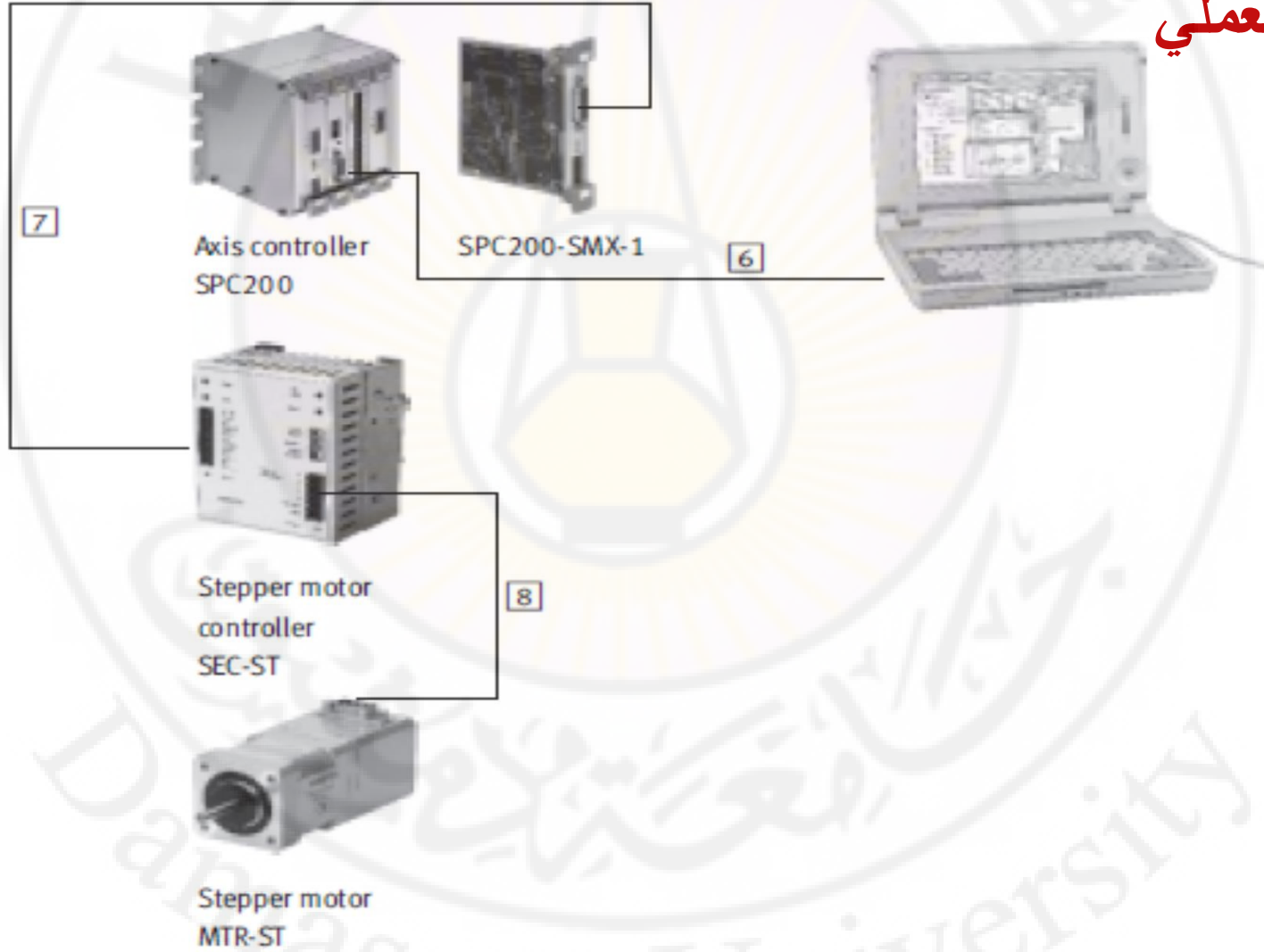
تتم عملية ربط الكابلات مع المحركات الهوائية كما يلي:

القسم العملي



طريقة توصيل المحرك الكهربائي الخطوي مع المتحكم SPC200:
تتم طريقة ربط الكابلات مع المحرك الكهربائي الخطوي كما في الشكل.

القسم العملي



الإيجابيات و الخصائص المميزة للهواء المضغوط

الوفرة	يتوفر الهواء فعليا في كل مكان و بكميات غير محدودة.
النقل	يمكن نقله بسهولة في خطوط الأنابيب و لمسافات طويلة.
التخزين	يمكن تخزين الهواء المضغوط في خزانات قابلة للنقل و استخدامه حسب الحاجة.
درجة الحرارة	لا يتأثر بتذبذب درجة الحرارة و هذا يضمن تشغيلا مضمونا حتى تحت الظروف القصوى.
عدم القابلية للإنفجار	لا ينتج عنه خطورة انفجار أو احتراق.
العناصر	العناصر المشغلة سهلة التركيب و رخيصة الثمن .
النظافة	الهواء الخارج و غير المُزيت نظيف كما أنه يتسرب من النظام دون أن يتسبب في أي تلوث.
السرعة	الهواء المضغوط وسط عمل سريع و بالتالي يضمن تحقيق سرعة عمل عالية .
أمن زيادة التحميل	يمكن تحميل الأدوات والأجزاء النيوماتية إلى نقطة التوقف وبالتالي لا توجد خطورة زيادة تحميل .

سلبيات استعمال الهواء المضغوط

التحضير	الهواء يتطلب تحضيراً جيداً.
الانضغاط	ليس من الممكن دائماً تحقيق حركة مكبس ثابتة ومنتظمة باستخدام الهواء المضغوط.
القوة	عند القوى العالية يكون الاستخدام غير اقتصادي.
مستوى الضوضاء	الهواء المطرود مصدر للضوضاء واستخدام خافضات الصوت يحل هذه المشكلة إلى درجة كبيرة.

القسم العملي

الاسطوانات الهيدروليكية والنيوماتية (المحركات الخطية)

تستخدم الاسطوانات الهيدروليكية في تحريك الأحمال الخارجية في خط مستقيم (في حركة ترددية).
تعتمد القوة القصوى F المتاحة من اسطوانة معينة على المساحة الفعالة لمقطع الاسطوانة A والضغط الأقصى للتشغيل المسموح به p :

$$F = p \times A$$

وتكون القوة ثابتة طوال الشوط . تعتمد السرعة على معدل تدفق الزيت Q ومساحة المقطع A :

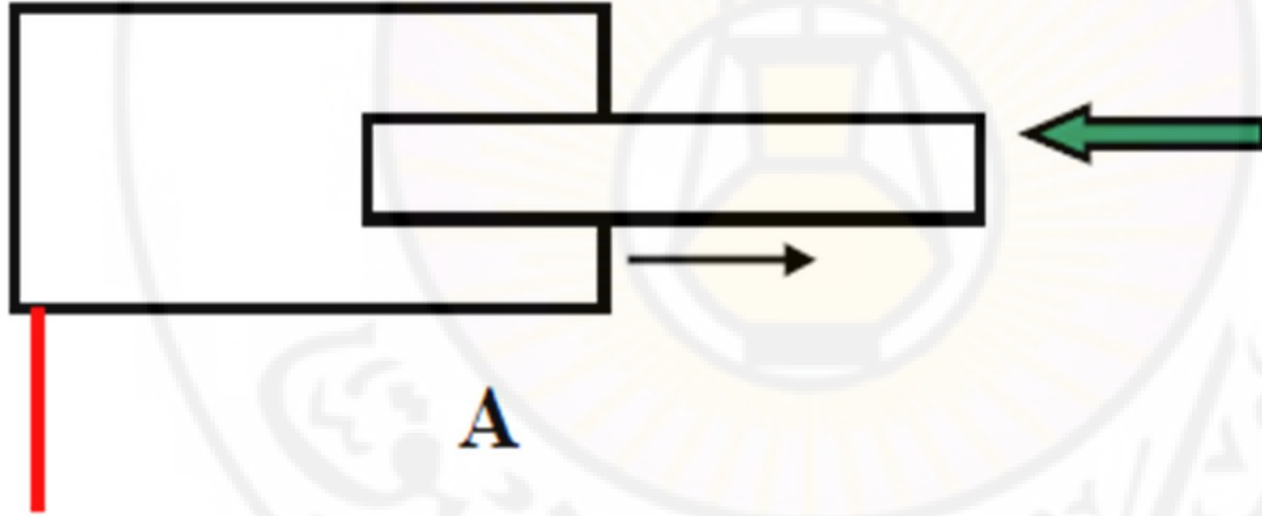
$$v = Q/A$$

ويمكن للأسطوانة التأثير بقوة شد أو جذب حسب التصميم .

اسطوانات مفردة الفعل

القسم العملي

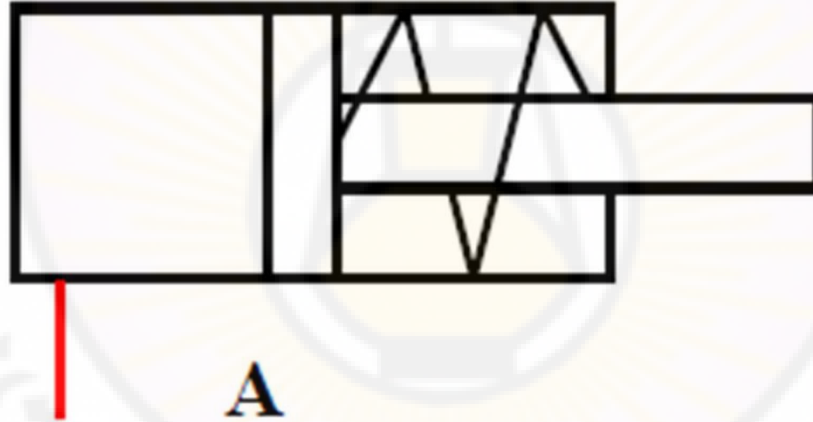
وهي الاسطوانة التي يمكن أن تعطي قوة في اتجاه واحد .
كباس دافع أو اسطوانة دافعة



عندما يؤثر ضغط مرتفع على مساحة مقطع الكباس من خلال الفتحة A يتحرك الكباس في اتجاه السهم (→) . ويحتاج الكباس لقوة خارجية في اتجاه السهم (←) للعودة لداخل الاسطوانة.

اسطوانة بزنبرك رجوع القسم العملي

في هذه الحالة يتحرك الكباس للخارج هيدروليكيًا (طرق ضغط الزيت)
يتم شوط الرجوع تحت تأثير الزنبرك.

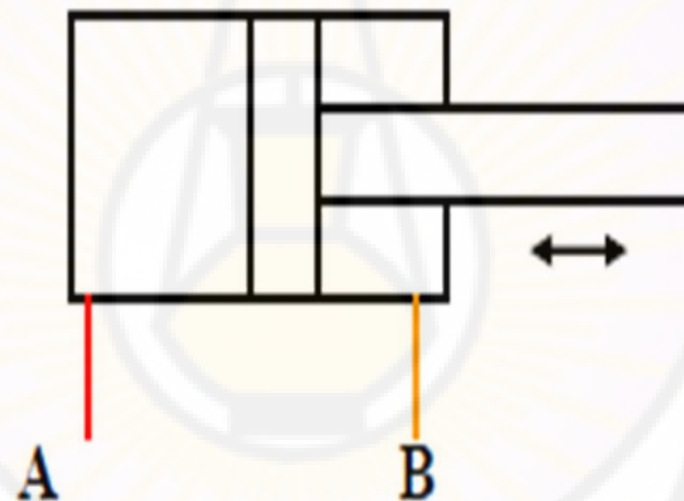


اسطوانات مزدوجة الفعل

القسم العملي

يمكن للأسطوانات مزدوجة الفعل أن تنشئ قوى في كلا اتجاهي الحركة .

♦ اسطوانة ذات ذراع كباس من جانب واحد



عند إمداد الزيت من الفتحة A يتحرك الكباس للخارج أما عند إمداد الزيت من الفتحة B فيتحرك للداخل. وتتوقف القيمة القصوى للقوة المتاحة من الاسطوانة على أقصى ضغط تشغيل وعلى المساحة

الفعالة وهي :

عند الضغط (أثناء الحركة للخارج)

$$F_D = A \times p$$

القسم العملي

A - مساحة الكباس

p - ضغط التشغيل

عند السحب (أثناء الحركة للداخل)

$$F_Z = A_1 \times p$$

p - ضغط التشغيل

A₁ - المساحة الحلقية للكباس

وبيعني هذا أن القوى المتاحة عند الحركة للخارج تكون أكبر من القوى المتاحة عند الحركة للداخل. وفي ما يتعلق بالأحجام ، فإن الطول الذي يجب ملؤه بالزيت أثناء الشوطين يكون واحداً. ونظراً لاختلاف مساحة المقطع الفعالة أثناء شوط الخروج عن أثناء شوط الرجوع يختلف حجم الزيت الذي يملأ الاسطوانة أثناء الشوطين .

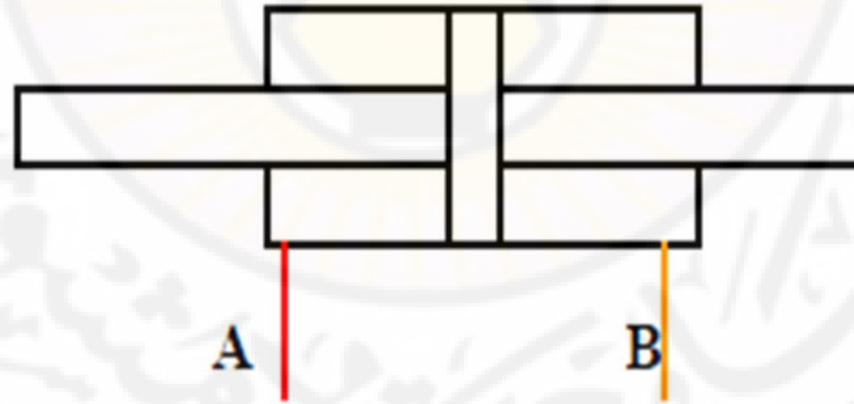
ويعني هذا أنه عند تساوي معدل التدفق Q إلى الاسطوانة أثناء الشوطين تتناسب سرعة الكباس عكسيا مع المساحة. وينتج عن ذلك :

$$v_1 = Q/A \text{ حركة بطيئة للخارج}$$

$$v_2 = Q/A_1 \text{ حركة سريعة للداخل}$$

القسم العملي

اسطوانة ذات ذراع كباس عند كل جانب (اسطوانة تزامنية)



وفيها ذراع الكباس ممتد ، فتتساوى المساحة الفعالة في اتجاهي الحركة . يؤدي ذلك إلى تساوي القوى المتاحة وكذلك سرعة الحركة أثناء الشوطين .

تخميد الحركة في نهاية الشوط **القسم العملي**

يلزم تخميد حركة الكباس في نهاية الشوط عندما تزيد سرعة الكباس عن قيمة معينة . ويعني ذلك فرملة وإبطاء السرعة لحين الوصول إلى حالة السكون . يستلزم ذلك امتصاص طاقة الحركة E والتي

تساوي

$$E = m \times v^2 / 2$$

حيث

m = الكتلة المتحركة

V = السرعة

عند نهاية الشوط (عند رأس الاسطوانة أو غطائها).

تتوقف قدرة امتصاص هذه الطاقة على حد مرونة مادة الاسطوانة. عادة ما يلزم وجود فرملة هيدروليكية

لتخميد الشوط في نهاية الشوط عندما تزيد سرعة الكباس عن $0,1 \text{ m/s}$.

Cylinder sizing for thrust

In the formula, P is divided by 10 to convert bar to Newtons per square millimetre (1 bar = 0.1 N/mm²)

$$\text{Thrust } F = \frac{\pi D^2}{4} \frac{P}{10} \text{ Newtons}$$

Where

D = Cylinder bore in millimetres

P = Pressure in bar

F = Thrust or Pull in Newtons

Cylinder sizing for thrust

Pulling force F will be less than the thrust due to the area lost to the piston rod

$$F = \frac{\pi (D^2 - d^2) P}{40} \text{ Newtons}$$

Where

D = Cylinder bore in millimetres

d = Piston rod diameter in millimetres

P = Pressure in bar

F = Thrust or Pull in Newtons

Cylinder sizing for thrust

Example; find the theoretical thrust and pull of a 50 mm bore cylinder supplied with a pressure of 8 bar.

$$\begin{aligned} \text{Thrust } F &= \frac{\pi \cdot 50^2 \cdot 8}{40} \\ &= 1571 \text{ Newtons} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pull } F &= \frac{\pi (50^2 - 20^2) \cdot 8}{40} \\ &= 1319 \text{ Newtons} \end{aligned}$$

القسم العملي

Speed control التحكم في السرعة

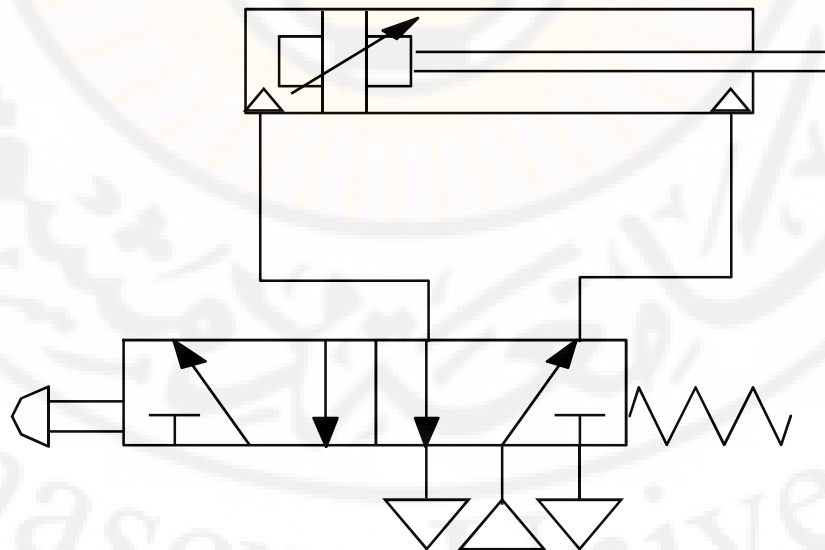


Speed control

القسم العملي

The maximum natural speed of a cylinder is determined by:

- the cylinder size,
- the ports size,
- inlet and exhaust valve flow,
- the air pressure,
- the bore and length of the hoses,
- the load against which the cylinder is working.



Speed control

يتم تحديد السرعة القصوى الطبيعية للاسطوانة بواسطة:

حجم الاسطوانة

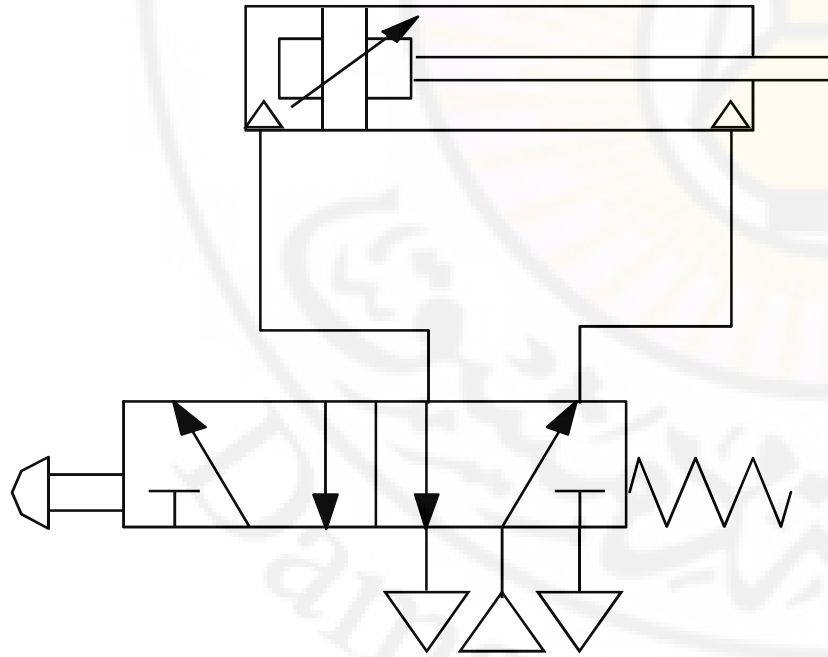
حجم المنافذ ،

تدفق الهواء من مخرج ومدخل صمام العادم ،

ضغط الهواء

تحمل وطول محور المكبس.

الحمل الذي تعمل عليه الاسطوانة.



Speed control

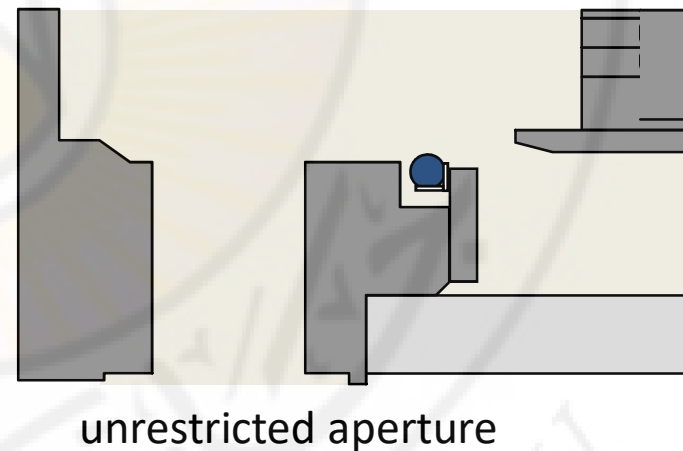
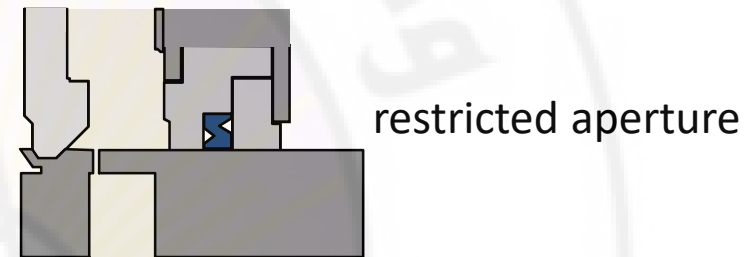
القسم العملي

From the natural speed it is possible to increase or reduce it.

Normally a smaller valve reduces cylinder speed.

A larger valve might increase cylinder speed.

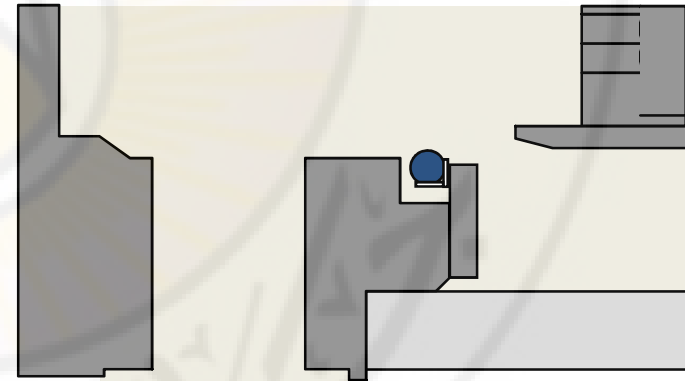
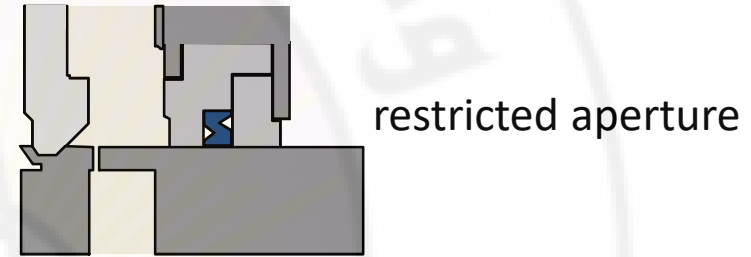
A limiting factor will be the aperture in the cylinder ports



Speed control

من السرعة الطبيعية يمكن
زيادتها أو تقليلها.
وعادةً ما **يقلل** الصمام
الأصغر من سرعة
الأسطوانة.

قد **يزيد** الصمام الأكبر من
سرعة الأسطوانة.
وسيكون **العامل المحدد**
هو الفتحة الموجودة في
منافذ الاسطوانات



unrestricted aperture

Once a valve, cylinder, pressure and load are selected, adjustable speed control is effected with flow regulators.

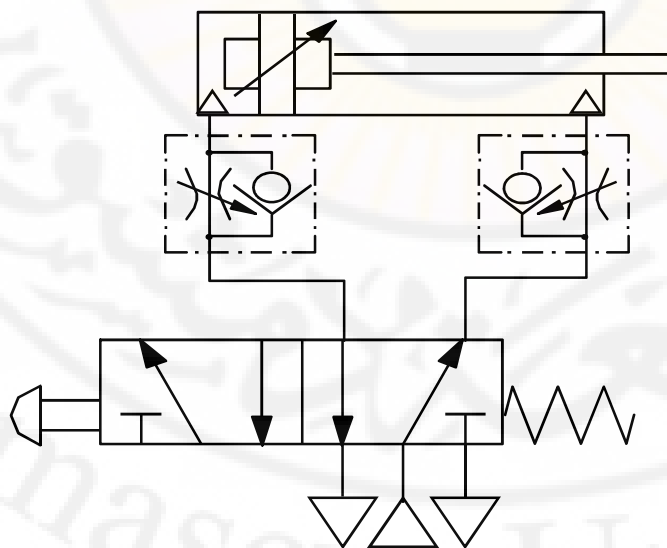
القسم العملي

Speed is regulated by controlling the flow of air to exhaust

The front port regulator controls the outstroke speed and the rear port regulator controls the instroke speed.

بمجرد اختيار الصمام والاسطوانة والضغط والحمل ، يتم التحكم في السرعة القابلة للتعديل بواسطة منظمتا التدفق.

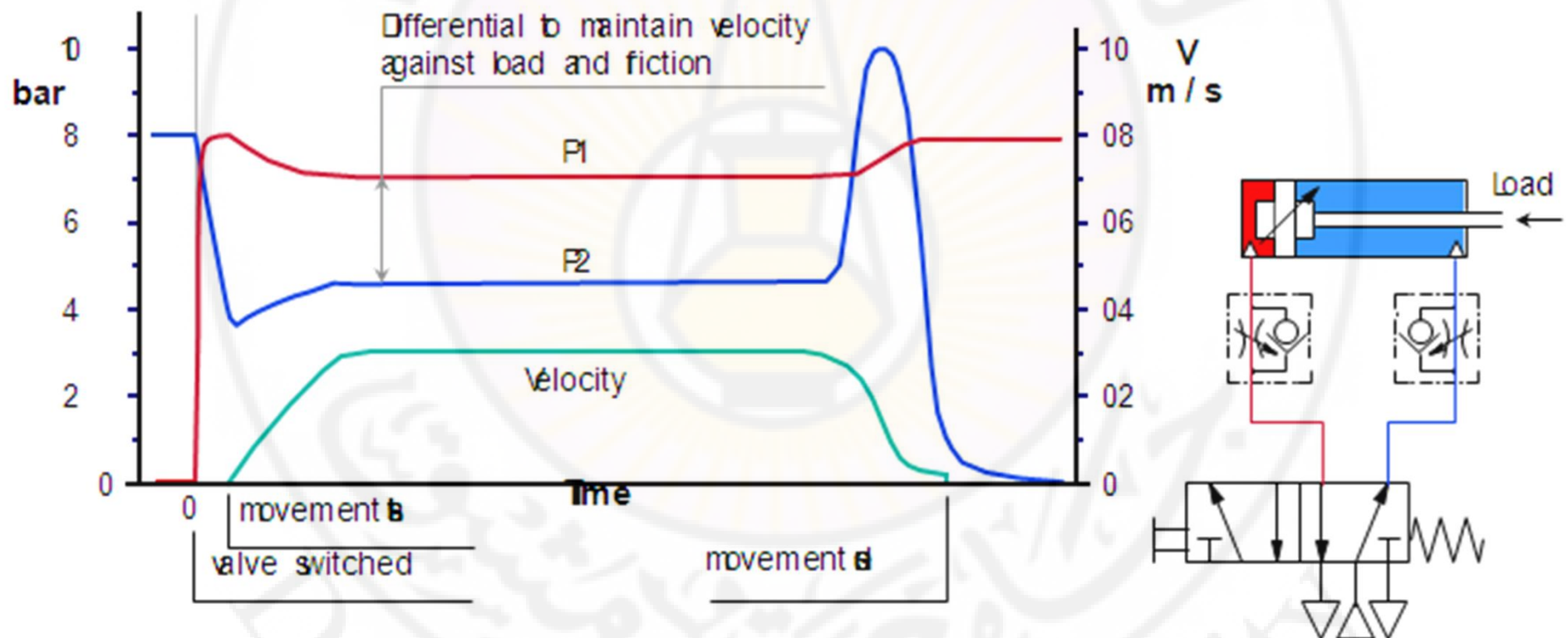
يتم تنظيم السرعة من خلال التحكم في تدفق الهواء إلى العادم يتحكم منظم المنفذ الأمامي في سرعة التقدم ويتحكم منظم المنفذ الخلفي في سرعة التراجع.



Pressure / Velocity graph

القسم العملي

- The behavior of pressure and speed during the stroke of a typical cushioned cylinder fitted with flow regulators.



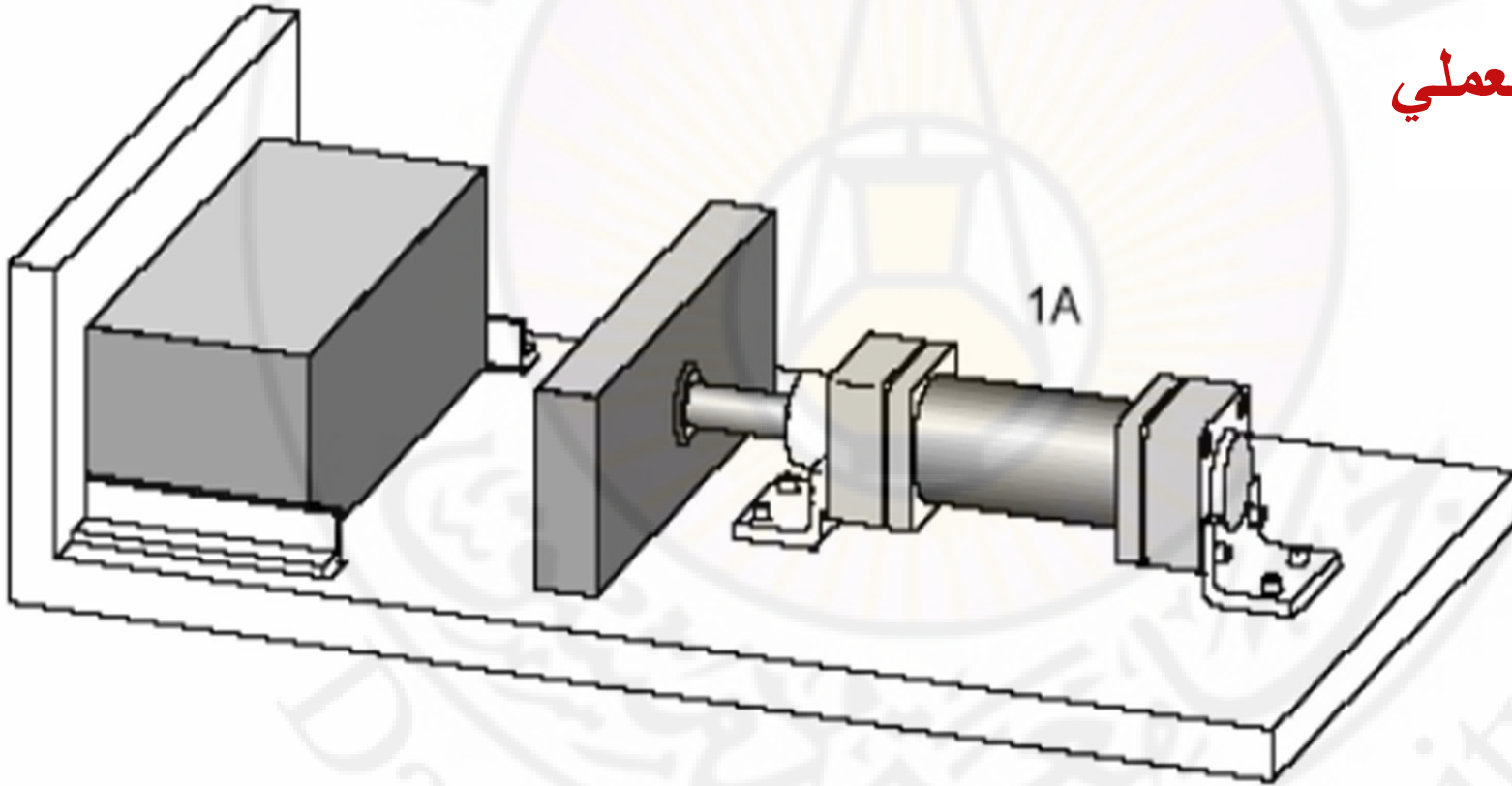
P1 pressure during the piston forward

P2 back pressure on the annular side of the piston

Actuators Technology

تستخدم أسطوانة ذات مكبس قطره كبير لتثبيت شغلة. بحيث يتقدم المكبس حتى يثبت الشغلة بناء على ضغط زر يدوي ترجع الأسطوانة إلى الوضع الأصلي عند تحرير الزر.

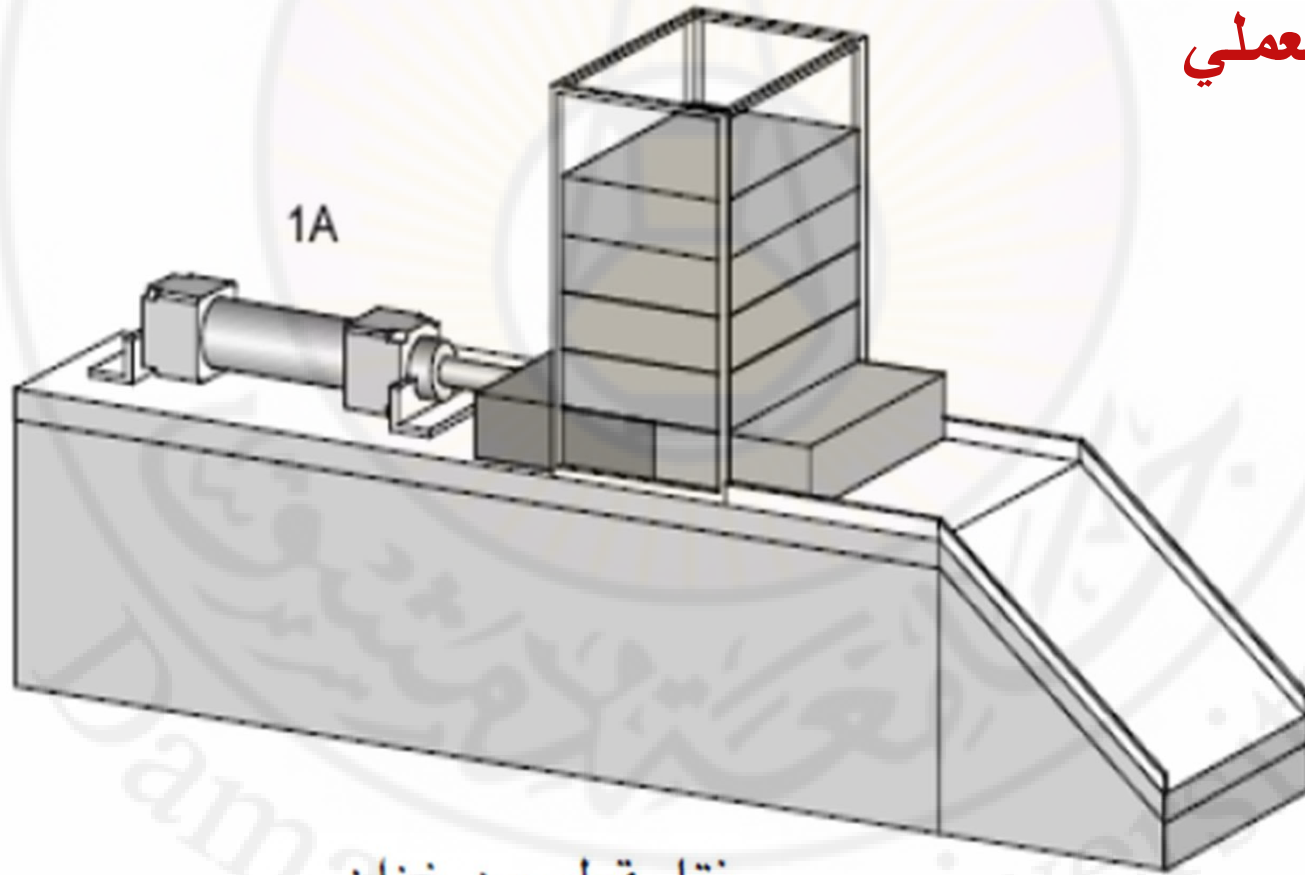
القسم العملي



تثبيت شغلة بأسطوانة أحادية الفعل

تستعمل أسطوانة ثنائية الفعل لنقل قطع من مخزن . تتقدم الأسطوانة عند الضغط على زر يدوي أو بدال يشغل بالقدم. بعد تقدمها الكامل، ترجع الأسطوانة إلى وضعها العادي. يستعمل صمام توجيهي $2/3$ لتحسس التقدم الكامل للأسطوانة.

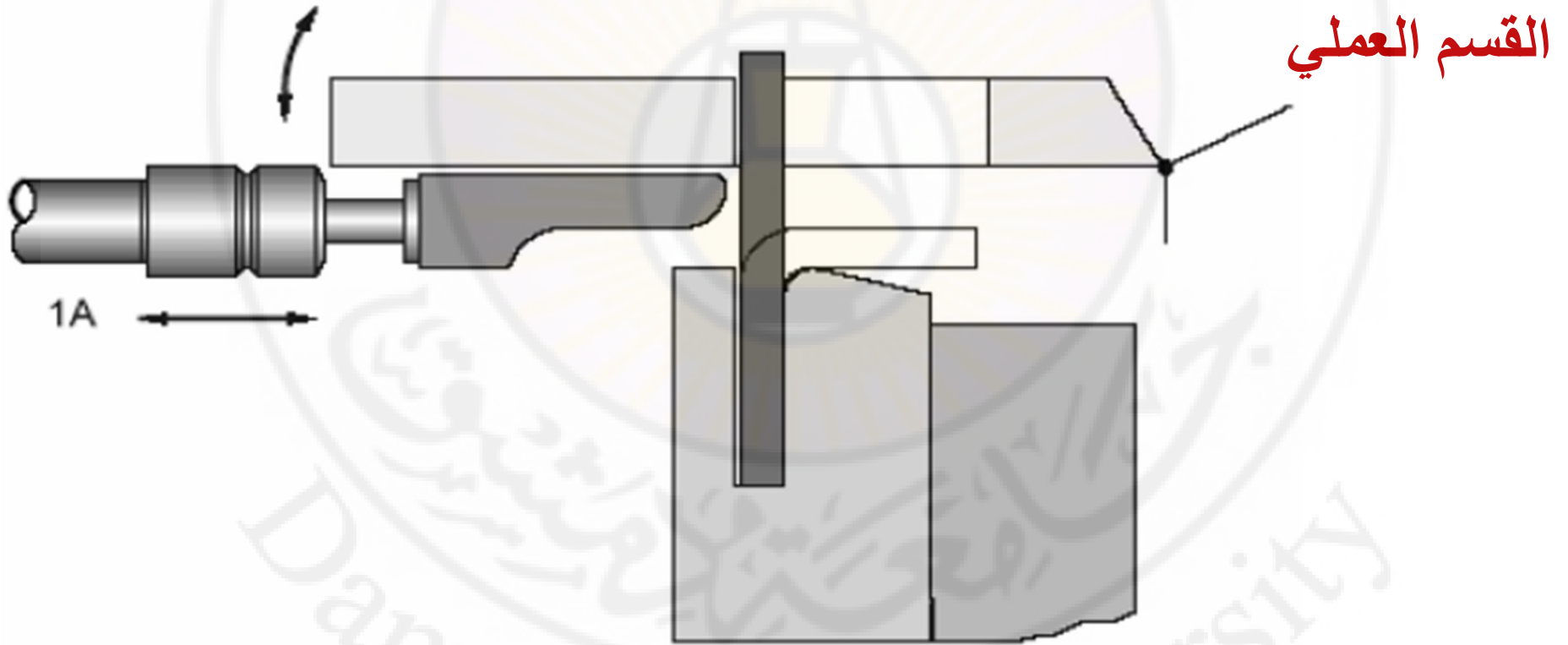
القسم العملي



نقل قطع من خزان

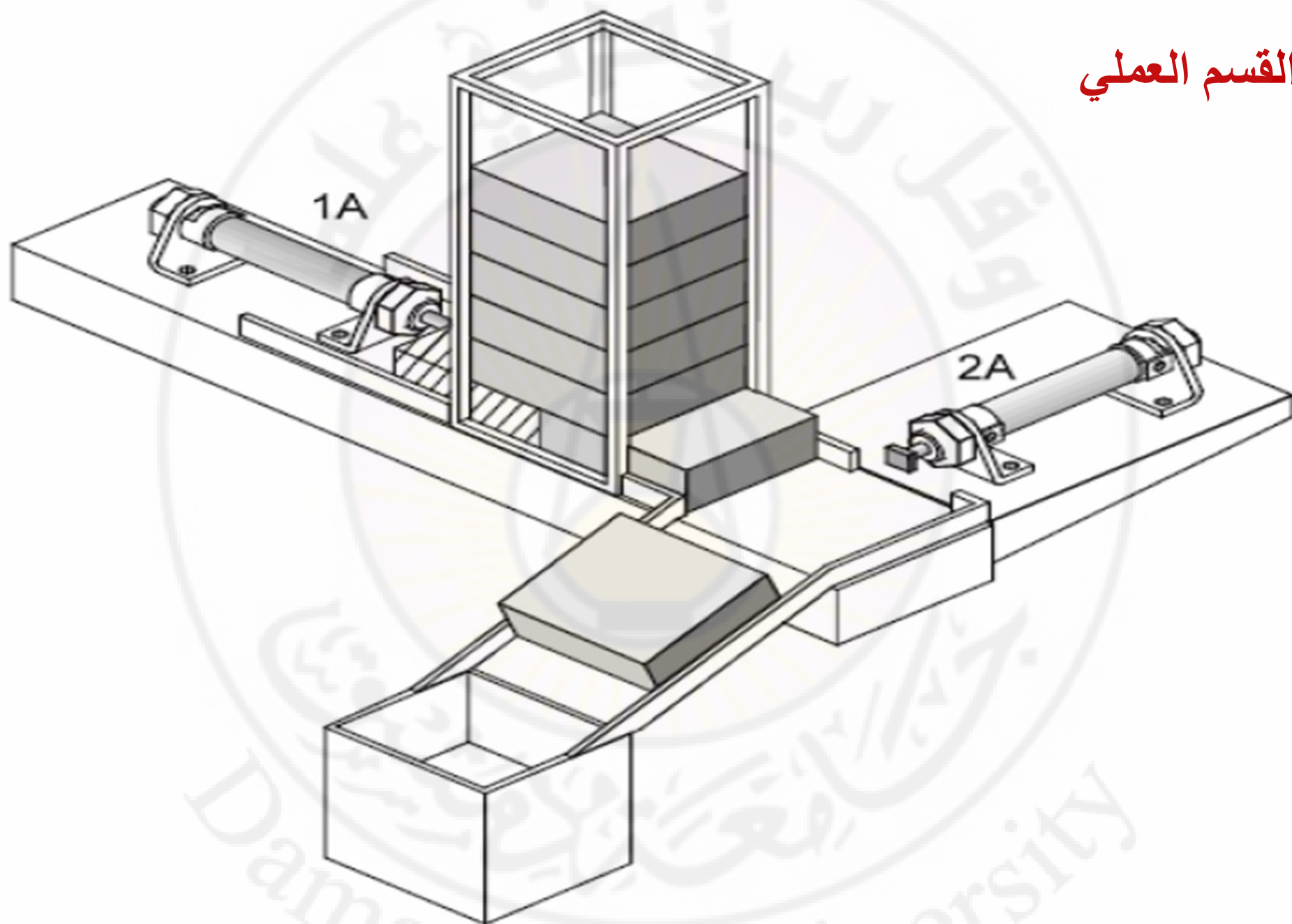
تطبيقات الصمام العادم السريع

تحمل أسطوانة ثنائية الفعل عدة تشكيل و تتقدم عند الضغط على زر يدوي تستعمل الصمام العادم السريع من أجل تقدم سريع للأسطوانة. عند رفع الضغط عن صمام التشغيل، ترجع العدة إلى وضعها الابتدائي.



مكنة تشكيل

القسم العملي



نقل قطع من مخزن إلى مزلاق

The background of the slide features a large, faint watermark of the Damascus University logo. The logo is circular, with a central emblem depicting a stylized building or monument. The emblem is surrounded by a ring of Arabic text, and the outermost ring of the logo contains the text "Damascus University" in English.

الفصل الثاني

المشغلات الكهربائية

يعمل نظام التحكم الكهرو هوائي وفق نوعين من الطاقة :

- **طاقة كهربائية** في قسم التحكم بالإشارة .

- **هواء مضغوط** في قسم الطاقة .

تشكل صمامات التحكم بالاتجاه ذات التشغيل الكهربائي صلة
الوصل بين **قسمي** نظام التحكم **الكهرو هوائي** ، حيث تعمل هذه
الصمامات بواسطة **إشارات الخرج** في قسم التحكم بالإشارة
وفتح وإغلاق التوصيلات في قسم الطاقة .

أهم وظائف صمامات التحكم بالاتجاه ذات التشغيل الكهربائي:

- **تشغيل مصدر الهواء (on/of)** .

- **تراجع وتقدم الاسطوانات** .

المشغلات الخطية:

يوجد نوعان أساسيان من تصاميم المشغلات الخطية:

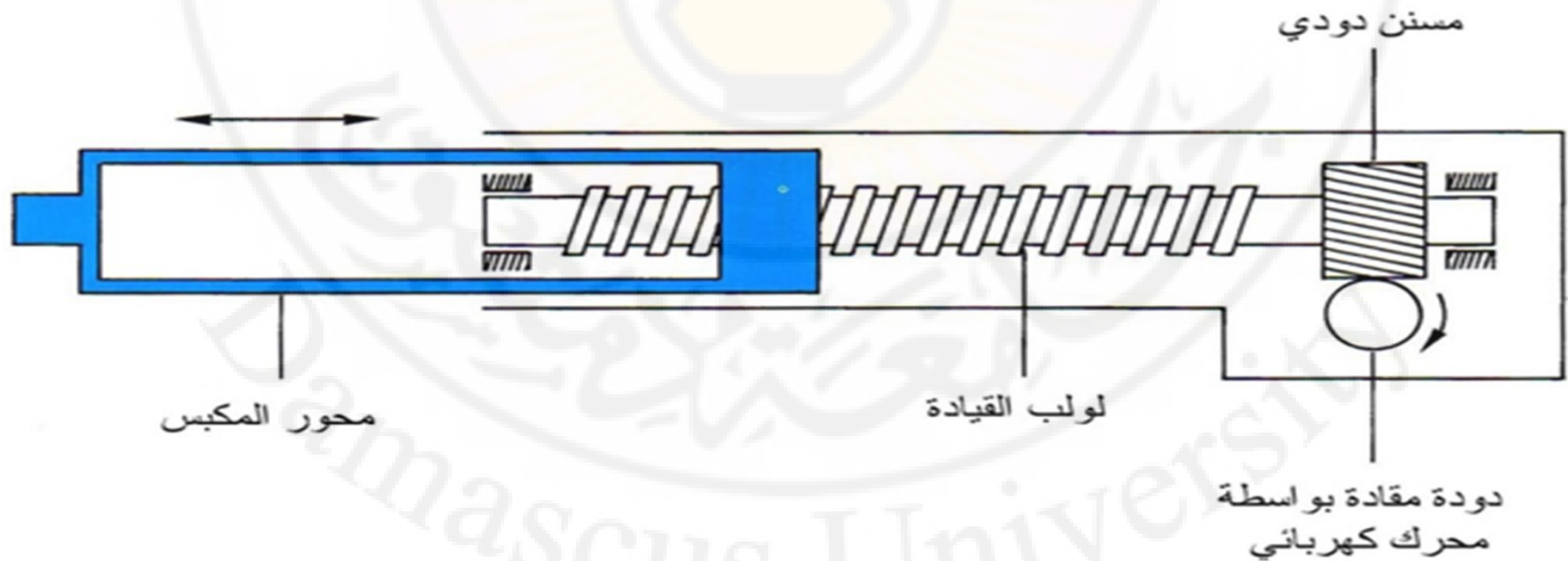
1 - المحركات الكهربائية.

٢ - المحركات الخطية.

١- المحركات الكهروميكانيكية.

المحركات الكهروميكانيكية تستخدم المحرك الكهربائي المعروف كمحرك أولي فيها حيث يتم تحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية بواسطة تجهيزات ميكانيكية مناسبة (مثل الدودة، المسنن الدودي مع المحور الملولب).

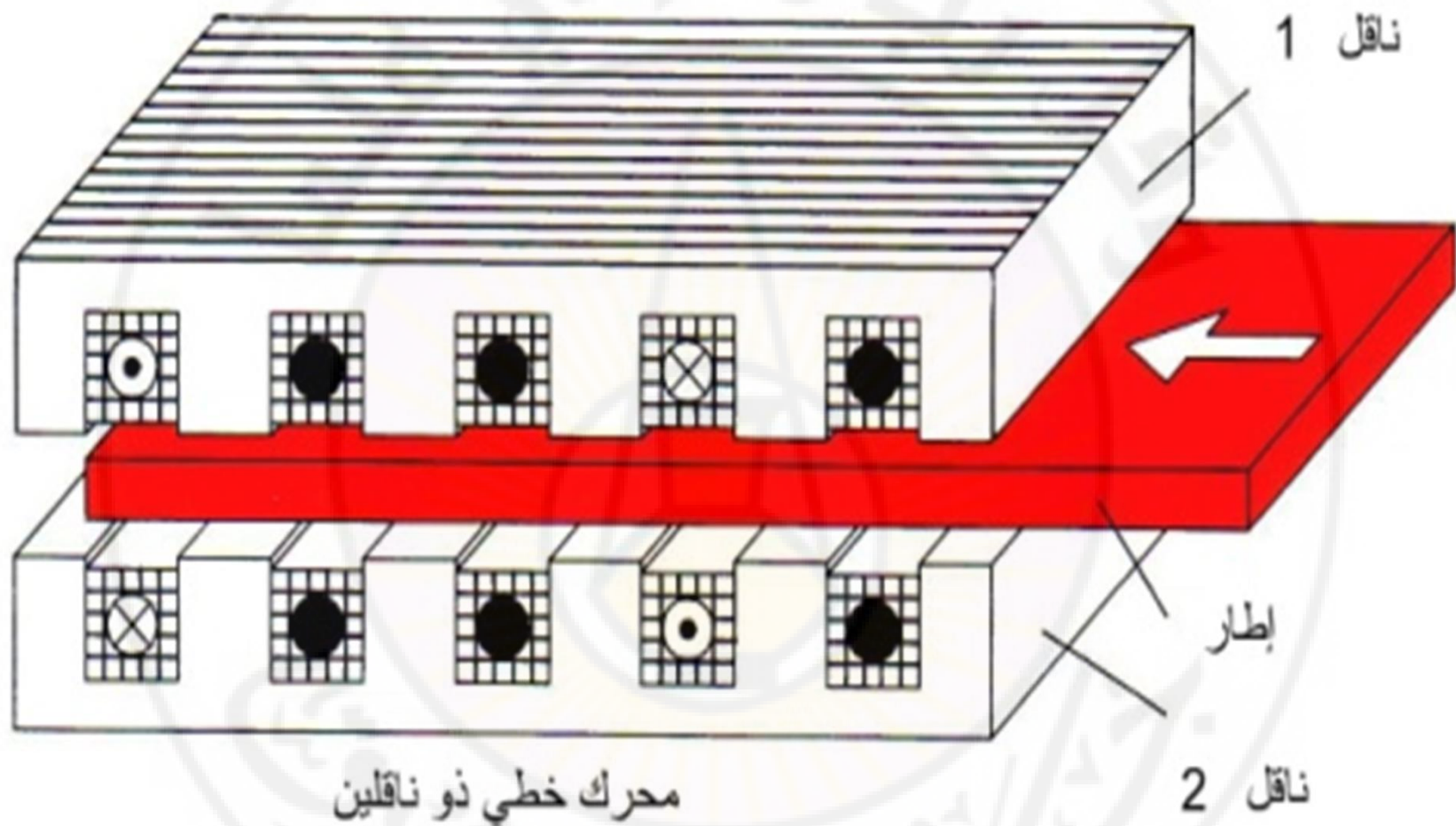
يقود المحرك الكهربائي المحور الملولب من خلال دودة ومسنن دودي. المحور الملولب الدوار يحرك محور المكبس في اتجاه السهم.



٢ - المحركات الخطية.

المحركات الخطية لا تحتاج إلى تحويل في الحركة. وهي مشغلات تولد حركة مستقيمة (خطية).

إن الجزء الموافق للثابت في المحرك الخطي ثلاثي الطور هو محرض طبقي بشكل أسنان المشط ويحتوي ملفات تيار AC متوضعة في الفجوات. ويتوضع محرضان بالتناظر أحدهما مع الآخر. إن الإطار في المحرك الخطي يقوم مقام الدوار بالمحرك العادي. والإطار محصور بين المحرضين ويتألف من ناقل صلب من الألمنيوم، (مادة مغناطيسية (أو قابلة للمغنطة))، أو من الفولاذ الذي يجعل أحد المحرضين غير ضروري لأن خطوط السيالة المغناطيسية للتيار الكهربائي تقاد من خلال إطار الفولاذ إلى القطب الآخر. ويمكن أن يغطي الإطار الفولاذي أيضاً بمادة ناقلة مثل الألمنيوم.



المحرك الخطي

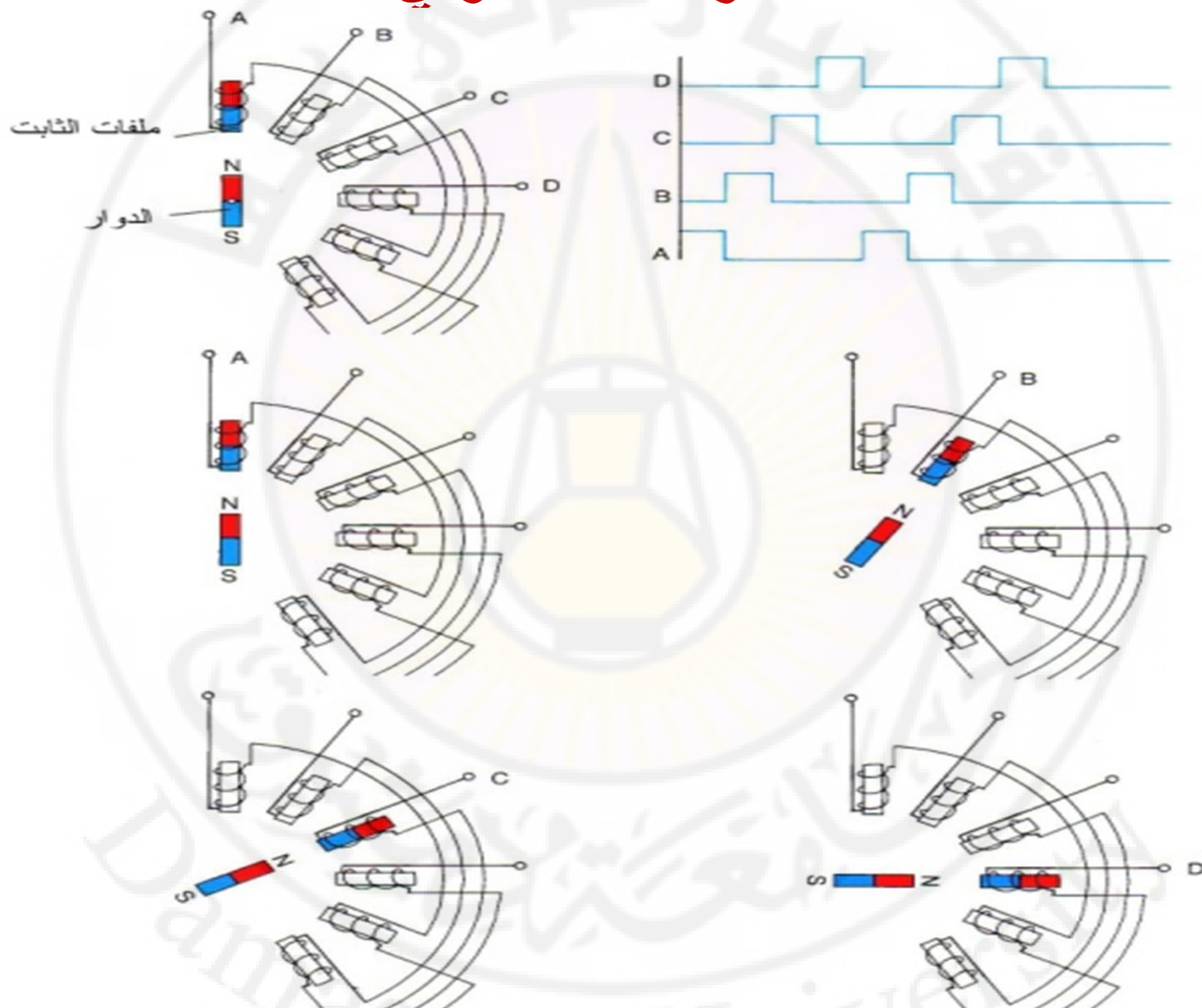
أسلوب عمل المحرك الخطي:

إن مرور التيار المتناوب في لفات المحرض يولد موجات مغناطيسية متحركة. هذه التحريضات تقوي تيارات إدي (الإعصارية) في الإطار. **والقوة الناتجة في اتجاه حركة الموجة المتحركة** تتحرض بواسطة الموجة المتحركة للمحرض وتيارات إدي في الإطار.

فإذا كان **المحرض ثابتاً والإطار قابلاً للحركة** مثلاً عند نقل مواد مسطحة، فإن **الإطار يتحرك مع الموجة المتحركة**. وإذا كان **المحرض قابلاً للحركة والإطار ثابتاً** مثلاً عند قيادة عربة الرافعة على الرافعة، فإن **المحرض يتحرك بالاتجاه المعاكس لموجته المتحركة**.

يمكن أن تُستخدم المحركات الخطية مثلاً كمحركات لنقل المواد، للسيور الناقلة ولتحويل مسارات العربات الحديدية، بالإضافة لقيادة البوابات والنوافذ الزجاجية الكبيرة (الواجهات). وما يزال اختبار استخدامها على السكك الحديدية ذات السرعات العالية جارياً حتى الآن.

المحرك الخطوي:



مبدأ تصميم المحرك الخطوي

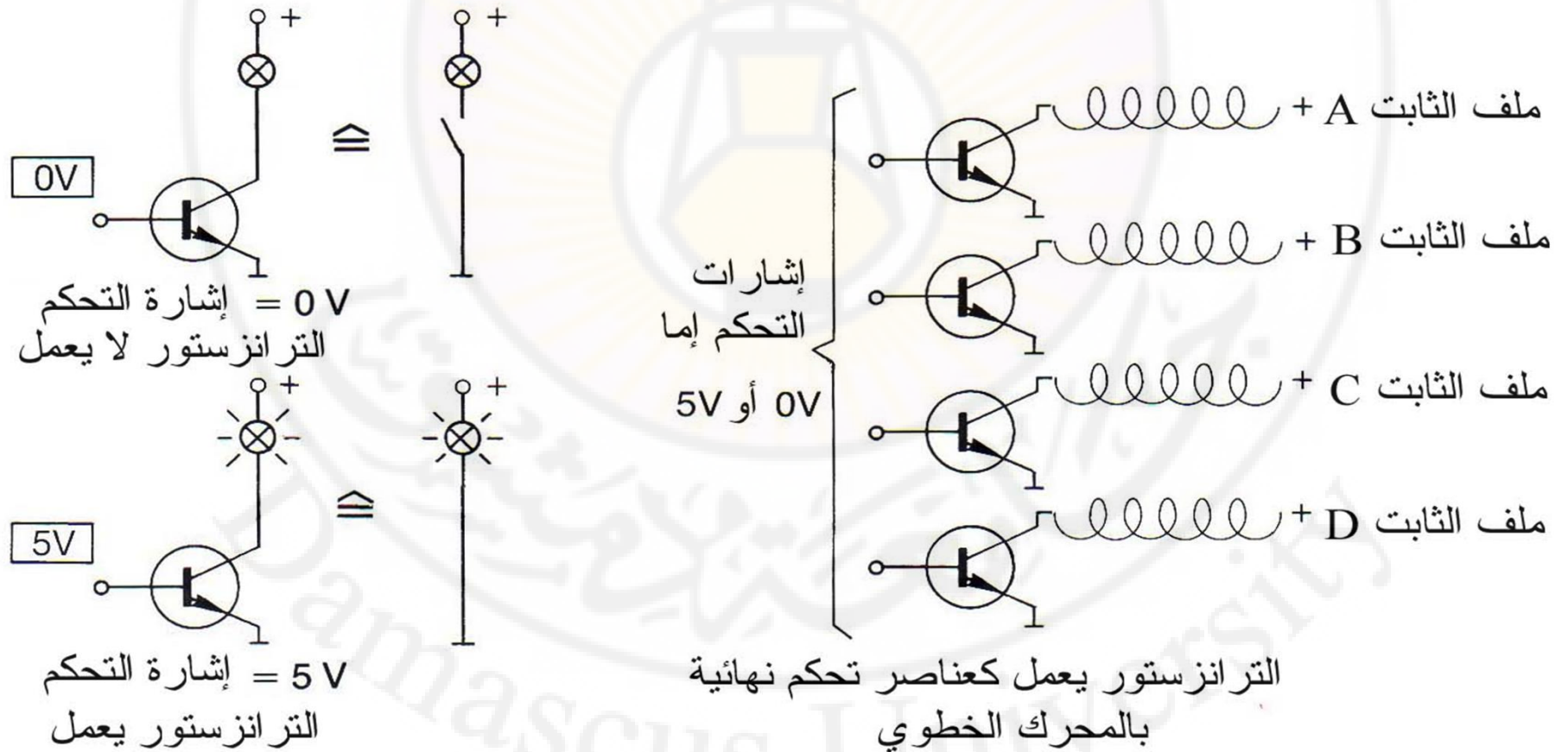
أسلوب عمل المحرك الخطوي:

الجزء الدوار مصنوع من مغناطيس دائم ذي أقطاب شمالية وجنوبية. والجزء الثابت يتألف من مجموعة وشائع، ووشائع الثابت تولد مجالاً مغناطيسياً أيضاً عند مرور تيار كهربائي عبرها.

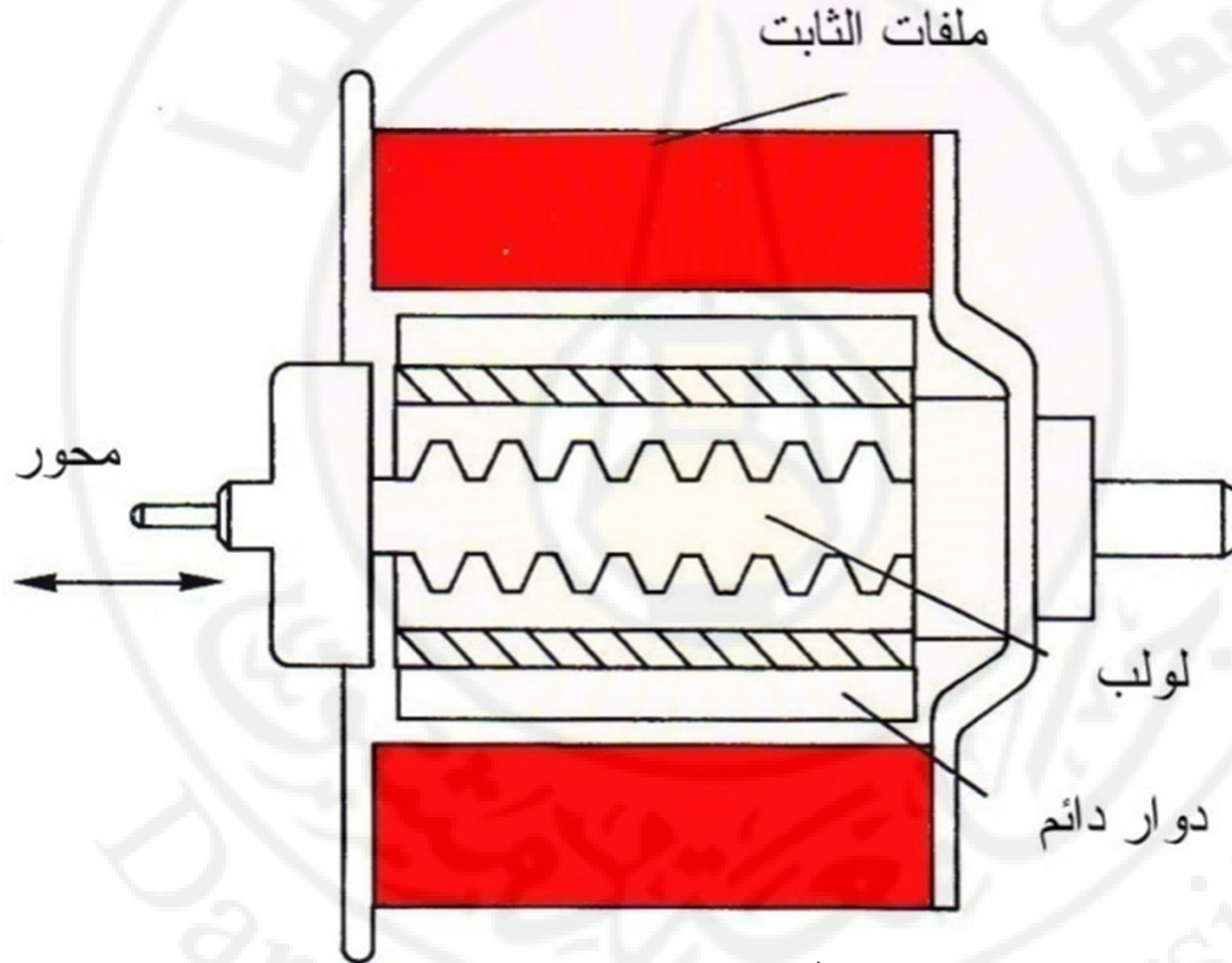
وبما أن الأقطاب المتخالفة تتجاذب، فإن القطب الشمالي في الدوار يتحرك إلى الأمام باتجاه مواجهة القطب الجنوبي في الثابت. ويوجد دوماً قطب جنوبي واحد للثابت وهو على لفة الثابت والذي يمر من خلاله تيار في وقت محدد. وإذا أمكن ضمان تشغيل وتوقيف الوشائع المختلفة بأمر محدد، فإن القطب الشمالي في الجزء الدوار يقابل القطب الجنوبي المتحرك على الجزء الثابت خطوة بعد خطوة. وفي كل لحظة يحدث تغير في الوشيعة وتنتج إزاحة بمقدار خطوة بزاوية ثابتة تماماً. إن العدد الكامل للتغيرات يوافق زاوية دوران كاملة (دورة كاملة).

يتم تنفيذ عمليات **التغير** على وشائع الثابت بوساطة **مفاتيح إلكترونية** (**مفاتيح ترانزستورية**). وهنا تنفذ الترانزستورات وظيفة عناصر التحكم النهائية.

الترانزستورات **تتلقى الأوامر للتغير** بوساطة **إشارات تحكم ثنائية** بسيطة.



استخدام المحرك الخطوي كمؤازر خطي:



مقطع في مؤازر خطي

- في **المؤازر الخطي** يكون **الجزء الدوار** مجهزاً بـ **لولب داخلي** **ليدخل معه بالتعشيق محور ملولب**.
- كل دورة (**خطوة للدوار h**) في **المحرك الخطوي تدفع اللولب إلى الأمام أو الخلف مسافة محددة S**.
- توجد هنا علاقة مبسطة بين زاوية الدوران α ومسافة الحركة الخطية **S**. **إن المسافة المقطوعة للحركة الخطية تنتج من خطوة اللولب (القودة) h مقسمة على 360° ومضروبة بزاوية الدوران α :**

$$S = \frac{h}{360^\circ} \cdot \alpha$$

- إن المؤازر الخطي يؤمن **توضعا دقيقا نسبيا** بالاعتماد على الدقة العالية في تصميمه.

- **أقصر مسافة يمكن تحقيقها في كل خطوة** نرمل لها « **بالدقة** » ويمكن تحقيق القيمة **0,05 mm**.

- طالما أن عدد الخطوات المقطوعة يحسب عادة من المسافة المقطوعة **فلا داعي لاستخدام التغذية المرتدة للإشارة لإعطاء الوضعية التي وصل إليها المحرك**.

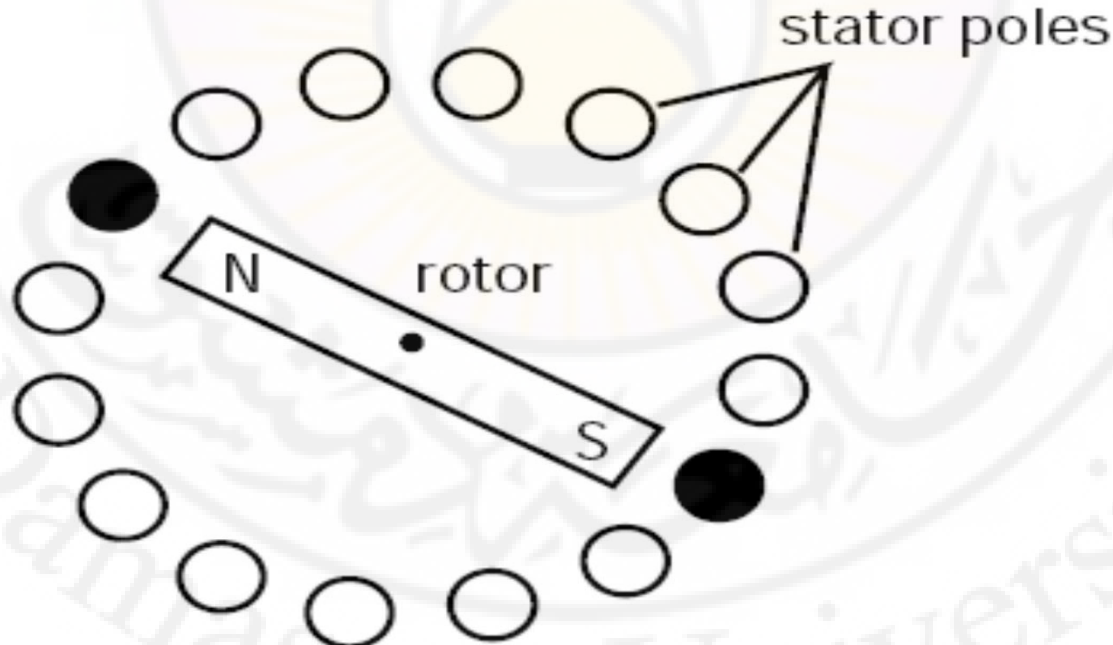
- بما أن المعلومات الرقمية يمكن تحويلها مباشرة إلى حركة خطية، فإن المؤازر الخطي **مناسب بشكل دقيق للاستخدام في الأنظمة الرقمية**.

- يستخدم المؤازر الخطي لقيادة **مضخات المعايرة في التحاليل الكيميائية**. وفي **التقنيات الطبية والصناعات الإلكترونية** وحيثما **تطلب الأمر استخدام صمامات التحكم الدقيقة لتنظيم تدفق الغازات والسوائل** ولذلك **تقاد به هذه الصمامات**.

القسم العملي

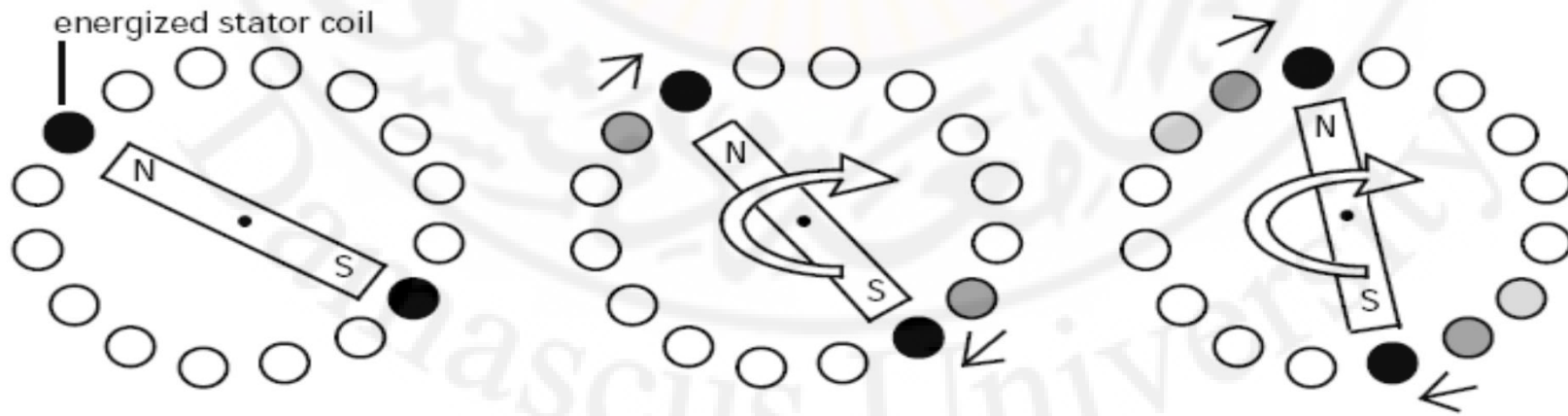
المحاكاة العملية للمحرك الخطوي:

المحرك الخطوي هو نوع من محركات ال DC يتألف الجزء الثابت من المحرك الخطوي من لفات منفصلة تدعى أقطاب تتوضع على أسنان وتكون مفصولة عن بعضها بفراغات على محيط جسم المحرك ويكون الجزء الدائر للمحرك الخطوي عبارة عن مغناطيس دائم.



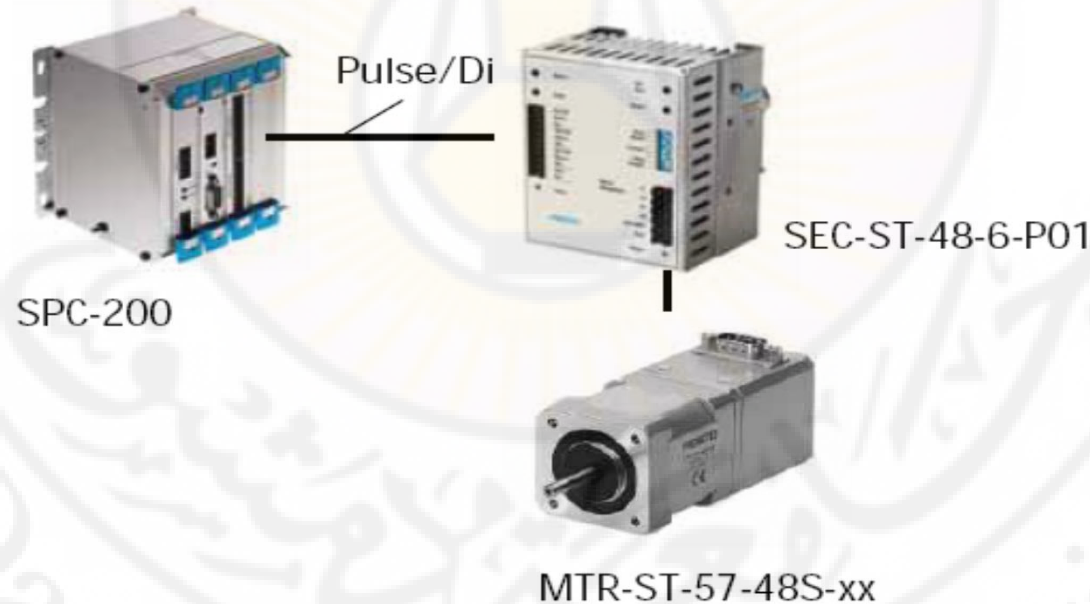
القسم العملي

- للعمل بالمحرك الخطوي نحتاج إلى مصدر **نبضة/اتجاه**. يتم ذلك عن طريق **SPC200** وكرت محرك خطوي **عندما** يتم **تفعيل أحد** أقطاب الجزء الثابت تتفاعل الحقول المغناطيسية للجزء الثابت والجزء الدائر وتتوضع وفقاً للفات الثابت. **عندما** يتم **تفعيل اللفة** الثانية للدائر وإلغاء **تفعيل اللفة الأولى** فسيدير الجزء الدائر بمقدار **مسافة السن**. تمنح عدد أقطاب الجزء الثابت عدد المواضع الثابتة للدائر التي يمكن الحصول عليها. **وكلما زاد عدد أقطاب الجزء الثابت كلما زادت دقة تموضع الجزء الدائر**.



القسم العملي

تُحدد **دائرة التحكم** للمحرك الخطوي **السرعة والتعاقب** من أجل كل لفة جزء ثابت يتم تفعيلها وتتحدد الاستطاعة للمحركات الخطوية بحصان بخاري واحد وعدد الدورات حتى **2000 rpm**.

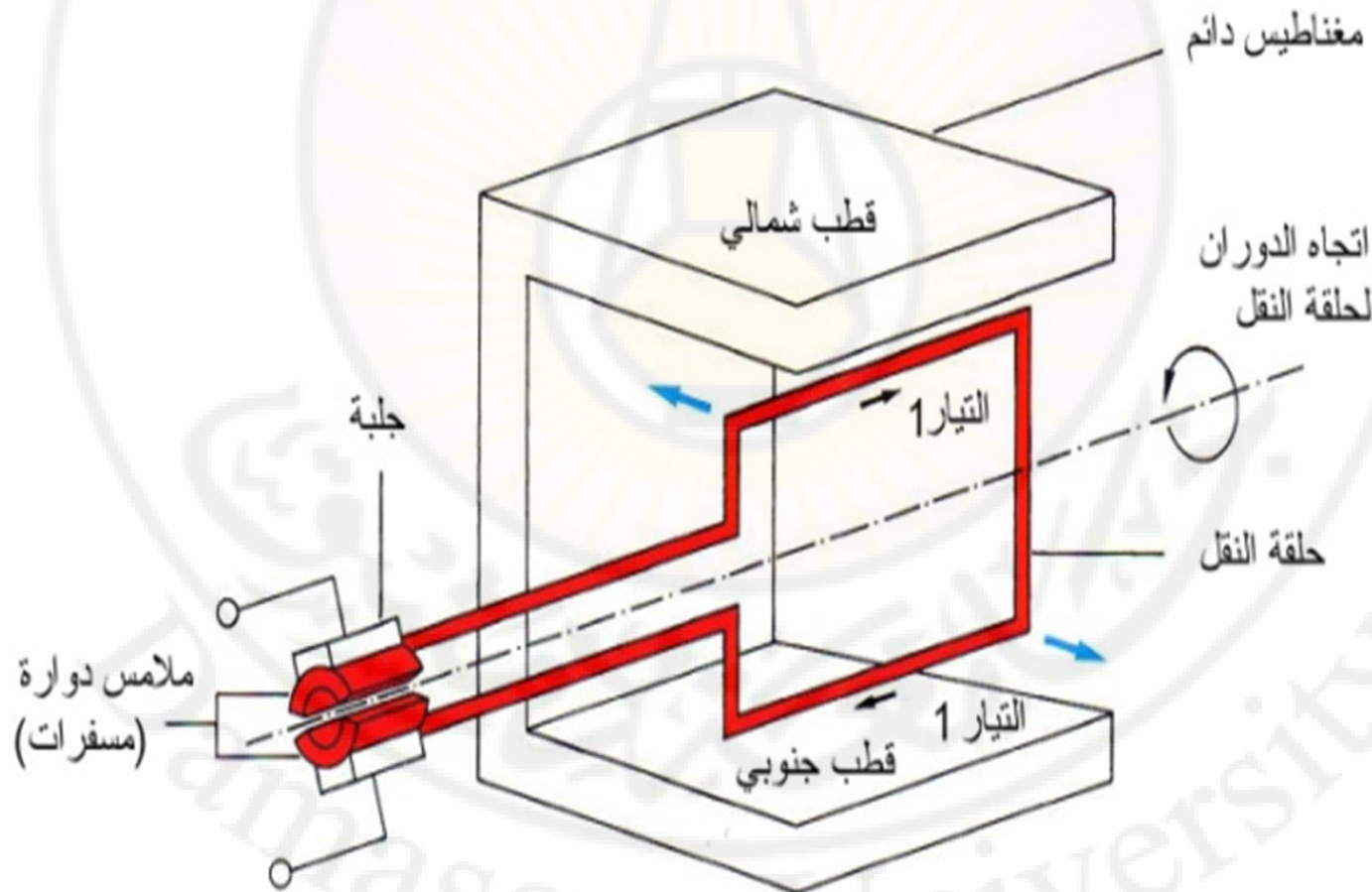


كما نحتاج إلى برنامج **winpisa** من أجل تنفيذ التطبيقات العملية.

توليد الحركة الدورانية (المشغلات الكهربائية):

أ- محرك التيار المستمر (DC):

مبدأ تصميم محرك التيار المستمر- إن المؤازر الدوار يعمل على مبدأ هو أن القوة F تؤثر في ناقل دوار حالما يدخل في المجال المغناطيسي.

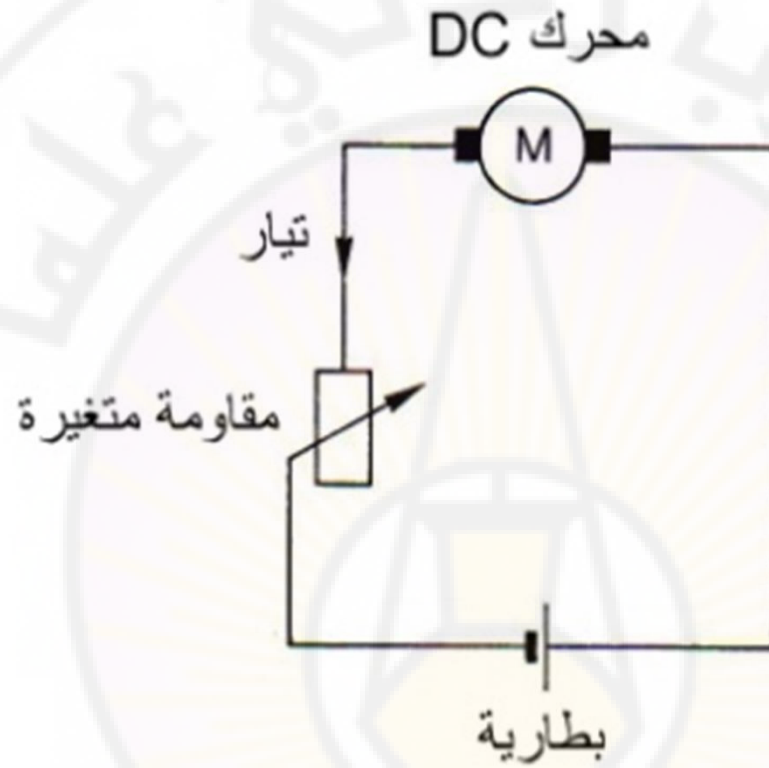


إذا دخلت الحلقة (الإطار) الناقلة إلى مجال مغناطيسي، فإن عزم الدوران الذي يدور الإطار الناقل حول محوره الأفقي ينتج بسبب التيارات المختلفة الاتجاهات بالتناسب مع الحقل المغناطيسي.

والتيار المزود إلى المحرك يجب أن يُعكس لمنع الإطار الناقل من الحركة بالعكس في الاتجاه المعاكس بعد أن يدور بزاوية 180° . وهذا يحقق عن طريق وصل ملامس التوصيل ميكانيكياً إلى المحور الدوار وتزويده بالتيار عن طريق فحمت (مجمعات). وتوصيلة كهذه تدعى بالموصل (مفتاح العكس). ولكي نحقق أكبر عزم للدوران فإن المحرك يصنع عموماً من عدة إطارات ناقلة.

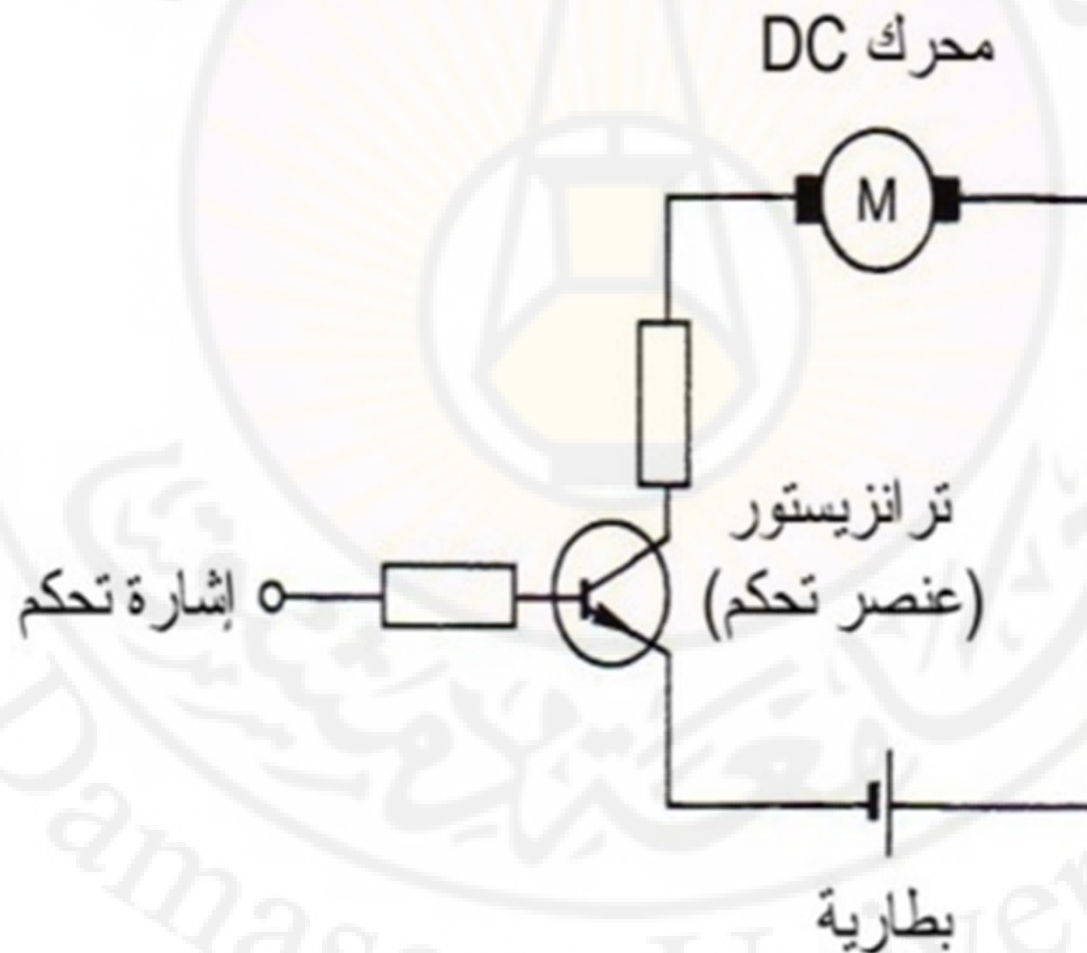
إن **سرعة** محرك DC تعتمد على **الجهد** المزود به ولهذا فهي تعتمد على التيار المار. ويمكن بسهولة أن **نغير سرعة** المحرك **بتغيير جهد التغذية**. ويمكن **عكس اتجاه الدوران** عن طريق **عكس قطبية جهد التغذية**. وبالطريقة نفسها حيث يلزم عناصر تحكم نهائية بالأسطوانة الهوائية لخروج وعودة محور المكبس، فإنه يلزم عناصر تحكم نهائية لمحرك DC لقلب اتجاه الدوران.

ويتم ضبط السرعة عن طريق مقاومة متغيرة (بوتنشيوميتر).

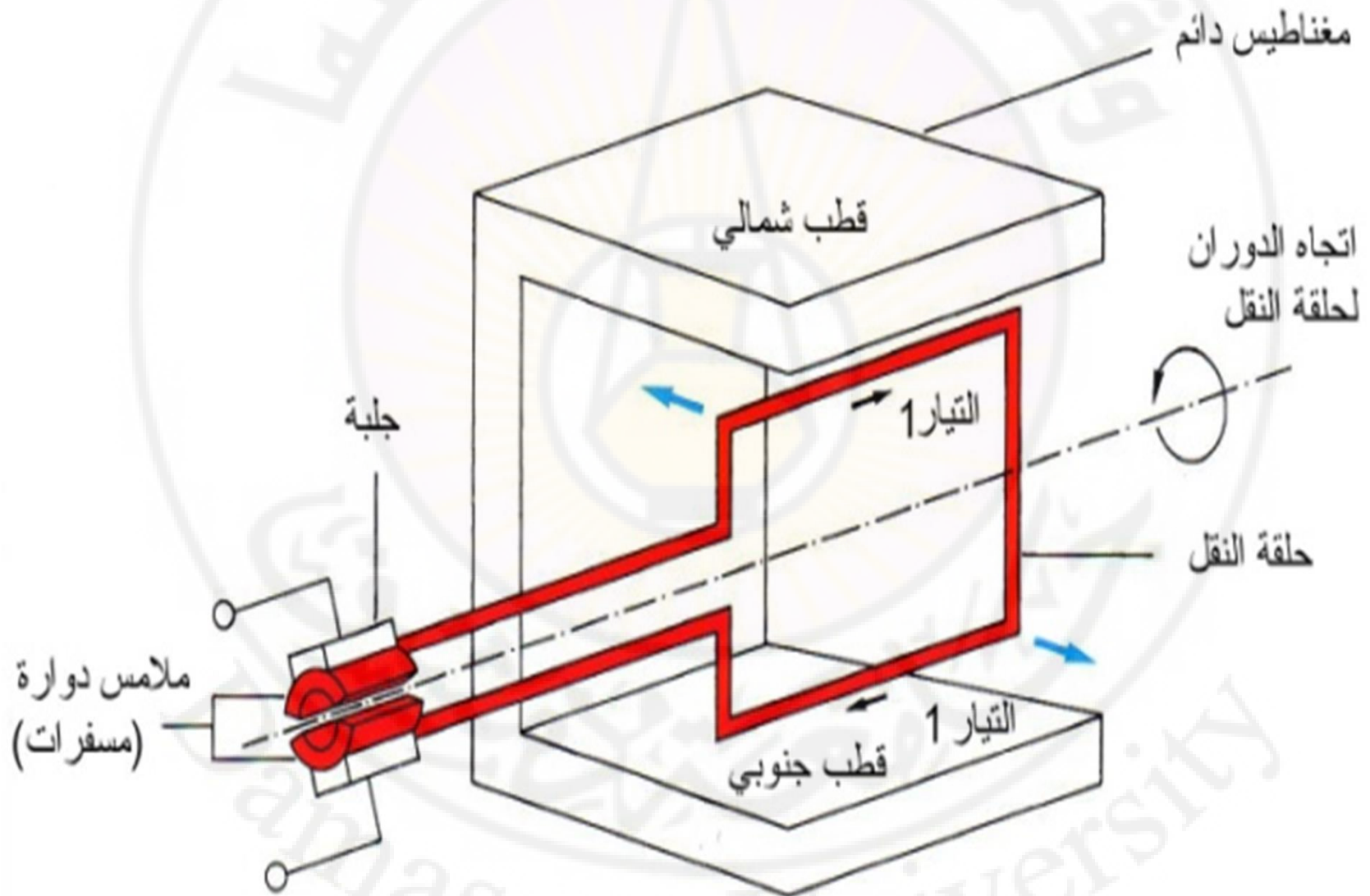


إن كلاً من تدفق التيار والسرعة يتأثران بالمقاومة المتغيرة. فكلما صغرت المقاومة المتغيرة المركبة، زاد تدفق التيار من خلال المحرك ولهذا تزداد السرعة. والمقاومة المتغيرة تعمل كعنصر تحكم أخير.

أيضاً يتم ضبط سرعة محرك DC بواسطة **الترانزيستور** حيث أن إشارة التحكم المنطقية توصل إلى قاعدة الترانزيستور. وإذا أثر على المجمّع تيار يتحرّض تيار خلال المحرك.

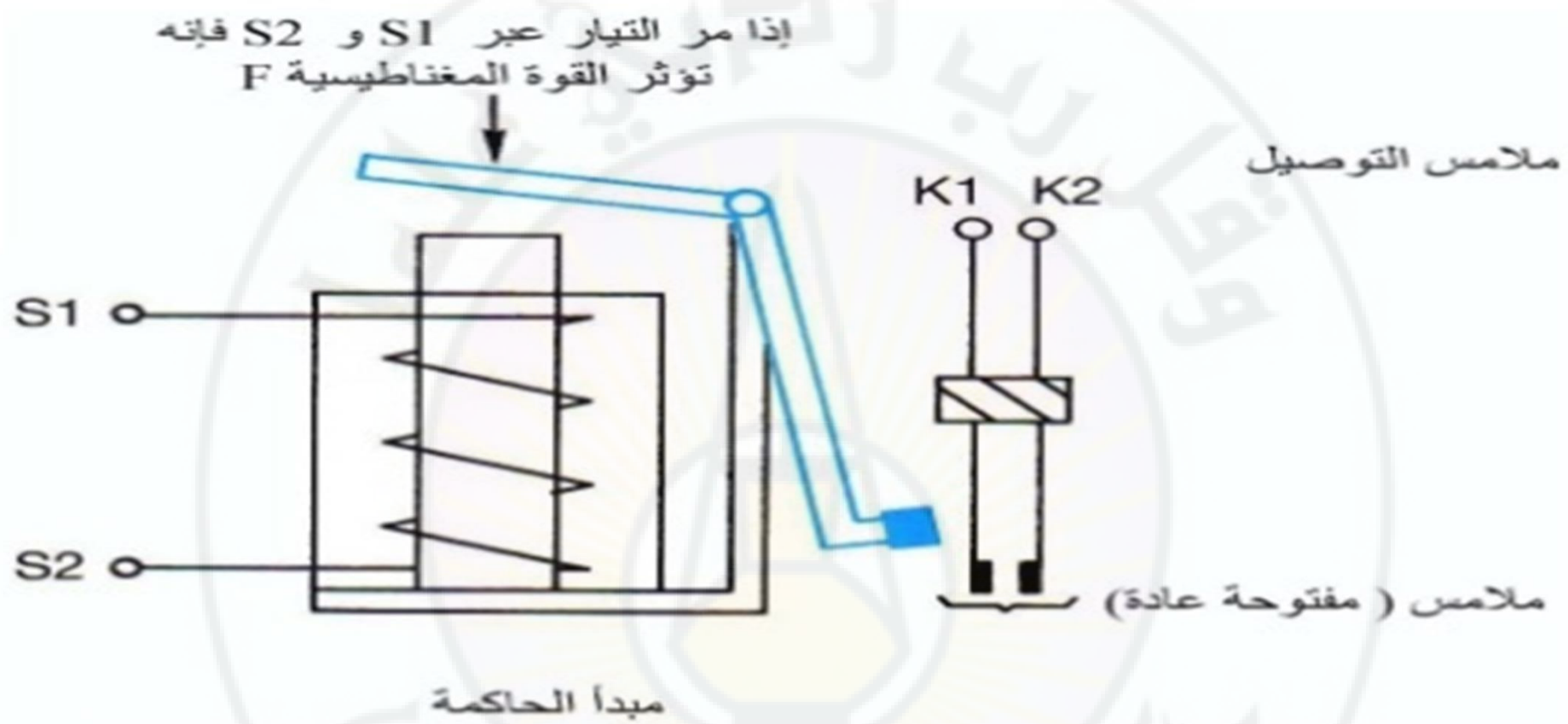


أ- محرك التيار المستمر (DC):



- عكس اتجاه الدوران بوساطة حاكمة (ريلية):

- يتم الاستفادة من التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي. فحالما يمر تيار من خلال الملفين **S1 و S2** فإنهما يتصرفان كمغناطيس ويجذبان الإطار والذي بدورانه يغلق الملامس من خلال ميكّنزم عتلة.
- إن نوع الملامس المستخدم يُغلق عند مرور التيار في الملف. ويسمى بال**ملاّمس المفتوح في الحالة الطبيعية**. واللامس التي تُفتح في هذه الحالة تدعى ملاّمس مغلقة بالحالة الطبيعية.
- **في الحياة العملية** فإن الحاكّمات تزود بواحد أو أكثر من هذا النوع من الملامس أو بمجموعة مختلطة منها. **النوع الأكثر تطوراً** من الملامس هو **الملّمس المبدّل** والذي يقلب من تلامس أول مع أول ملّمس إلى تلامس آخر مع ملّمس آخر.

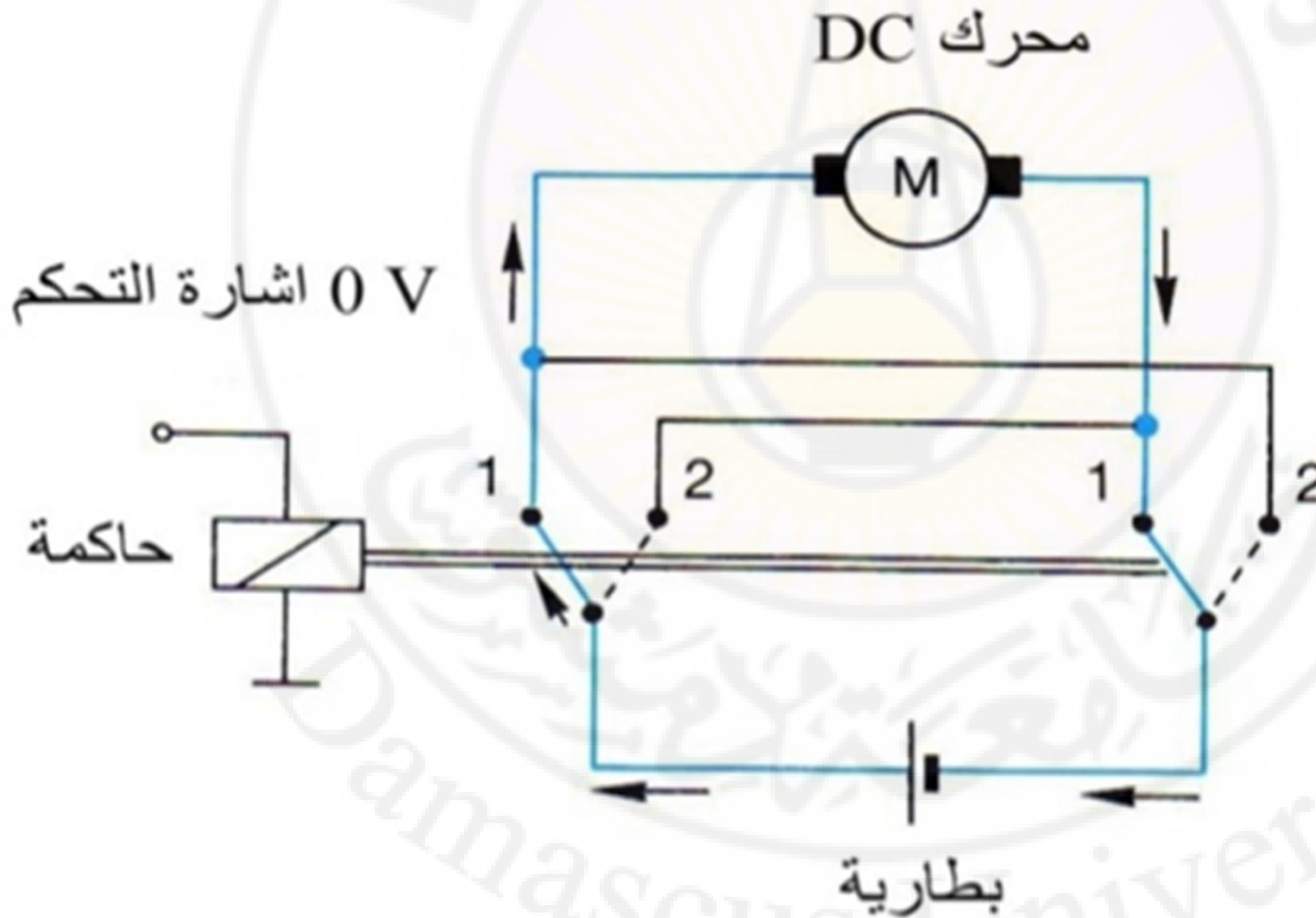


مبدأ عمل الحاكمة ذات الملف (الوشية)

الشكل يوضح التغير في اتجاه الدوران باستخدام حاكمة مزودة بملامسين قلابين.

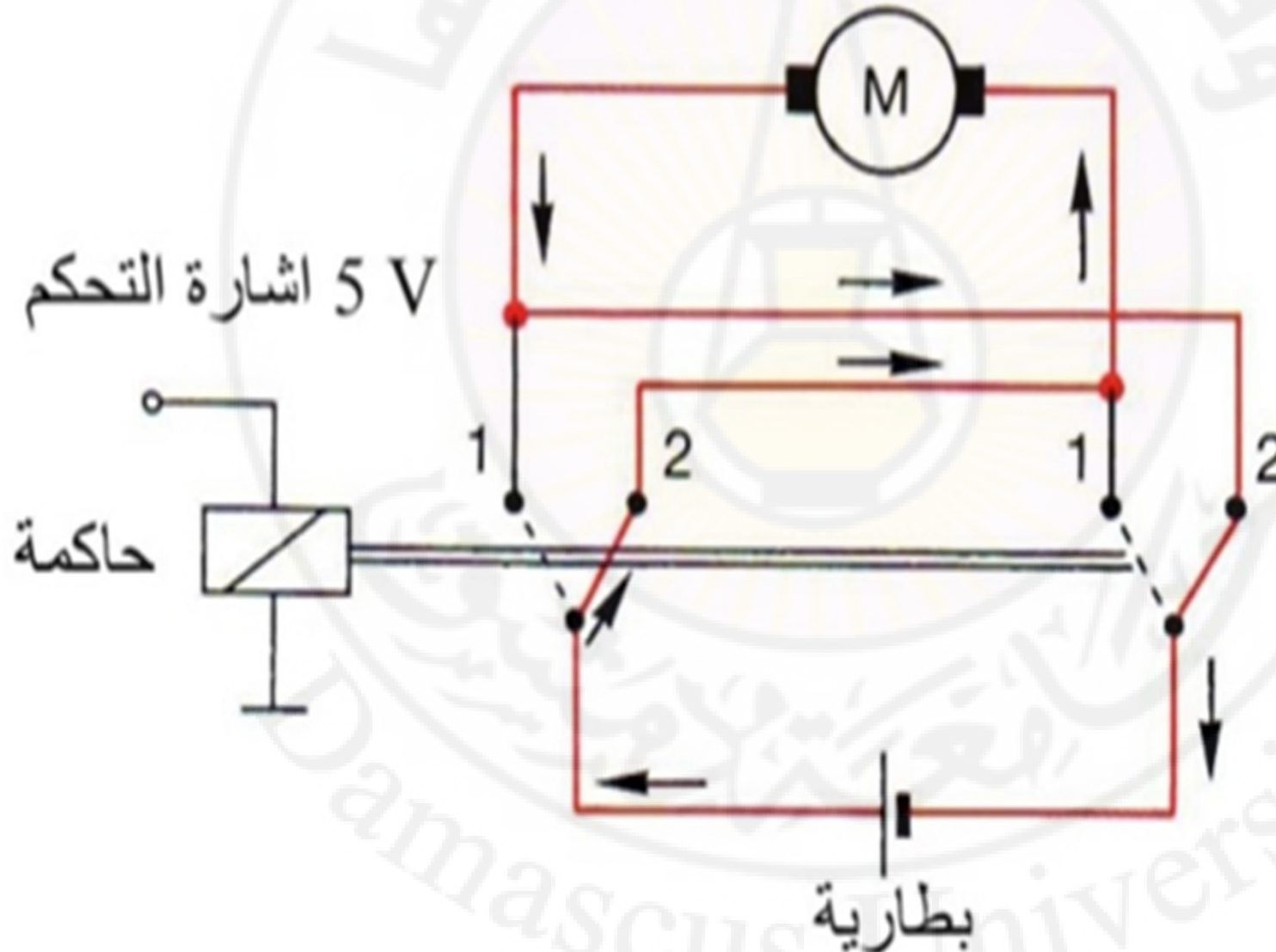
1 - الدوران باتجاه دوران عقارب الساعة:

إن إشارة التحكم توضع على 0 V وتعني أن **الحاكمة محررة** وأنه يمر تيار في الاتجاه الموضح



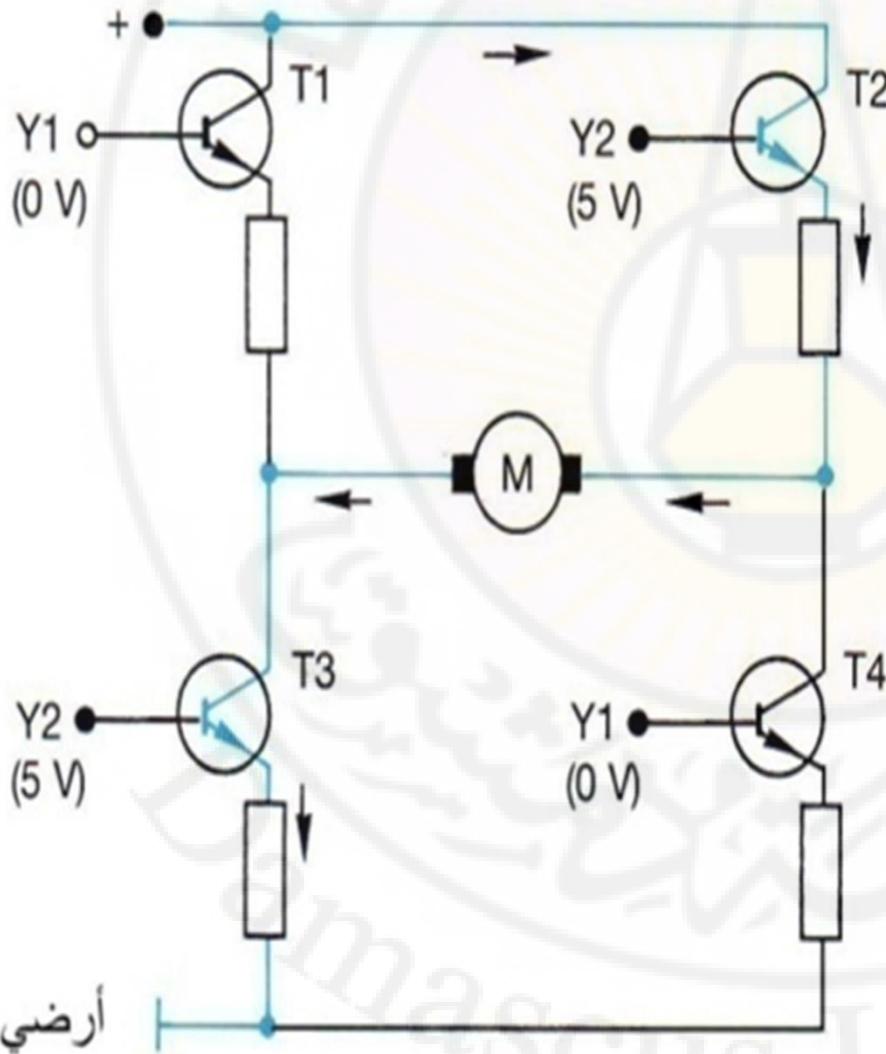
2 - الدوران باتجاه عكس عقارب الساعة:

إن إشارة التحكم توضع على 5 V ، والحاكمة مسحوبة (الإطار) والتيار سيمر بالاتجاه المعاكس.



القسم العملي

طريقة تغيير اتجاه دوران المحرك باستخدام أنصاف النواقل (الترانزستور):



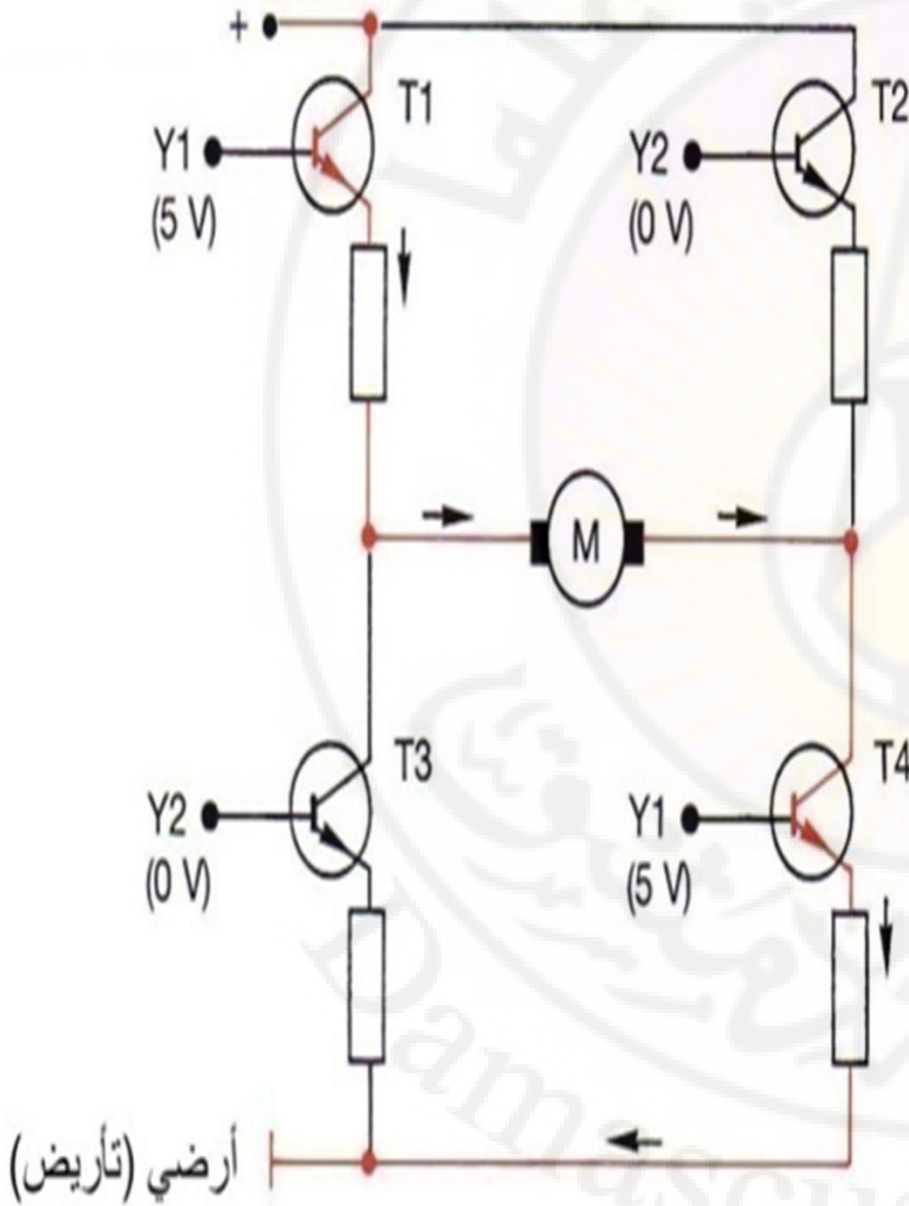
1 - الدوران مع عقارب الساعة:

تقوم الترانزستورات بمهمة مفاتيح إلكترونية. فهي تطلق النبضات بأزواج. أثناء الدوران مع عقارب الساعة فإن إشارة التحكم **y1** توضع على **0V** و **y2** توضع على **5V**. لهذا فإن الترانزستورين **T2** و **T3** **متحكم بهما** بشكل كامل ويمر التيار في الاتجاه الموضح بالأسهم.

القسم العملي

٢ - الدوران عكس عقارب الساعة:

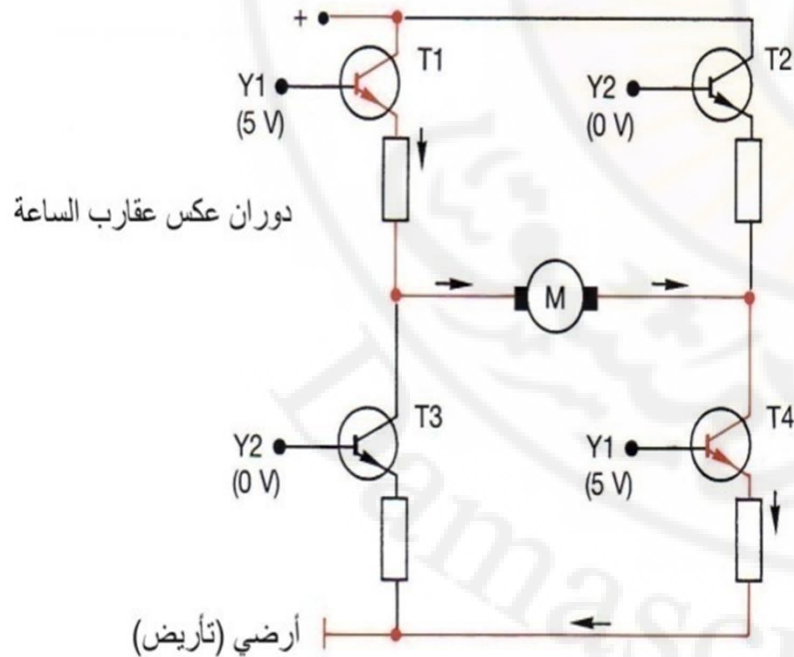
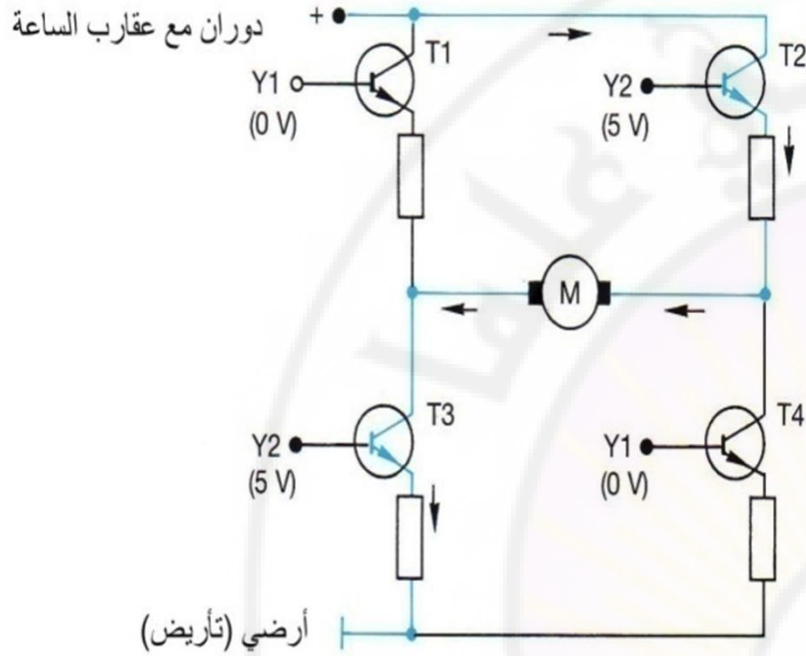
أثناء الدوران عكس عقارب الساعة
فإن إشارة التحكم **y1** توضع على
5V والإشارة **y2** توضع على
0V. وهذا يعني أن الترانزستورين
T1 و **T4** **متحكم بهما** بشكل
كامل. والتيار يمر عكس عقارب
الساعة.



في المثال المدروس نلاحظ: إن

الترانزستورات تعمل كمفاتيح إلكترونية. وهي تطلق النبضات بأزواج **T1** و **T4** يتأثران بإشارة التحكم **y1**، أما **T2** و **T3** فبإشارة التحكم **y2**. إذا كانت **y1** فعالة فإن **T1** و **T4** ستعمل. والتيار يمر في الاتجاه المبين بالأسهم. وإذا كانت **y2** فعالة فإنه تتغير الحالات: **T2** و **T3** ستعمل. والتيار سيمر في الاتجاه الموضح بالأسهم واتجاه الدوران سيتغير.

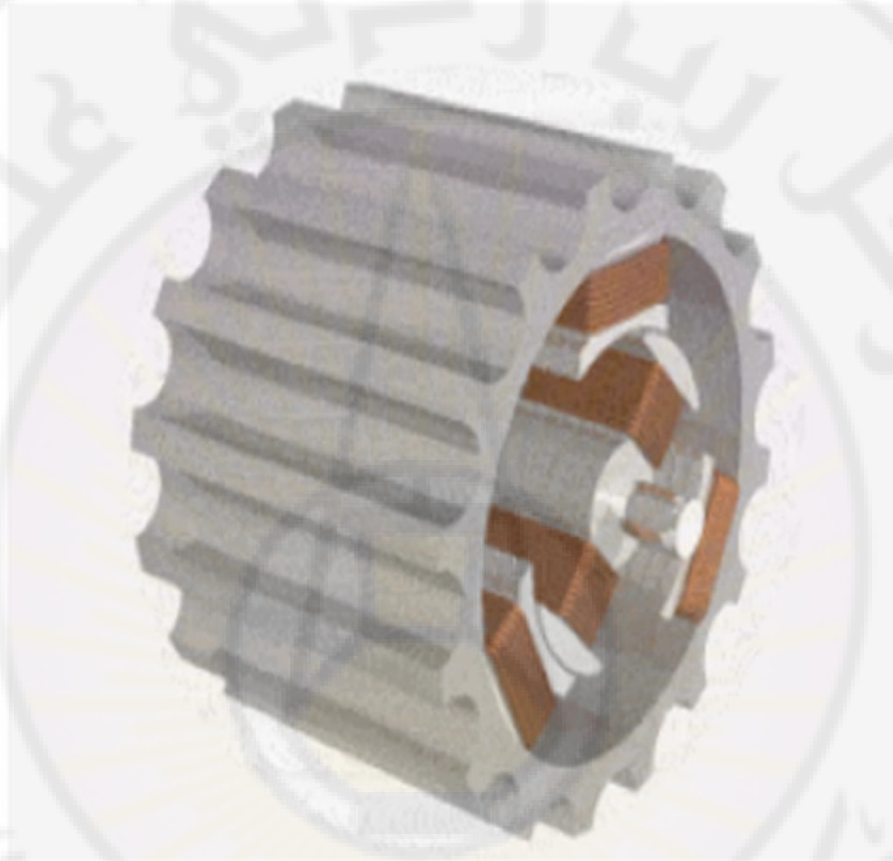
عملياً فإن التحكم الإلكتروني ينفذ عموماً كلا الوظيفتين (ضبط السرعة واتجاه الدوران).



المحرك التزامني



محرك تزامن يعمل للتحويل من تيار متردد إلى تيار ثابت.



محرك ذو ثلاثة أطوار ، يغذى العضو الدوار (المركزي)
بواسطة تيار مستمر.

المحرك التزامني العامل بالتيار المتناوب (AC):

هو محرك كهربى يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حركية ويتكون من عضوين دوار و ساكن .

ويعتمد في فكرة بناءه على تحريض فرداي للحث الكهرومغناطيسي .

تيار ملفات العضو الساكن يُنتج مجالا مغناطيسيا يساهم إلى جانب المجال المستحث - نتيجة مرور تيار كهربى في دائرة الدوار - في إنتاج عزم دوران فيدور المحرك الكهربائي.

يحتوي العضو الساكن على مغناطيسات كهربائية تشكل محالا مغناطيسيا دوارا وهذا المجال المغناطيسي يدور بنفس تردد التيار . ويدور العضو الدوار تابعا لهذا المجال المغناطيسي بنفس المعدل .

العضو الدوار يدور بسرعة ثابتة . وتعتمد سرعة دورانه على عدد أزواج الأقطاب لكل طور وعلى تردد التيار فعدد أقطاب الساكن و تردد تيار التشغيل يحدد سرعة المحرك الدائمة فهي لا تزيد أو تنقص ، مما يعني أن سرعته لا تتأثر بثقل التحميل . تستخدم المحركات التزامنية الصغيرة في الساعات الكهربائية و منبهات الوقت وفي أجهزة الدوران الثابتة السرعة مثل أجهزة تسجيل الصوت وغيرها .



مبدأ عمله:

حركة محرك تزامني يعمل بالتيار المتردد.

يعتمد عدد دورات المحرك التزامني في الثانية (أو في الدقيقة) على عدد أزواج الأقطاب لكل طور و تردد الجهد الكهربائي. إذا كانت ملفات العضو الساكن ثلاثة - وهذا هو التصميم المعتاد لمحرك التيار المتردد - فيعتبر عدد أزواج الأقطاب فيه 1 (قطب الساكن وقطب الدوار).

يتولد المجال المغناطيسي للعضو الدوار عن طريق
مغناطيس ذاتي (أو مغناطيس كهربائي يأتيه التيار
من مبادل كهربائي) . وتعمل ملفات العضو الثابت بتيار
متردد

عند تشغيل المحرك التزامني يدور المجال المغناطيسي
للعضو الثابت في الحال بسرعة تردد التيار (تزامن) .
أما العضو الدوار فيحتاج إلى زمن قصير لبدء حركته
بسبب عزم القصور الذاتي . ولهذا يحتاج محرك التزامن
لفترة أولية حتى تتنامى سرعته إلى أن تصل سرعة
الدوران التزامنية .

وعند اقتراب سرعة العضو الدوار من سرعة الدوران
التزامنية يوصل تيار العضو الدوار لكي يتفاعل مجاله
المغناطيسي مع المجال المغناطيسي للعضو الثابت
ويستمر في الدوران .

اتجاه دوران المحرك يحددها اتجاه دوران المجال
المغناطيسي للعضو الثابت . ولكي نعكس اتجاه
دوران المحرك فلا بد من استبدال توصيلة طورين من
الثلاثة أطوار على العضو الثابت.

كما يمكن لمحرك تزامن يعمل بمغناطيس ذاتي أن
يقوم بعمل مولد كهربائي تزامني. مثال على ذلك
دينامو الدراجة أو المولد الكهربائي للدراجة النارية .

أما الآلات التزامنية التي تعمل في محطة توليد كهرباء ، أو التي تعمل في مولدات التيار للسارة فهي تستخدم تيارا خارجيا لتموين المغناطيس الكهربائي في العضو الدوار بدلا من المغناطيس الذاتي. يمكن تشغيل المحرك التزامني بواسطة تيار متردد ذو طور واحد ، أو بواسطة تيار متردد متعدد الأطوار . سرعة دوران محرك التزامن تعتمد على تدد الجهد و عدد أزواج الأقطاب المغناطيسية :

$$\text{سرعة دوران محرك التزامن} = \frac{60f}{p}$$

حيث: **f** تدد المصدر الكهربائي المتردد AC supply .
p عدد الأقطاب المغناطيسية لكل طور .

كما يمكن صياغة سرعة الدوران كدالة للسرعة الزاوية :

$$\omega_s = \frac{2\pi f}{p}$$

حيث:

ω_s السرعة الزاوية وتقاس ب راديان/ ثانية.

مثال

محرك تزامن يعمل بتيار ثلاثي الأطوار ذو تردد 50 هيرتز ،
وبه 6 أقطاب ، فتكون سرعة الدوران :

$$\text{سرعة الدوران} = \frac{60 \times 50}{6} = 1000$$

دورة في الدقيقة

أنواعه

تنقسم المحركات التزامنية إلى نوعين :

- محركات مستثارة بمصدر جهد : هذا النوع عن المحركات الحثية تتطلب استثارته مصدرا خارجيا للجهد مستمرا .
 - محركات غير مستثارة : ذاتية البدء ولا تتطلب مصدرا خارجيا لأنها تملك دائرة كهربية داخلية تتولى عملية البدء .
- و السبب في أن المحرك المتزامن يحتاج دائرة بدء سواء مدمجة أو خارجية هو أنه لا ينتج العزم إلا عندما تصل السرعة إلى السرعة التزامنية التي يحددها التردد وعدد الأقطاب.

يمكن تشغيل المحرك التزامني بواسطة تيار متردد ذو طور واحد ، وهذا ما يجري في المحركات الصغيرة مثل محركات الأدوات المنزلية من غسالات كهربائية و مراوح و شفاطات الغبار وغيرها . أما المحركات الكبيرة المستخدمة في المصانع والورش فهي تعمل ب تيار متردد متعدد الأطوار . ومن النادر وجود محركات تزامنية تعمل بتيار ذو طورين اثنين .

وظائفه

يتمتع المحرك التزامني بكفاءة عالية في تحويل طاقة التيار المتردد إلى شغل ميكانيكي وفي وقت قصير . كما يستعمل هذا المحرك في تصحيح معامل القدرة وذلك لأن معامل قدرته تكون قريبة من الواحد

ملخص عمل المحرك التزامني العامل بالتيار المتناوب (AC):

إن المحرك التزامني بالتيار المتناوب يُستخدم فيه تأثير التيار الكهربائي في توليد التأثير (التحريض) المغناطيسي. إن التيار المتناوب يُولد حقلاً مغناطيسياً متناوباً. وباستعمال الدارات المناسبة يتم توليد مجالاً مغناطيسياً يحيط بالجزء الثابت من المحرك. وهو يشكل الحقل الدوار. وفي تردد الجهد المزود فإن القطب الشمالي والجنوبي يتحركان حول الثابت. والمغناطيس الدائم الدوار يدور بالتزامن مع هذا الحقل الدوار. وينتج التردد التابع لحركة الدوران. وهناك إمكان تغيير السرعة فقط بتغيير التردد. وضبط السرعة أكثر تعقيداً هنا منه في حالة المحرك DC، ولهذا تستخدم المحركات التزامنية حيث لا يلزم تغيير السرعة. والمحركات التزامنية قادرة على إعطاء سرعات أكبر وثابتة.

محرك التتبع الكهربائي:

إن الخاصة الأساسية للمحركات الكهربائية المستخدمة في محركات التتبع، هو أنها ذات مجال واسع وغير المحدود للتحكم بالسرعة مع قابلية تغيير اتجاه الدوران. وهي ذات مردود عالٍ بشكل كافٍ. ويحقق استخدام المحرك الكهربائي القابل للتحكم ذي التيار المستمر في ميكنزمات الحركة الرئيسة في الآلات المبرمجة رقمياً إمكان اختيار سرعات القطع وفق أي رقم في الخرج حتى أثناء عملية القطع وذلك باستخدام أجهزة ذاتية الضبط، وكذلك يحقق تسهيل عملية التحكم بتبديل السرعات.

وفي المجموعات الحديثة من الآلات يستخدم في ميكنزمات الحركة الرئيسة محرك ذو المغير الثايرستوري.

أنظمة ومحركات السيرفو الكهربائية:



نظراً للتطور الفني والتقني السريع في منظومات التحكم والتجهيزات الصناعية أصبحت المتطلبات الحالية لبناء منظومة تحكم تحتاج لمواصفات عالية جداً **كالدقة والسرعة والوثوقية والجودة...** الخ. ومن هنا نشأت أنظمة السيرفو **Servo System**.

والمعنى البسيط لنظام السيرفو هو **نظام ملاحقة دون وجود خطأ أي إنه يقوم بملاحقة حالة الخرج عن طريق تغذية عكسية Feed Back** يتم من خلالها التأكد من القيمة الحالية ثم يتم التحكم بالمحرك للوصول للقيمة المطلوبة وفق أداء مثالي.

ومحرك السيرفو: هو أحد أنواع **المحركات الخاصة** (special machine) وهو يستخدم في **التحكم الموضعي** (position control) لذلك فهو يسمى أحياناً control motor ، ولقد قامت عدة شركات بإنتاج منظومات تحكم ذات كفاءة عالية جداً ومن أهم هذه المنظومات **نظام السيرفو**، والذي **يتكون** من **محرك سيرفو** Servo Motor و **دائرة قيادة** Servo Drive و**نظام تحكم بدارات قيادة السيرفو**، حيث تدعم أنظمة التحكم القابلة للبرمجة PLC التحكم بأكثر من محور سيرفو وذلك بسهولة فائقة حيث توجد تعليمات جاهزة للتحكم بدائرة قيادة السيرفو.

ويوجد نظامان: **النظام الأول** يأتي بمحركات تكون ميزة دارات القيادة فيها أنها تحتوي شاشة لإدخال البارامترات مباشرة وضبط النظام حسب التطبيق (مثل ضبط الانفيرتر) بالإضافة إلى إمكانية ضبطها عن طريق الكمبيوتر أو ال-PLC.

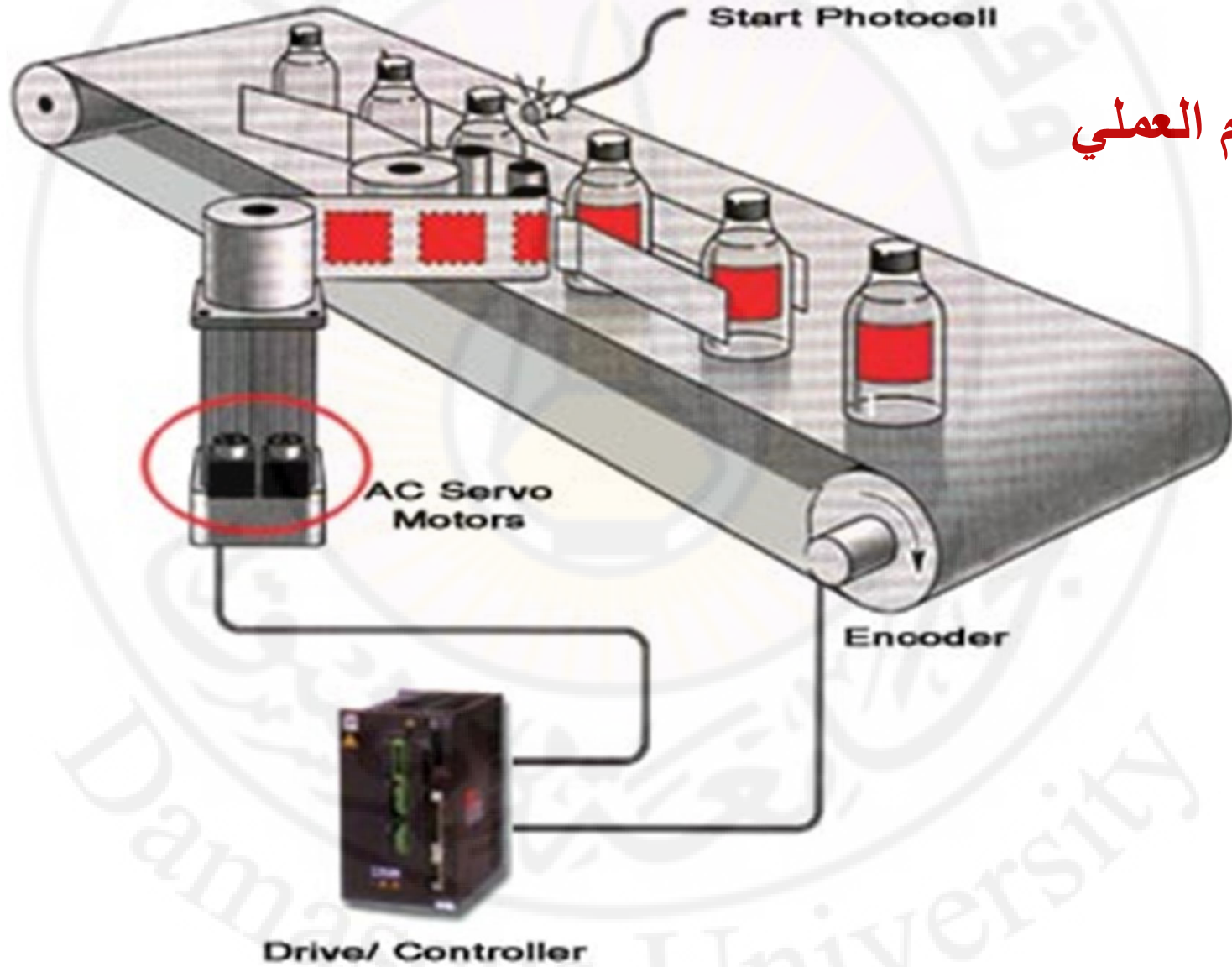
وأما **النظام الثاني** فيمكن ضبطها بواسطة شاشة خاصة خارجية (Handheld Digital Keypad) بالإضافة للكمبيوتر أو ال-PLC.

وتتميز هذه الأنظمة **بالدقة العالية جداً** حيث يمكن معايرتها للحصول على عدة أنماط للعمل كالموضع Position أو السرعة Speed أو العزم Torque وحتى أنها يمكن أن تعمل على نمطين بأن واحد كالموضع والسرعة معاً أو الموضع والعزم

إن مفاهيم التحكم بأنظمة السيرفو لم تتغير بشكل كبير خلال
50 عاماً مضت، **السبب الأساسي لاستعمال أنظمة السيرفو**
على العكس من أنظمة الحلقة المفتوحة _ التحسين في
أزمان الاستجابة العابرة، والتخفيض من الأخطاء الحاصلة
عند الاستقرار، والتخفيض من الحساسية تجاه تغيرات
الحمل.

تحسين أزمان الاستجابة العابرة يعني زيادة عرض مجال
النظام (وذلك بسبب تصغير هذه الأزمان)، كما أنه يساعد
الآلة على سرعة الاستقرار. أما **تخفيض أخطاء وضع**
الاستقرار فهو يتعلق بدقة الآلة بشكل عام. وأخيراً **تخفيض**
الحساسية تجاه الحمل يعني امتصاص أي اهتزازات تحصل
في دخل النظام.

أمثلة على استخدامات محركات السيرفو الكهربائية عمليات التزامن الحرجة والدقيقة

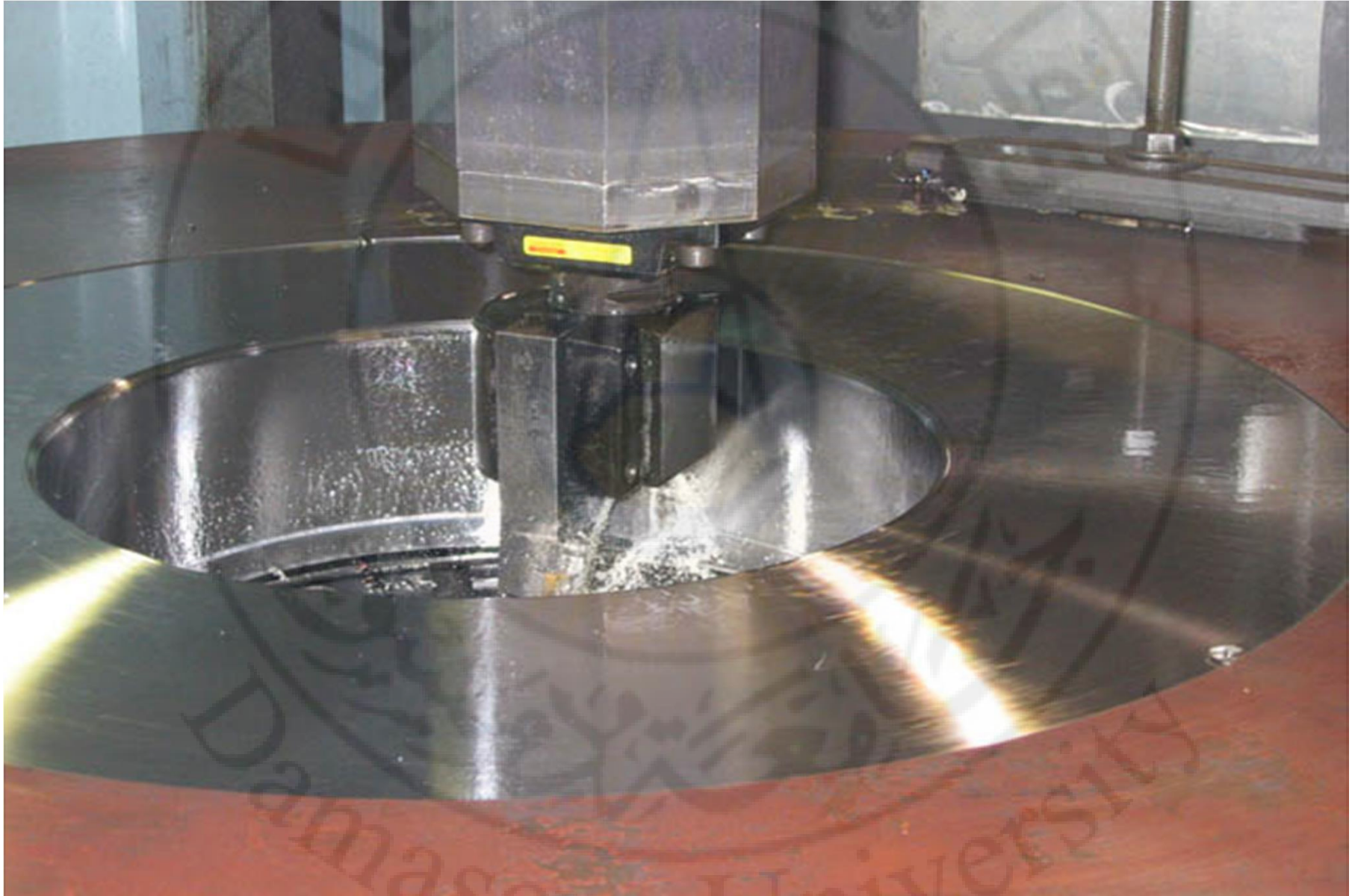


عمليات القيادة بطريقة الحلقة المغلقة
والتطبيق الأكثر استخداماً هو آلات الـ CNC المختلفة
(نظام التحكم الرقمي المبرمج)
آلة قص بالليزر

القسم العملي



القسم العملي آلة تفريز CNC



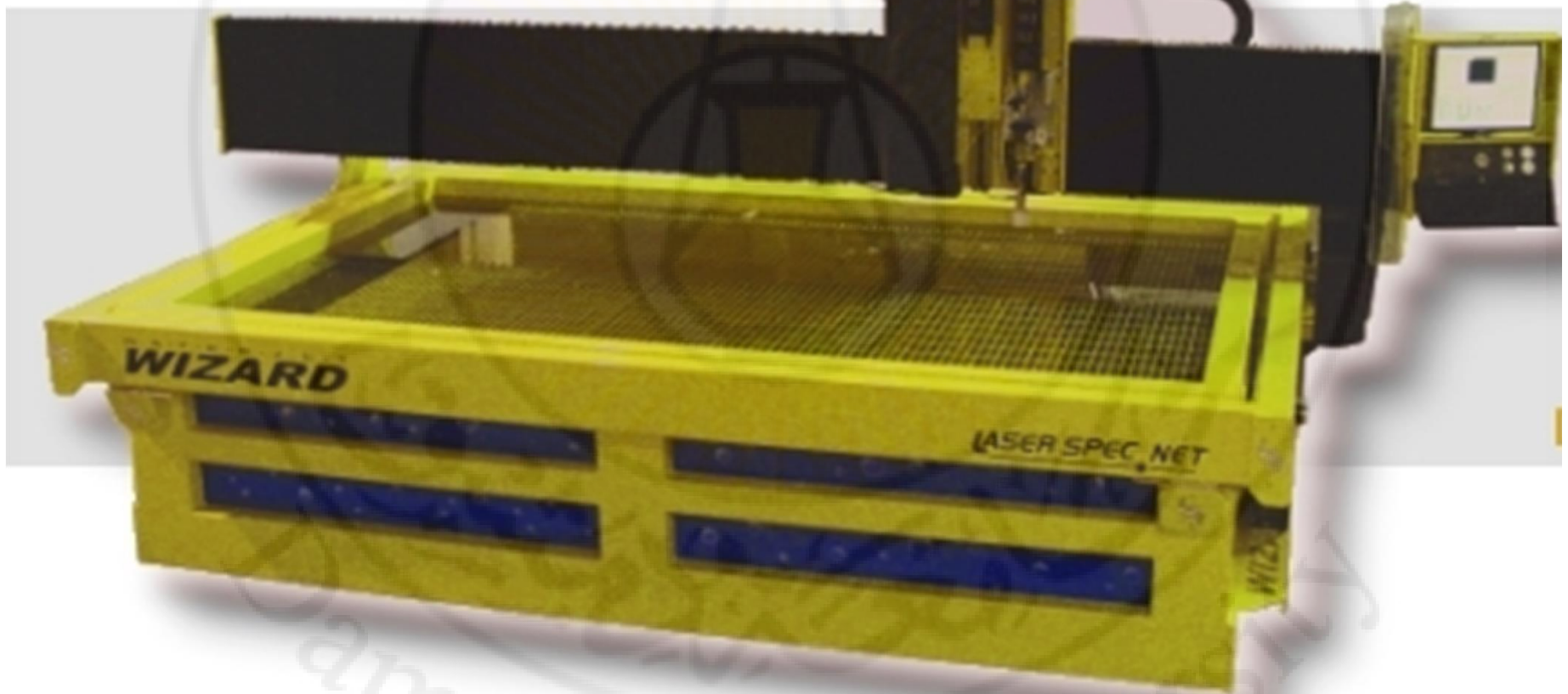
القسم العملي

مخارط الـ CNC



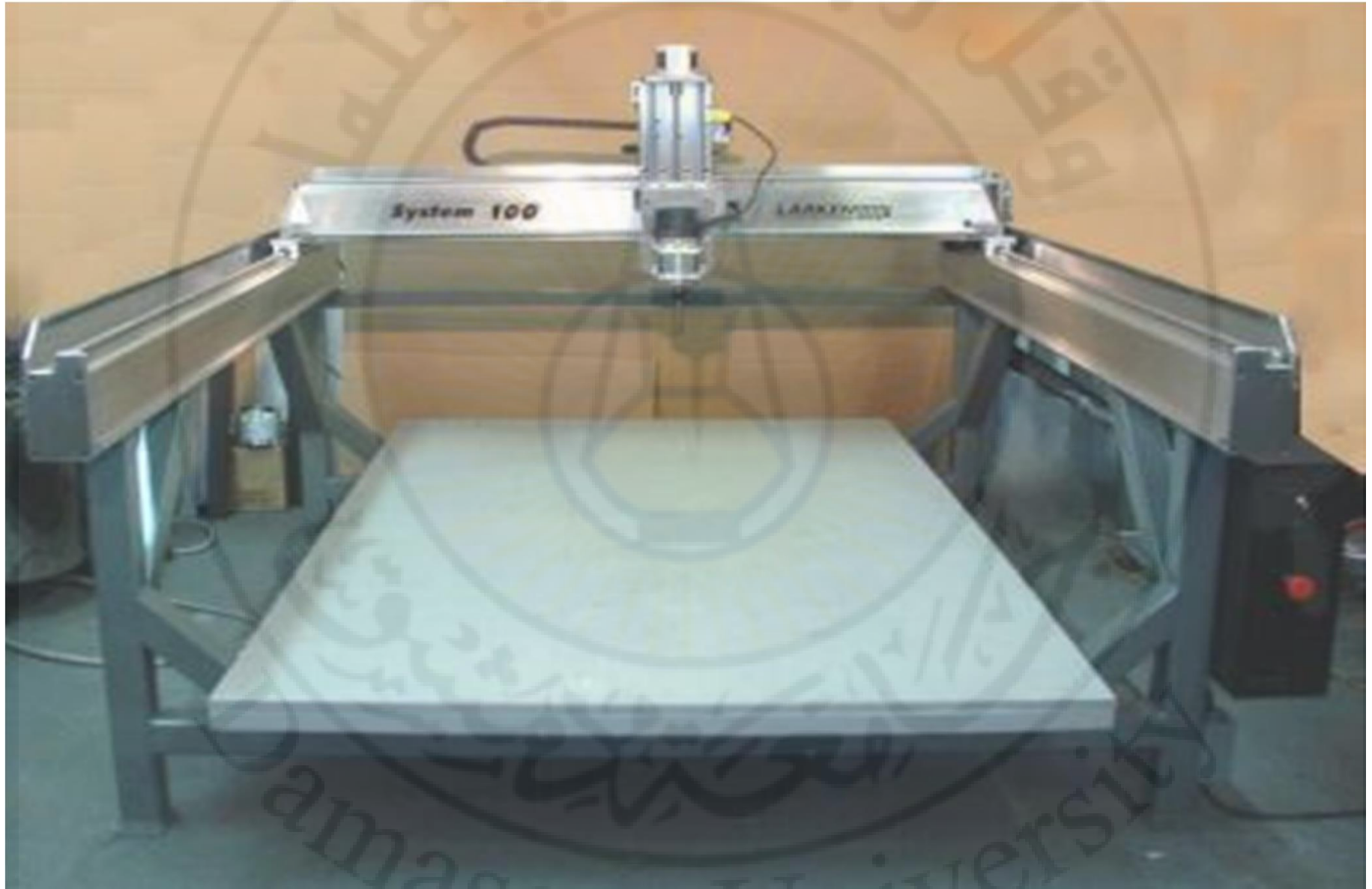
آلة الحفر على الخشب CNC

القسم العملي



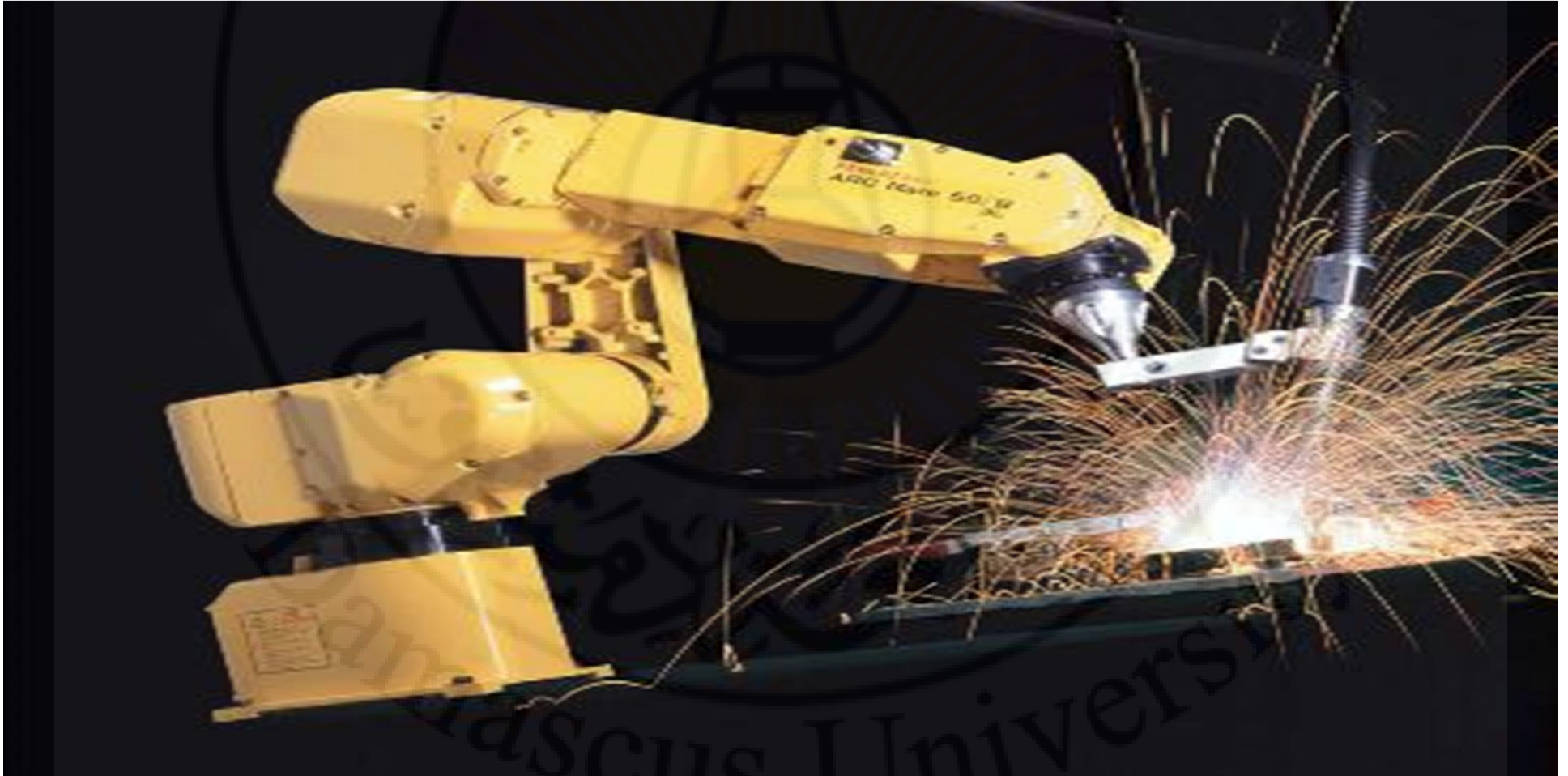
Damascus University

آلة قص وحفر على الستيريوبور القسم العملي



القسم العملي

وهناك استخدام شائع أيضا في مجال مهم من مجالات التكنولوجيا الحديثة، ألا وهو الروبوتات بأنواعها المختلفة الصناعية والمنزلية والخدمية والخ...



أهم المزايا التي تدعمها أنظمة السيرفو:

١. الأداء الممتاز والمستقر للمحرك حيث إنه لا يتجاوز زمن الاستقرار للمحرك **1ms** وحتى إنها تبقى مستقرة في السرعات المنخفضة كما يمكنها الانتقال في حالة اللاحمل - إلى السرعة **3000rpm** بزمن لا يتجاوز الـ **10ms**.
٢. إن عمليات التحكم يمكن تنفيذها بسهولة باستخدام توابع التحكم المبنية داخلياً ضمن نظام السيرفو.
٣. تتميز منحنيات عمل هذه الأنظمة **بنعومة عالية** وهذا الأمر يحسن من **كفاءة النظام**، وهذه النعومة تفيد عند استخدام نظام السيرفو في **مكنات الـ CNC بمحورين أو أكثر** فهي تعطي نعومة فائقة.

- ٤- تدعم منافذ الاتصال RS-232 / RS-485 / RS422.
- ٥- تتميز محركات السيرفو الحديثة بوجود مرشحات تقوم بتخميد إشارات الضجيج الناتجة عن الطنين العالي.
- ٦- يوجد برنامج مساعد يتميز بالسهولة التامة، حيث إن البارامترات مصنفة ويوجد في البرنامج مخططات صندوقية للعديد من التطبيقات تبين آلية العمل بشكل واضح يمكن ضبط البارامترات من خلالها.
- ٧- الاستجابة الفائقة للسرعة fast response بمعنى أن تصل سرعة المحرك للقيمة المطلوبة فور توصيل المحرك بالمنبع، كما يجب أن يتوقف فور فصل المنبع عن المحرك.
- ٨- أن تكون العلاقة بين الجهد والسرعة علاقة خطية وذلك من أجل تبسيط منظومة التحكم ومكوناتها وتحسين كفاءته.
- ٩- أن يقبل المحرك تكرار عمليات الفصل والتوصيل مهما تعددت.

ومن أمثلة تطبيقات هذا المحرك تحريك أجهزة الرادار وأطباق استقبال الأقمار الصناعية وفي تحريك أجنحة الطائرات وبعض أنواع أجهزة الطباعة، ومن **الملاحظ** أن كل هذه التطبيقات تعمل على سرعه بطيئة جداً، لذلك فإن **محركات السيرفو تتميز بسرعات بطيئة جداً**.

أساسيات التحكم بالحركة من خلال أنظمة السيرفو

عند التصميم يجب مراعاة هذه المواصفات في المحرك، فمثلاً للحصول على سرعة استجابة مرتفعة يجب تخفيض قيمة عزم القصور الذاتي للجزء الدائر The moment of inertia (J) ويتم تخفيض قيمة (J) بإنقاص قطر الدوار Rotor (D) وزيادة طوله (L) ويتم ذلك بشكل أساسي في جميع محركات السيرفو، وبخلاف ذلك هناك الكثير من تعديلات التصميم التي يقوم بها المطورون من خلال الأبحاث بهدف الحصول على قيمه أقل لـ (J).

وبشكل عام فإن محركات الـ Servo تتنوع بين محركات تعمل على التيار المستمر وأخرى تعمل على منبع التيار المتناوب، وغالبية هذه الأنواع تعتمد أسلوب طريق تغيير قيمة الجهد. من أجل تحقيق التحكم بالتوضع Position Control.

وكلا النوعين له مميزات وعيوب:

١- محرك الـ DC يتميز بالعلاقات الخطية بين الجهد والسرعة وأيضاً بين العزم والسرعة، لذلك فإن منظومة التحكم به أبسط وأكثر كفاءة، ولكنه أعلى سعراً ووزناً من محرك الـ AC ويحتاج إلى صيانة ولا يمكن استخدامه في الأماكن الخطرة وذلك بسبب الشرارة التي تحدث عند المسفرات.

٢- محرك AC Servo Motor يتميز ببساطة التركيب وقوة التحمل ورخص السعر ولكن يعيبه أنه من الآلات المعقدة التركيب حيث إن الزاوية بين مجالي الثابت Stator والدوار Rotor ليست ٩٠ درجة والعلاقة بين العزم والسرعة ليست علاقة خطية وكذلك العلاقة بين الجهد والسرعة ليست خطية كما هو مطلوب أن يكون، ولكن الأبحاث تعمل على تلافى هذه العيوب.

يمكن أن نقسم التحكم بأنظمة السيرفو بشكل عام إلى
مستويين أساسيين من المشاكل:

المستوي الأول يتعلق **بقدرية النظام على تنفيذ الأوامر**
المطلوبة، بمعنى مدى تطابق الحركة الواقعية مع هذه
الأوامر.

المعاملات الأساسية للتحكم بالحركة الدورانية هي **الموضع**
والسرعة والتسارع والعزم.

أما المعاملات الأساسية للتحكم بالحركة الخطية فهي **نفسها**
ولكن يستبدل العزم بالقوة.

تعتبر التغذية الأمامية من أنظمة السيرفو هي الجزء المعني بهذه
المشكلة، يمكن أن يعبر عن التغذية الأمامية بأنها الأوامر
الداخلية الواجب تنفيذها لتتم الحركة وفقاً للحركة المطلوبة
وبدون أي أخطاء، وبمعرفة دقيقة بشكل كاف لنوع المحرك
والحمل أيضاً.

المستوى الثاني: من العقبات التي تواجه أنظمة السيرفو هي **منع** أي اهتزازات في **استجابة النظام**. هذه الاهتزازات من الممكن أن تكون اهتزازات في العزم المطبق على محور المحرك لتصحيح أي خطأ أو إزاحة عن المطلوب من خلال حلقة التغذية الأمامية. حلقات PID (وهي ما يعرف بتناسبي، تكاملي، تفاضلي بالنسبة للموضع)، وحلقات PIV (وهي ما يعرف تناسبي بالنسبة للموضع، وتكاملي تفاضلي بالنسبة للسرعة) هي التي تستعمل لمواجهة مثل هذه المشاكل. وعلى عكس أنظمة الحلقة المفتوحة تقوم أنظمة السيرفو بالتنبؤ بالأخطاء التي يمكن أن تحدث ليتم تلافيها مسبقاً من قبل النظام كما تقوم أنظمة الحلقة المغلقة بالتفاعل مع المشاكل غير المتوقعة. أيضاً أنظمة السيرفو المتكاملة تجمع بين كلا النوعين من الأنظمة ليتم تحقيق الأداء الأفضل.

الفصل الثالث

المشغلات الهيدروليكية

ماذا يعني الهيدروليك؟

نعني **بالهيدروليك توليد قوى وحركات باستخدام السوائل الهيدروليكية.**

تمثل السوائل الهيدروليكية الوسط الذي ينقل القدرة.

يمكن أن نميز بين:

- الأنظمة الهيدروليكية **الثابتة**
- الأنظمة الهيدروليكية **المتحركة**

المجالات التطبيقية التالية مهمة من اجل الأنظمة الهيدروليكية
الثابتة:

- آلات الإنتاج والتجميع بكل أنواعها
- خطوط النقل
- آلات النقل والرفع
- المكابس
- آلات القولبة بالحقن
- خطوط الدرفلة
- المصاعد

الأنظمة الهيدروليكية **المتحركة**:

تتضمن المجالات التطبيقية النموذجية للأنظمة الهيدروليكية المتحركة ما يلي:

- آلات البناء
- الشاحنات القلابة، الحفارات، منصات الرفع
- آلات النقل والرفع
- الآلات الزراعية

هناك تنوع كبير في التطبيقات للأنظمة الهيدروليكية في صناعة الآلات البناء.

على سبيل المثال، الحفارات، حيث انه ليس فقط حركات العمل (مثل الرفع، القبض، والحركات الدورانية) يتم توليدها هيدروليكيًا، بل أيضا **يتم التحكم بحركات الميكانيزمات هيدروليكيًا يتم تحقيق حركات العمل المستقيمة بواسطة محركات خطية (الاسطوانات) والحركات الدورانية عن طريق المؤازرات الدورانية (المحركات).**

القسم العملي مقارنة بين الهيدروليك وطرق التحكم الأخرى:

التقنية	كهربائية	هيدروليكية	هوائية
التسرُّب:	ملوثة	ينحصر في ضياع الطاقة.	
بيئي	• خطر الانفجار في مناطق محددة. • لا يتأثر بتغير درجة الحرارة.	• يتأثر بتغيرات درجة الحرارة. • خطورة الاشتعال في أماكن التسرب.	• مقاوم للانفجار. • يتأثر بتغيرات درجة الحرارة.
إمكانية تخزين الطاقة:	صعب، ولكن يمكن بكميات صغيرة باستخدام المدّخرات	محدود، ولكن ممكن بمساعدة الغازات.	سهل

الحركة الدورانية	● بسيطة وفعالة	● بسيطة، عزم اقلاع كبير، سرعة بطيئة	● بسيطة، فعالة، سرعة عالية
دقة التوضع:	● دقيقة ويمكن تحقيق دقة حتى ١ ميكرون.	● دقيقة ويمكن تحقيق دقة حتى ١ ميكرون حسب التصميم	● من دون حمل يمكن أن تتغير الدقة حتى ١/١٠ مم.
الاستقرار	● يمكن تحقيق قيم جيدة جداً باستخدام وصلات ميكانيكية.	● عالية، طالما أن الزيت غير قابل للانضغاط، بالإضافة إلى أن مستويات الضغط هي أعلى بالمقارنة مع الهواء المضغوط	● منخفض، لأن الهواء قابل للانضغاط
القوى	● غير قابل لزيادة الحمل. ● مردود ضعيف بسبب الاعتماد على العناصر الميكانيكية على طول المسار .	● محمي من الحمولة الزائدة ، مع ضغط نظام حتى ٦٠٠ بار. ● إمكانية توليد قوى كبيرة جداً $F < 3000 \text{ KN}$	● محمي الحمولة الزائدة. ● القوى محدودة بسبب ضغط الهواء و قطر الأسطوانة

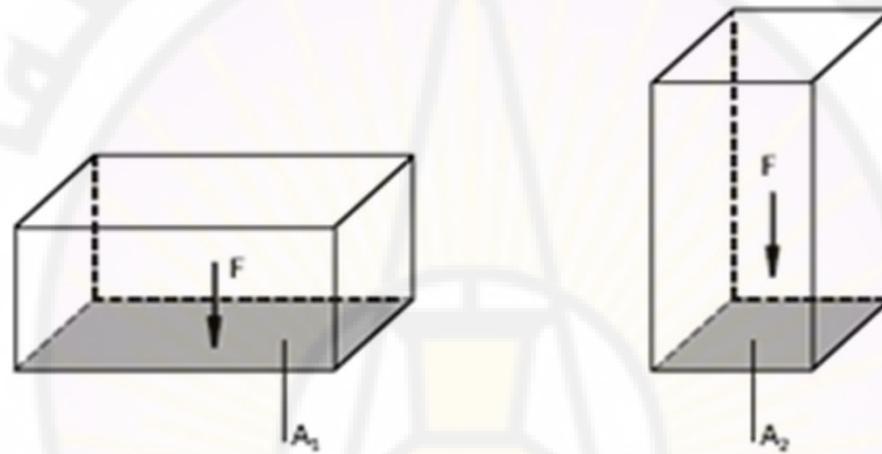
• أكبر من ١٠٠٠ متر. • سرعة الجريان : ٢٠ – ٤٠ متر/ثانية • سرعة الإشارة ٢٠ - ٤٠ م/ثا	• أكبر من ١٠٠ متر. • سرعة الجريان : ٢ – ٦ متر / الثانية • سرعة الإشارة حتى ١٠٠٠ م/ثا	• غير محدود مع وجود ضياعات القدرة	نقل الطاقة:
$1.5 \text{ m/s } V =$	$0.5 \text{ m/s } V =$		سرعة التشغيل:
• استخدام بسيط • لأسطوانات القوى. • قوى محدودة. • سرعة كبيرة. • تعتمد على الحمل.	• استخدام بسيط • لأسطوانات القوى. • تحكم جيد • بالسرعة. • تأمين قوى كبيرة جداً	• صعبة ومكلفة. • القوى صغيرة. • تأمين السرعات المنتظمة مكلف جداً.	الحركة الخطية:

إنَّ للهيدروليك **السيَّئات** التالية:

- تلوث البيئة بالزيت المضيِّع (أخطار الحرائق والحوادث).
- حساسة للشوائب.
- نتائج خطيرة تحت الضغوط العالية (عند انقطاع أحد الخطوط أو الأنابيب).
- تابعيتها للحرارة (تغير اللزوجة مع تغير الحرارة).
- مردود منخفض غير مرغوب به.

المبادئ الفيزيائية الأساسية في الهيدروليكا:

كل جسم يؤثر على قاعدته بضغط معين p ، قيمة هذا الضغط تعتمد على وزن هذا الجسم F وعلى مساحة السطح A الذي يؤثر عليه الوزن.



القسم العملي

الشكل يوضح جسمين لهما قاعدتين مختلفتين (A_1) ، A_2 في حين أن الجسمين لهما نفس الوزن F المؤثر على قاعدة كل منهما إلا أن الضغط المؤثر على القاعدة A_1 أصغر من الضغط المؤثر على القاعدة A_2 لأن $A_1 > A_2$. أي أن الضغط يُعطى بالعلاقة التالية:

$$P = F/A$$

الوحدة:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ Pa}$$

$[p_a]$: الضغط P

$[N]$: القوة F

$[m^2]$: المساحة A

بترتيب المعادلة بالشكل المناسب يمكننا إيجاد معادلات حساب القوة والمساحة.

القسم العملي

مثال 1:

أسطوانة يبلغ الضغط فيها 100 bar ، سطح مكبس الأسطوانة الذي يؤثر عليه الزيت 7.85 cm^2 .
أوجد أكبر قوة يؤثر بها سائل الأسطوانة على سطح المكبس.

الحل:

$$P = 100 \text{ bar} = 1000 \text{ N/m}^2$$

$$A = 7.85 \text{ cm}^2$$

$$F = p \cdot A = \frac{1000 \text{ N} \cdot 7.85 \text{ cm}^2}{\text{cm}^2} = 7850 \text{ N}$$

المعطيات:

القسم العملي

مثال 2:

أسطوانة رفع مخصصة لرفع حمل مقداره $15\,000\text{ N}$ يبلغ الضغط داخلها 75 bar
احسب سطح المكبس اللازم لتحقيق ذلك.

$$F = 15\,000\text{ N}$$

$$P = 75\text{ bar} = 75 \cdot 10^5\text{ Pa}$$

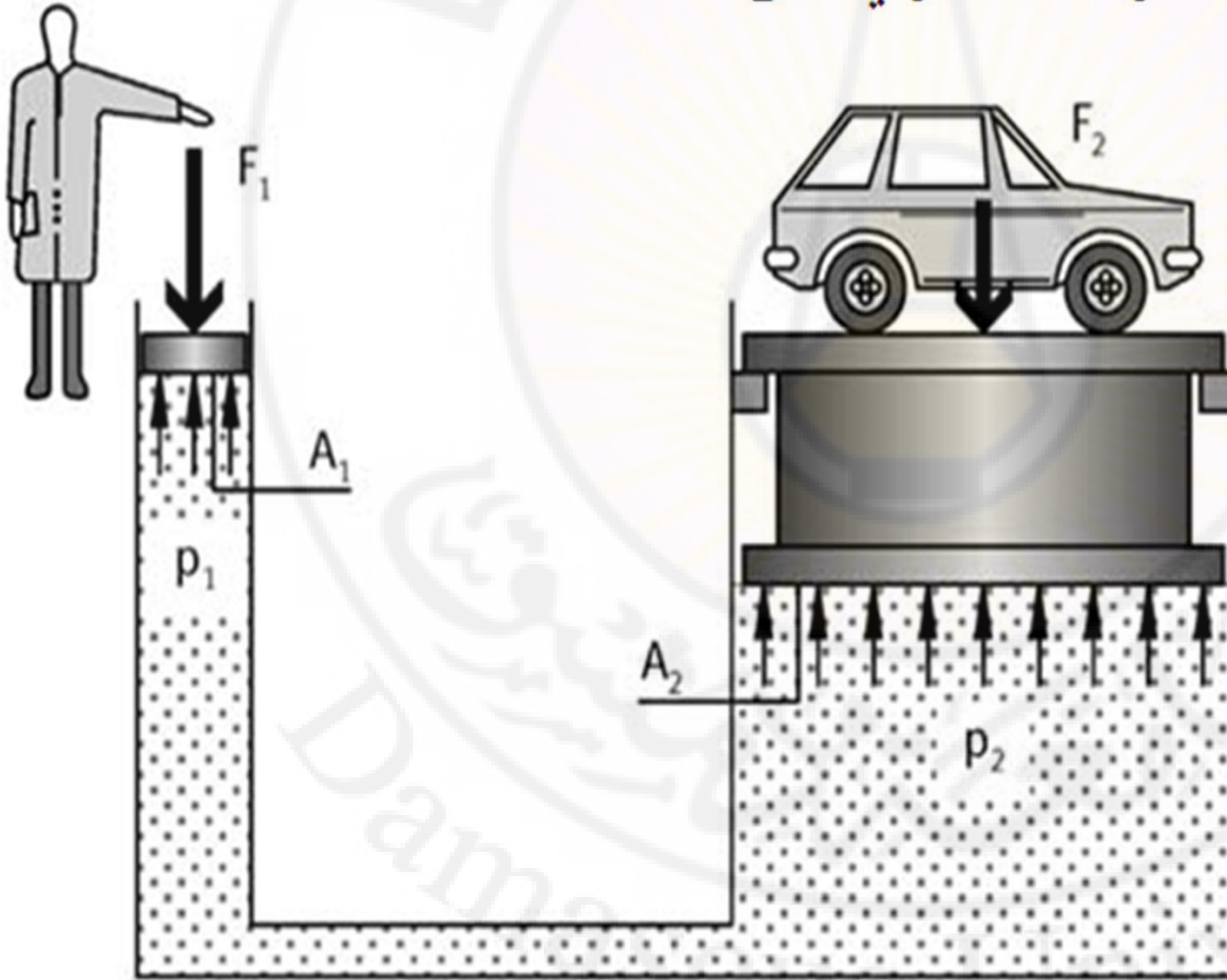
الحل:

المعطيات:

$$A = \frac{F}{p} = \frac{15000\text{ N}}{75 \cdot 10^5\text{ Pa}} = 0.002 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{N}} = 0.002\text{ m}^2 = 20\text{ cm}^2$$

نقل القدرة (الطاقة): القسم العملي

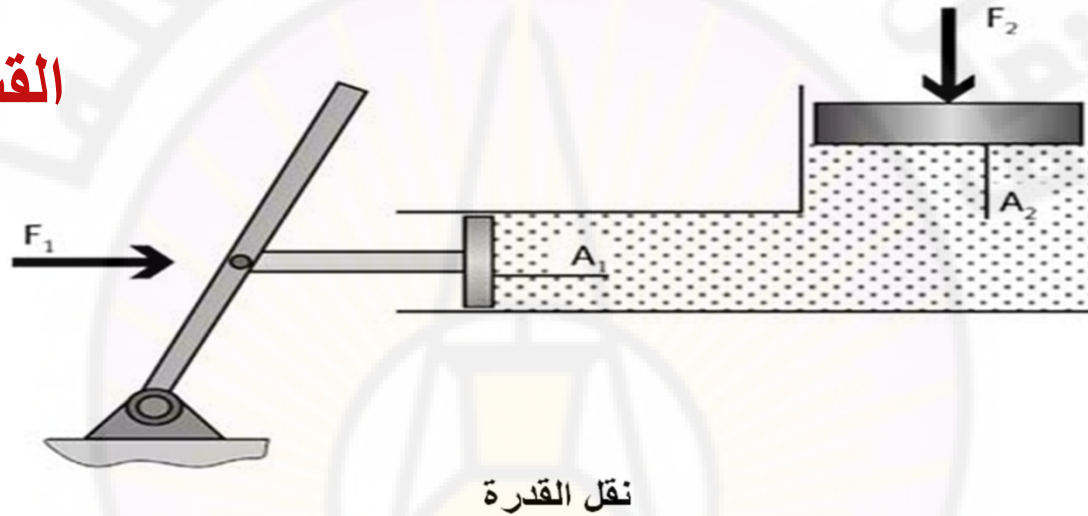
الضغط المُطبَّق المؤثر هو نفسه في كُلِّ نقطة من نقاط النظام الهيدروليكي،
ولهذا السبب فإنَّ شكل الوعاء الحاوي على السائل ليس له أهمية.



مثال:

يُطلب رفع عربة كتلتها $m = 1500 \text{ kg}$ بواسطة رافعة هيدروليكية، فما هي القوة F_1 المطلوبة على المكبس؟

القسم العملي



المعطيات:

$$m = 1500 \text{ kg}$$

الحمل:

القوة الناتجة عن الوزن:

$$F_2 = m \cdot g = 1500 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 15\,000 \text{ N}$$

$$A_1 = 40 \text{ cm}^2 = 0.004 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 1200 \text{ cm}^2 = 0.12 \text{ m}^2$$

معطى كذلك:

$$F_1 = \frac{A_1 \cdot F_2}{A_2} = \frac{0.004 \text{ m}^2 \cdot 15\,000 \text{ N}}{0.12 \text{ m}^2} = 500 \text{ N}$$

القسم العملي

مثال:

إذا علمت أن القوة $F_1 = 100 \text{ N}$ هي قوة كبيرة إذا أردنا تحريك الرافعة يدوياً، فاحسب سطح المكبس A_2 إذا كان معلوماً لدينا فقط قوة $F_1 = 100 \text{ N}$.

$$F_1 = F_2 \cdot A_1 / A_2$$

$$A_2 = A_1 \cdot F_2 / A_2 = 0.004 \text{ m}^2 \cdot 15000 \text{ N} / 100 \text{ N} = 0.6 \text{ m}^2$$

توليد القوى الكبيرة

تزود المحركات الهيدروليكية بالسائل، وهو عموماً زيت الهيدروليك، وتحوله إلى قدرة ميكانيكية إلى المحور. إن **عزم المحرك الهيدروليكي يتناسب مباشرة مع ضغط الزيت. وعدد الدورات يتناسب مباشرة مع كمية تدفق الزيت.** إن استطاعة الخرج تنتج من العلاقة:

$$\text{الاستطاعة} = \text{عدد الدورات} \times \text{العزم}$$

إن الاستطاعة، عدد الدورات والعزم يمكن أن يتحكم بها عن طريق **تغيير ضغط الزيت والتدفق.** والمحركات الهيدروليكية تقسم إلى الأنواع التالية:

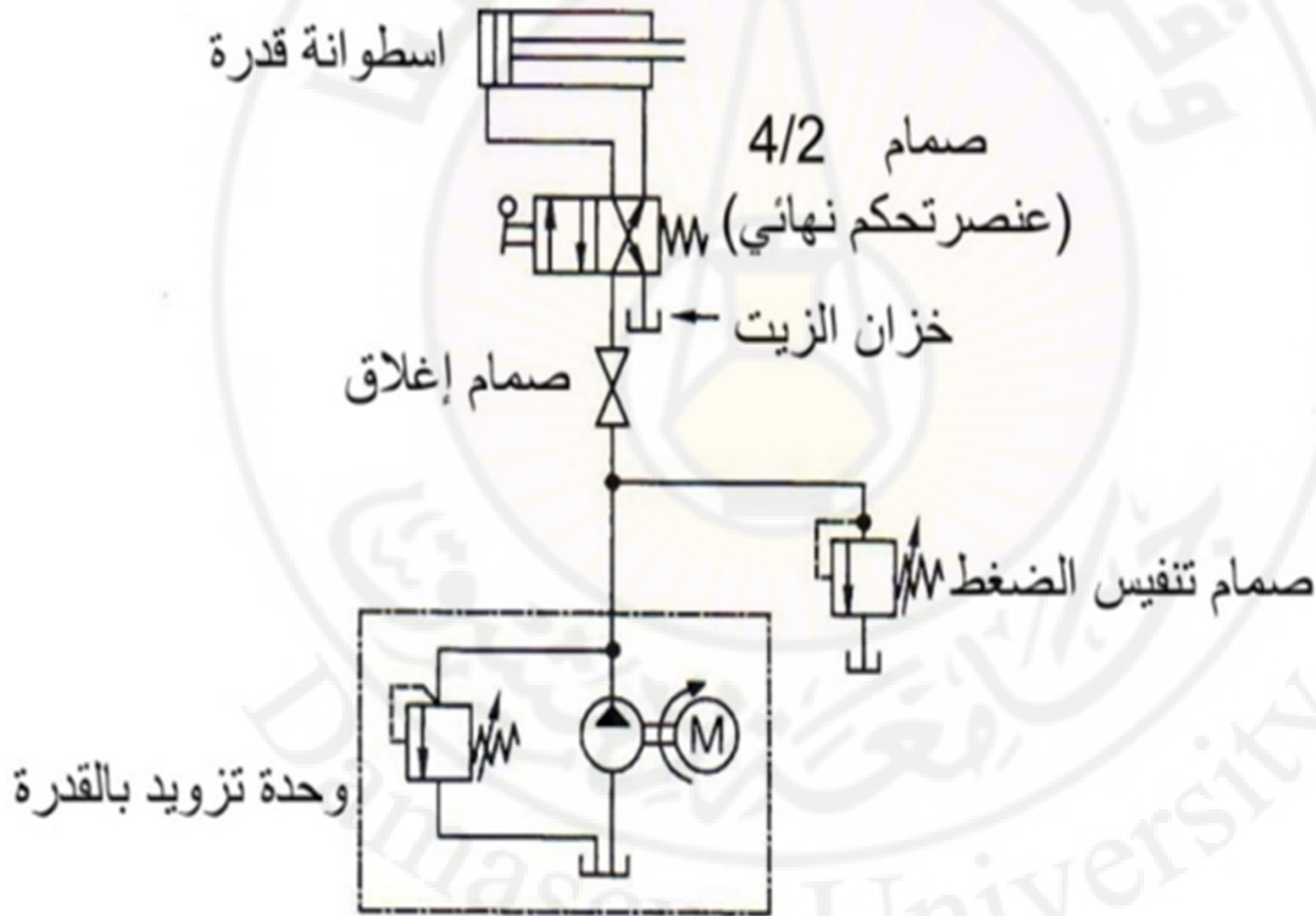
- المحركات المكبسية (مثلاً المحركات المكبسية النصف قطرية والمحورية).
- المحركات المسننية (مثلاً المحركات المسننية المعشقة داخلياً وخارجياً).
- المحركات ذات الشفرات الدوارة (مثلاً المزودة داخلياً وخارجياً).

إن التصاميم ومبادئ العمل فيها مشابهة للمحركات الهوائية. وتستخدم المحركات الهيدروليكية في كافة المجالات الصناعية. فهي تستخدم مثلاً كميكنزمات تحريك للعربات المختلفة الأنواع، محركات لأسطوانات الدرفلة وأعمال درفلة الفولاذ، في بناء المكابس والصناعات الثقيلة، كمحركات قيادة في آلات حقن البلاستيك وآلات سكب المعادن تحت الضغط وفي بناء السفن كعناصر قيادة لتنفيذ الحركات الدورانية من الأنواع كافة. في البحث التالي موضح دارة قيادة المحرك الهيدروليكي.

في هذا القسم سنركز بشكل رئيس على المشغلات الهيدروليكية وعناصر التحكم النهائية المتعلقة بها، حيث أن الهيدروليكي هو الأكثر ملائمة لتوليد القوى الكبيرة.

التحكم بالأسطوانات الهيدروليكية:

أ- التحكم بأسطوانة هيدروليكية ثنائية التأثير بواسطة صمام توجيه 4/2:



- أسلوب عمل الدارة:

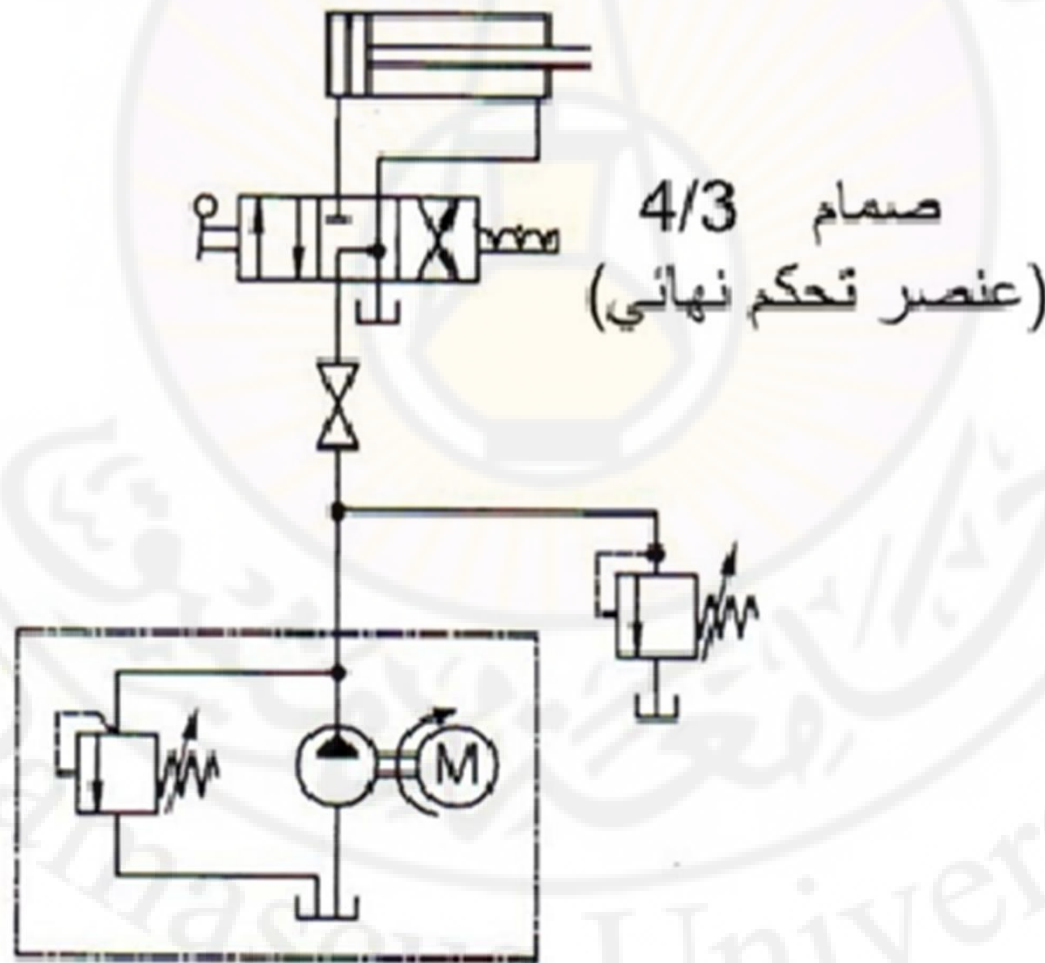
إن وحدة التغذية بالقدرة - تتألف من محرك، مضخة، صمام تنفيس ضغط (صمام أمان) وخزان وهي تولد تيار تدفق الزيت - إن الضغط في النظام الهيدروليكي ليس بقيمة ثابتة بل يتغير مع المقاومة (مقاومة الحمل + المقاومة الداخلية). وهي قد تزداد بشكل ملموس إذا كان عنصر الطاقة تحت الحمل (محرك هيدروليكي) قد أخذ بالحركة المنتظمة. إن صمام الأمان ضروري لمنع حدوث ارتفاعات الضغط وما ينتج عنها. يستخدم صمام $4/2$ مع تشغيل يدوي كعنصر تحكم أخير للأسطوانة الهيدروليكية. فإذا شغلنا الصمام يمكن للزيت أن يمر إلى الحجرة اليسارية من الأسطوانة وبالتالي يتحرك المكبس لينفذ شوط التقدم. في هذه العملية فإن الزيت يخرج من الحجرة اليمنى للأسطوانة عبر عنصر التحكم الأخير إلى خزان الزيت.

وعند إغلاق عنصر التحكم الأخير، فإن الزيت يمكن أن يضخ مرة أخرى إلى الحجرة اليمنى من الأسطوانة ويخرج الزيت عبر عنصر التحكم الأخير إلى خزان الزيت. وبالتالي ينفذ المكبس شوط العودة مرة ثانية.

عندما تتراجع الأسطوانة فإن الحلقة الدائرية الأصغر مساحة من المكبس تصبح فعالة مما يؤدي إلى سرعة أعلى بالنسبة لنفس معدل التدفق الحجمي للزيت. وبالتالي فإن المكبس يتراجع بسرعة أكبر.

ب- التحكم بأسطوانة هيدروليكية بوساطة صمام 4/3:

التحكم بأسطوانة هيدروليكية بوساطة صمام 4/3 الذي «يعيد تدوير الزيت بالوضعية المركزية» كعنصر أخير للتحكم.



- أسلوب عمل الدارة:

إن وظيفة الصمام 4/3 يمكن توضيحها من الوصف التالي لمخطط الدارة. حيث إن صمام الأمان يضمن عدم الزيادة السريعة للضغط في الدارة. في الشكل يقوم الصمام 4/3 بتدوير التدفق للزيت في الوضعية المركزية. في هذه الوضعية فإن الزيت المزود بوساطة وحدة التزويد بالطاقة الهيدروليكية يستطيع العودة دون أي نقص أو مقاومة إلى الخزان.

إذا حركنا صمام التحكم الأخير إلى اليمين فإن الممر سيفتح أمام تيار الزيت ليمر إلى الحجرة اليسرى من الأسطوانة الهيدروليكية. ويخرج الزيت الموجود في الحجرة اليمنى منها إلى الخزان. إن الزيت يدفع المكبس نحو اليمين طارداً أمامه الزيت الموجود في الحجرة اليمنى ليمر عبر عنصر التحكم الأخير إلى خزان الزيت. عند سحب محور عنصر التحكم الأخير نحو اليسار فإن المكبس يستطيع التراجع ثانية. إذا وضعنا أثناء شوط التقدم أو التراجع للمكبس عنصر التحكم الأخير على الوضعية المركزية فإن الزيت سوف يتدفق ويستطيع المكبس فقط أن يتحرك وفقاً للزحف الطبيعي (تسرب الزيت) حتى ولو كان هناك اضطراب في القوة الخارجية. بوساطة تسرب الزيت البطيء نستطيع أن نفهم ضياع الزيت بسبب التسريبات في النظام. وعموماً في الصمام.

- التطبيق:

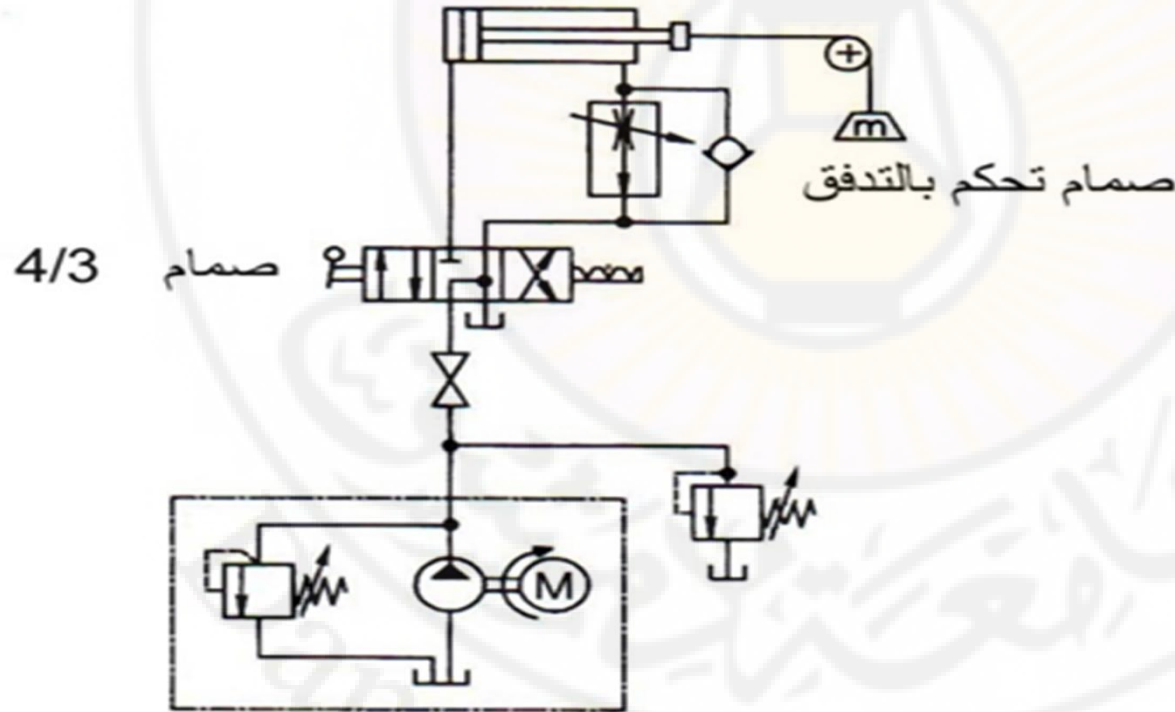
إن وضعية إعادة تدوير الزيت لها ميزة هي أنه أثناء الأوقات التي لا يجري فيها تنفيذ عمل بوساطة المكبس فإن تدفق الزيت الناتج بسبب المضخة يقاد مباشرة إلى الخزان غير مضغوط ودون ارتفاع بدرجة الحرارة وليس عن طريق صمام الأمان (توفير بالطاقة).

عند سحب الزيت الهيدروليكي عبر صمام الأمان فإن الزيت سوف يسخن والمضخة سوف تعمل بالضغط العالي لها (استهلاك قدرة عالي).

ج- التحكم بسرعة المشغلات الهيدروليكية:

- إن إمكانات التأثير في سرعة المكبس القائد في الأسطوانة الهيدروليكية هي:
- باستخدام مضختين ذواتا تدفق ثابت. بهذا الأسلوب يمكن إعطاء سرعتين.
- باستخدام مضخة يمكن التحكم بخرجها.
- باستخدام التحكم بالتدفق.

- التحكم بالسرعة باستخدام صمامات التحكم بالتدفق:



التحكم بتدفق الخرج

- أسلوب عمل الدارة:

مع التحكم بتيار الخرج، فإن تدفق الزيت يقاد بعيداً بواسطة جهاز استهلاك ويبقى المعدل ثابتاً. إن تيار الزيت يزود بواسطة وحدة التغذية بالطاقة، وقد تمت معايرة الضغط الأعظمي للتشغيل بواسطة صمام تحديد الضغط. ويستخدم صمام $4/3$ كعنصر تحكم أخير.

إذا حرضنا عنصر التحكم الأخير (حركناه إلى اليمين على المخطط)، عندئذ فإن الزيت يتدفق إلى الحجرة اليسارية للأسطوانة ويحرك المكبس نحو اليمين (محور المكبس). والزيت يسحب من الحجرة اليمنى للأسطوانة ليتدفق عبر صمام التحكم بالتدفق وعنصر التحكم الأخير إلى خزان الزيت. إن تيار الزيت المطرود يحافظ عليه ثابتاً بواسطة صمام التحكم بالتدفق فهذا يعني أننا حافظنا عليه ثابتاً ومن ثم فإن محور المكبس سوف يخرج بسرعة ثابتة.

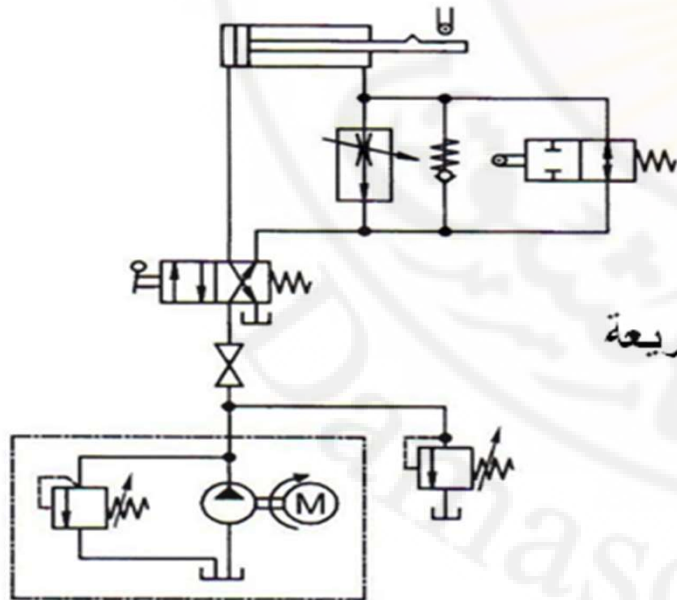
إذا عكسنا عنصر التحكم الأخير (إلى أقصى اليسار كما هو موضح على المخطط) فإن تيار الزيت يستطيع أن يمر بدون خنق عبر صمام عدم الرجوع إلى الحجرة اليمنى من الأسطوانة ويحرك المكبس نحو اليسار. وحجم الزيت من الحجرة اليسرى للأسطوانة يتدفق بعيداً عبر صمام التحكم الأخير إلى الخزان.

- تطبيقات التحكم بالسرعة:

إن التحكم بالسرعة الهيدروليكية نجده في كل آلات قطع المعادن حيث يلزم أن نضع مقادير تغذية مختلفة ونحافظ عليها وسرعات متعاقبة وفقاً لبرنامج التشغيل .

أ- دائرة التغذية العرضية السريعة:

تُستخدم عادة في آلات قطع المعادن حيث يلزم عودة سريعة بالإضافة إلى التغذية القابلة للتعبير. مثلاً لكي نقرّب المشغولة بسرعة، ونشغلها من خلال دورة إنتاجية ثم نعود بها بحركة عرضية سريعة.



دائرة تغذية عرضية سريعة

- أسلوب عمل الدارة:

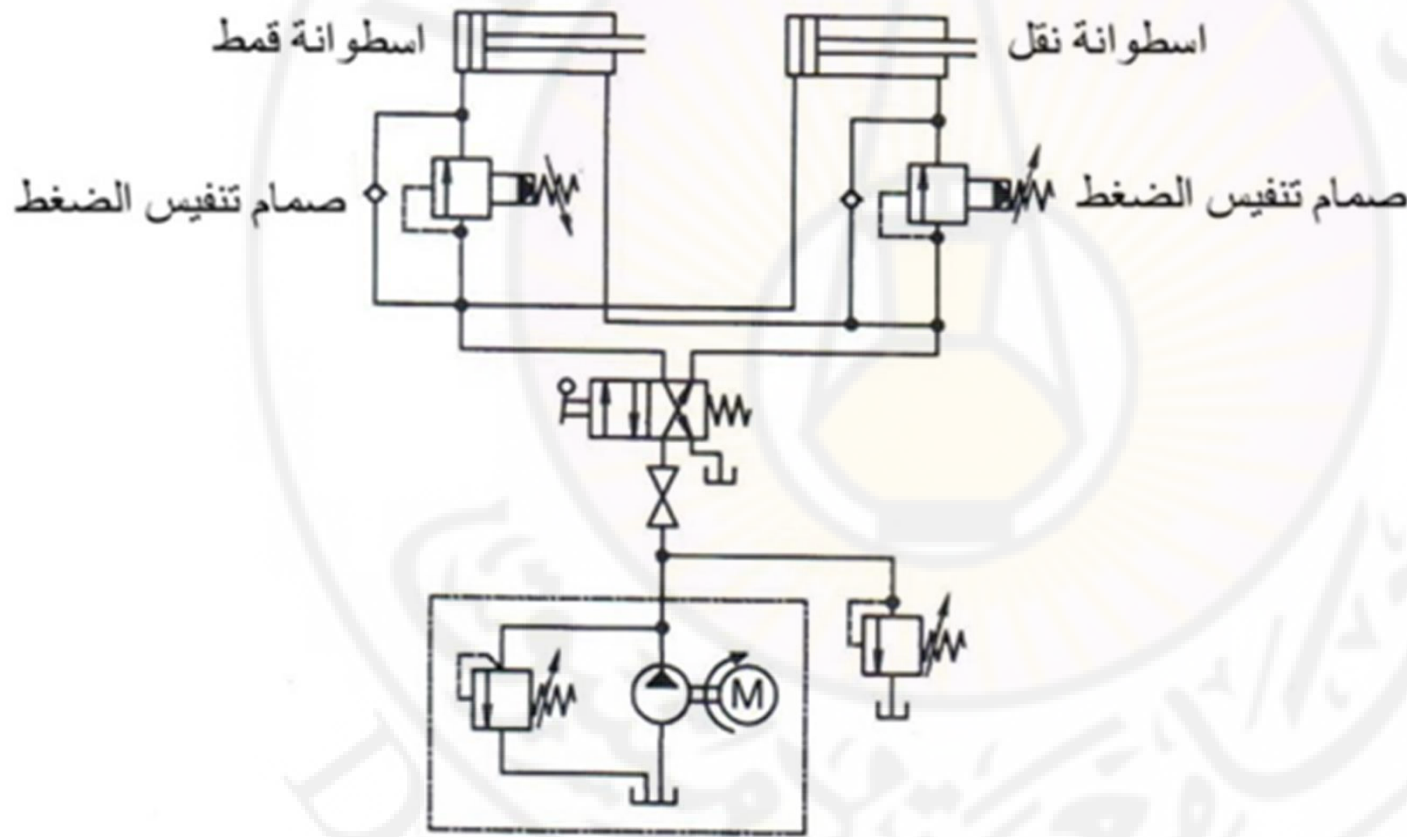
إن وحدة التغذية بالقدرة تغذى بتيار الزيت. ويتم تغيير ضغط العمل الأعظمي من خلال صمام الأمان.

ويستخدم صمام 4/2 كعنصر أخير. في حالة عنصر التحكم الأخير الموضح في الشكل، فإن تيار الزيت يتجه إلى الحجرة اليمنى للأسطوانة ثنائية التأثير. إن الزيت في الحجرة اليسرى يخرج ويضخ من خلال عنصر التحكم الأخير إلى خزان الزيت.

وعند تحريض عنصر التحكم الأخير، فإن السائل يسير إلى الحجرة اليسرى ويتمدد محور المكبس إلى الخارج. في العملية فإن السائل الموجود في الحجرة اليمنى للأسطوانة يتدفق من خلال الصمام 2/2 عبر الخانق للتدفق ومنه إلى عنصر التحكم الأخير ومن ثم إلى خزان الزيت (تقدم سريع). وإذا حرضت سكة التحكم الذراع الدحرجي على الصمام 2/2، فإن التدفق في الصمام 2/2 يتوقف. الآن، ويوجه الزيت من خلال صمام التحكم بالتدفق إلى الخزان. وصمام التحكم بالتدفق ينظم تدفق الزيت عند المخرج. إن معدل التدفق للزيت وبالتالي سرعة المكبس (التغذية) يمكن تحديدها بوساطة صمام التحكم بالتدفق. وإذا عكسنا عنصر التحكم الأخير ثانياً فإن تيار الزيت غير المخنوق يتدفق بحرية عبر صمام عدم الرجوع إلى الحجرة اليمنى للأسطوانة.

ب- التحكم بالضغط بشكل متتابع:

إن التحكم بالضغط بشكل متتابع مثال على كيفية التحكم بنظام ذي أسطوانتين ويمكن أن يتم بواسطة عناصر هيدروليكية بحتة

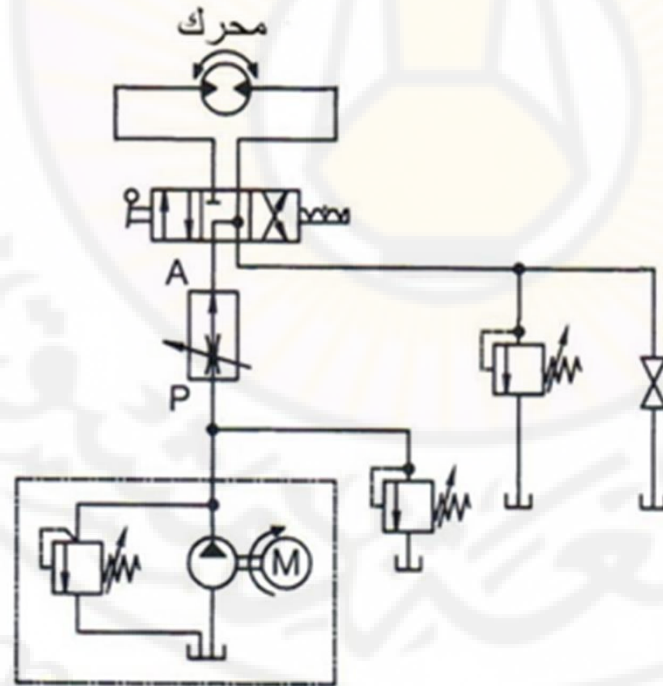


التحكم بالضغط بشكل متتابع

ج- التحكم بسرعة أو اتجاه دوران المحرك الهيدروليكي:

- أسلوب عمل الدارة:

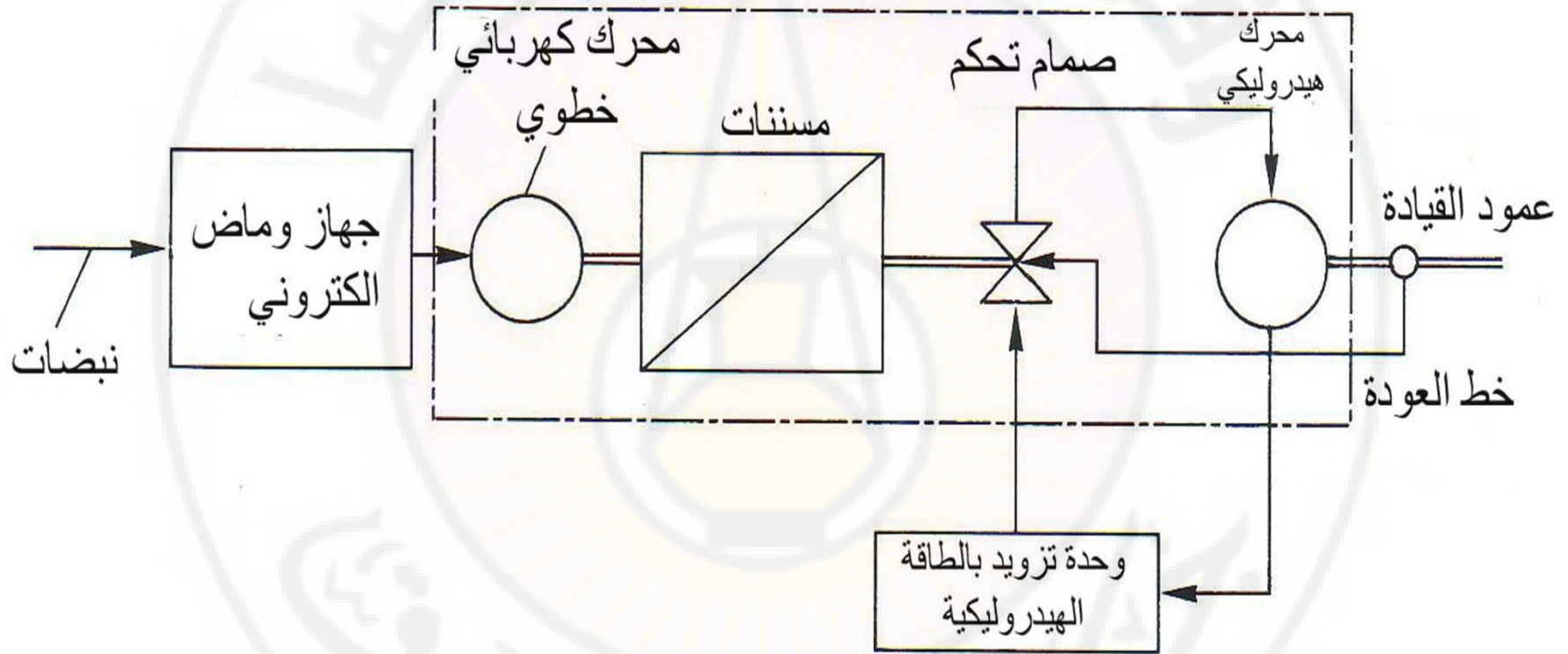
كما في الدارات الأخرى، فإن ما يميزها هو وحدة التزويد بالقدرة وصمام الأمان لتحديد ضغط العمل الأعظمي. إن صمام $4/3$ يستخدم كعنصر تحكم أخير. إذا حركنا عنصر التحكم الأخير نحو اليمين، فإن الزيت يتدفق عبر صمام التحكم بالتدفق وعنصر التحكم الأخير إلى الحجرة اليسرى من المحرك. المحرك يدور بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة بالسرعة المحددة بواسطة صمام التحكم بالتدفق (الخانق).



التحكم بسرعة المحرك الهيدروليكي ودورانه واتجاهه

المحرك الخطوي الكهروهيدروليكي:

المحرك الخطوي الكهروهيدروليكي **يجمع بين** المحرك الخطوي الكهربائي والمحرك الهيدروليكي. وهو يستخدم في محركات القدرة العالية في آلات NC/CNC لقطع المعادن.



مبدأ عمل محرك خطوي كهروهيدروليكي

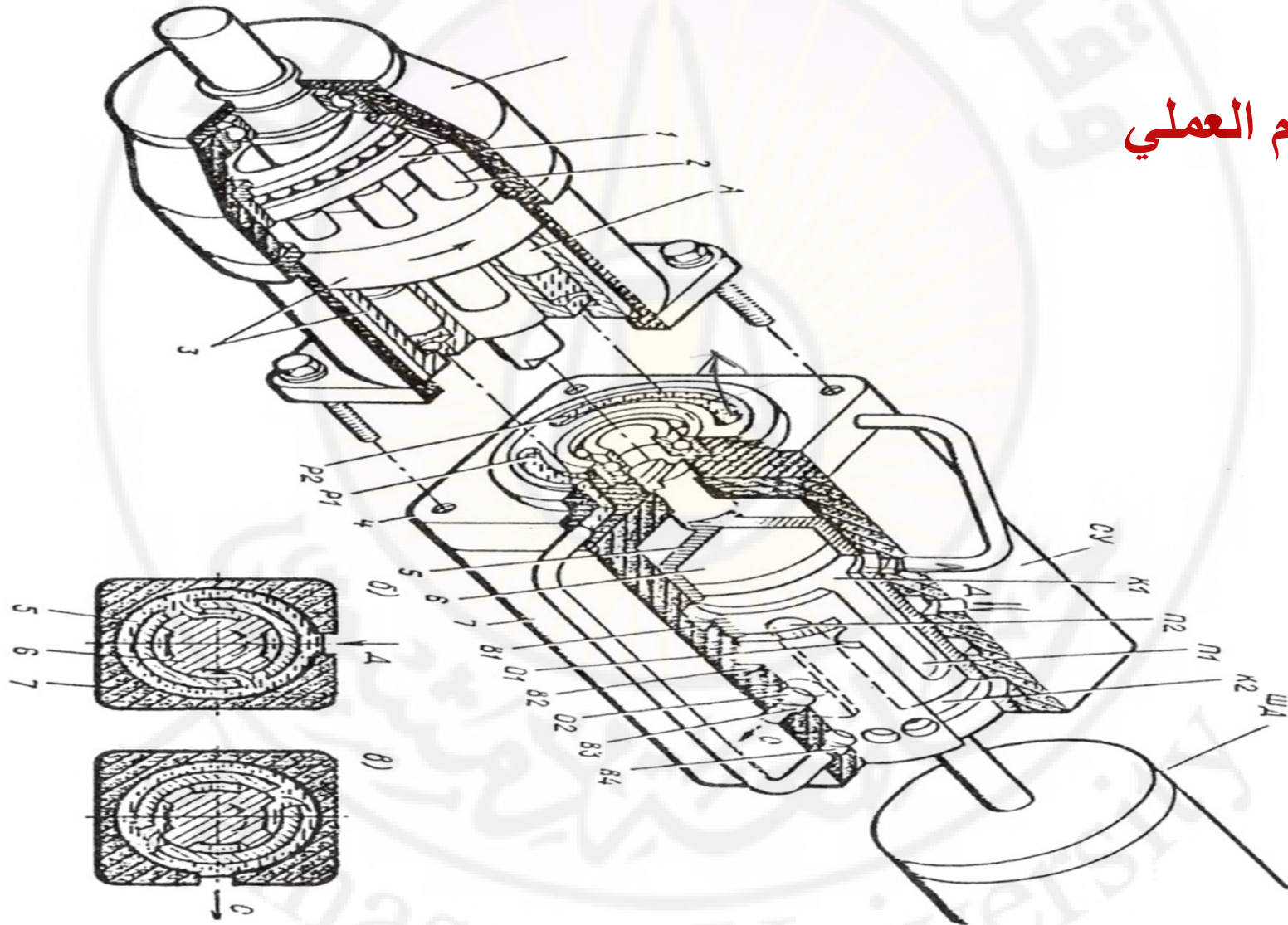
إن **المحرك الخطوي الكهربائي** يحرك **صمام تحكم هيدروليكي** من خلال **مسنن**. وعندما يتحرك **صمام التحكم**، فإن **تيار الزيت إلى المحرك الهيدروليكي** والذي قد يزود إليه مثلاً بشكل **محوري يبدأ بالتدفق**، والمحرك الهيدروليكي هو محرك القدرة الحقيقي.

وبالنظر إلى أن المحركات الكهربائية الخطوية لاتعطي استطاعة كبيرة، فإن مهمة تضخيم عزم الدوران يتولاها هنا مضخم هيدروليكي. ويضخم العزم الدوار هنا على حساب استخدام طاقة تيار الزيت من المضخة. وتستخدم في الآلات المبرمجة رقمياً مضخات العزم الهيدروليكية مع المحركات الكهربائية الخطوية ومع المحرك الهيدروليكي ذي العزم الكبير وعزم العطالة الصغير.



مضخم العزم الكهروهيدروليكي الخطوي:

القسم العملي



يعد المضخم الهيدروليكي محركاً هيدروليكيّاً أسطوانياً محورياً ذا تحكم تتبعي. والذي يحقق زيادة عزم الدوران، المتولد عن محرك خطوي.

في الجزء الدوار 3 للمحرك الهيدروليكي تتوضع مكابس 2 تستطيع الحركة باتجاه محاورها. وتحت ضغط الزيت الداخل إلى المحرك الهيدروليكي عبر الشق نصف الدائري p_1 للموزع 4. أما المكابس 2 فتستند ضاغطة على الحلقة 1 في المضجع الكروي الاستنادي. الحلقة متوضعة بشكل مائل، والمحاور تنزلق على المستوى المائل الناتج عن المضجع مسببين دوران محور الدوار بالاتجاه المبين على الشكل بالسهم. وعندما يشغل المحور الوضعية (a) فإن تدفق الزيت إليه ينطلق من الحجرة عبر الفتحة نصف الدائرية للموزع p_2 إلى الخزان وبهذا الشكل فإن كل مكبس يقوم بشوط عمل خلال نصف دورة، وفي النصف الثاني يقوم بشوط الراحة.

ولعكس اتجاه الدوران يضخ الزيت عبر المجرى p_2 ويخرج عبر المجرى p_1 ثم إلى الفتحة C ومنها إلى الخزان. ويتم التحكم بتيار الزيت بوساطة جهاز تتبع مقاد من قبل المحرك الخطوي. حيث يتصل محور المحرك مع إصبع (بلونجر) جهاز التتبع 6 حيث يوجد على الإصبع قنوات دائرية K_1 و K_2 وقنوات مستقيمة Π_1 و Π_2 والتي تغذي عبر فتحة الدخول من المضخة Д، والأصبع موضوع في فجوة 5 على شكل كأس متصلة مع محور المضخم الهيدروليكي عن طريق فرزة على شكل رأس البرغي المستقيم.

الجلبة 5 متعشقة بالهيكل 7 الحاوي على قنوات B_4 و B_3 و B_2 و B_1 ، حيث يضخ الزيت إلى القناة (الفتحة) B_2 عن طريق القناة تحت الضغط. الفتحة B_3 تستخدم لضخ الزيت إلى الخزان (القناة C) الفتحات B_1 و B_4 متصلة مع الموزع 4 بقنوات. في الوضعية الموضحة فإن الإصبع 6 يمنع وصول الزيت إلى المضخم الهيدروليكي، وبالتالي فهو لا يعمل.

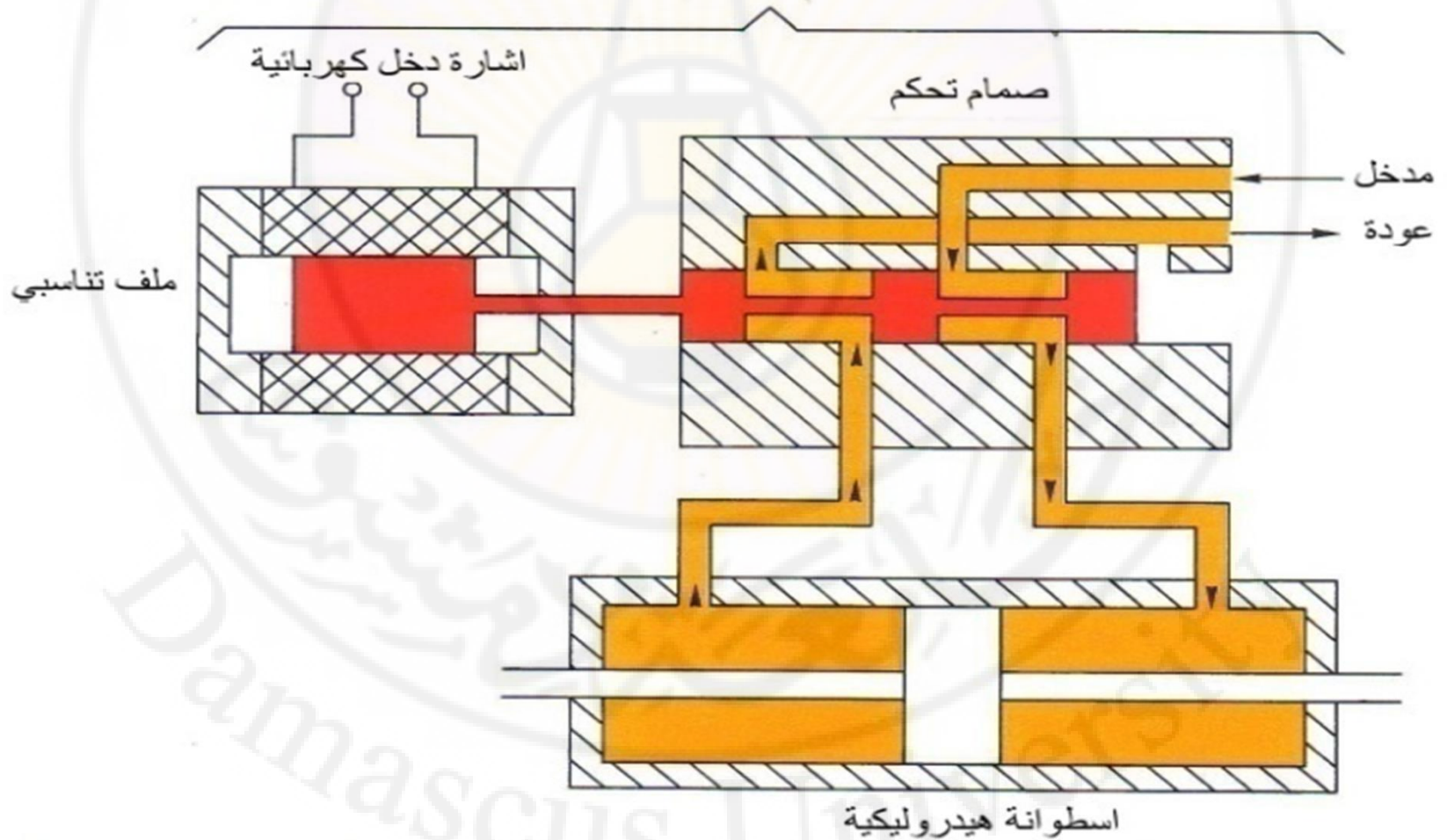
ولكن بتدوير الإصبع 6 بزاوية غير كبيرة فإن هذا يسمح للزيت القادم من المضخة الهيدروليكية عبر القناة، الواقعة على القناة الدائرية لهيكل جهاز التتبع ومن الثقب 01 في الجلبة 5 يدخل إلى القناة π_1 في الإصبع وبعدها عبر القنوات K_1 و B_1 والموزع 4 إلى دوار المضخم الهيدروليكي مدوراً إياه بذلك الاتجاه الذي يدور به الإصبع. الزيت المطروح باتجاه الخزان من المضخم الهيدروليكي يمر عبر القناة الحلقية B_4 ، والمجرى π_2 في الإصبع، ثم الثقب 02 في الجلبة 5، إلى القناة B_3 والقناة C فإذا دار الإصبع، بشكل مستمر وبمساعدة المحرك الخطوي، فإنه في الوقت نفسه (بالحاق به) سيدور الجزء الدوار من المضخم الهيدروليكي، ومعه لولب قيادة محرك التغذية تاركاً الإصبع ليغلق ثقب الجلبة، وحركة تيارات الزيت ستتوقف ويتوقف الجزء الدوار من المضخم الهيدروليكي على الفور. ولعكس اتجاه دوران المضخم الهيدروليكي فإنه يكفي أن نقلب اتجاه دوران المحرك الخطوي، وبالتالي يتغير اتجاه تدفق تيارات الزيت في جهاز التتبع إلى الاتجاه المعاكس.

التحكم بالأسطوانة الهيدروليكية بواسطة صمام تناسبي:

إن الصمام التناسبي هو مثال ممتاز للاستفادة من تهجين الأنظمة والتي تنتج من الدمج بين عدة تقنيات.

باستخدام هذا الصمام يمكن التحكم بدقة عالية بقوى هيدروليكية في خلال عدة أجزاء من الملي ثانية.

صمام تناسبي



ويتألف الصمام التناسبي من **صمام تحكم** ونظام يمكنه تنفيذ ما يلي: إن **معدل التدفق الحجمي عند مخرج الصمام يمكن أن يعدل حسب التيار الكهربائي لإشارة الدخل.**

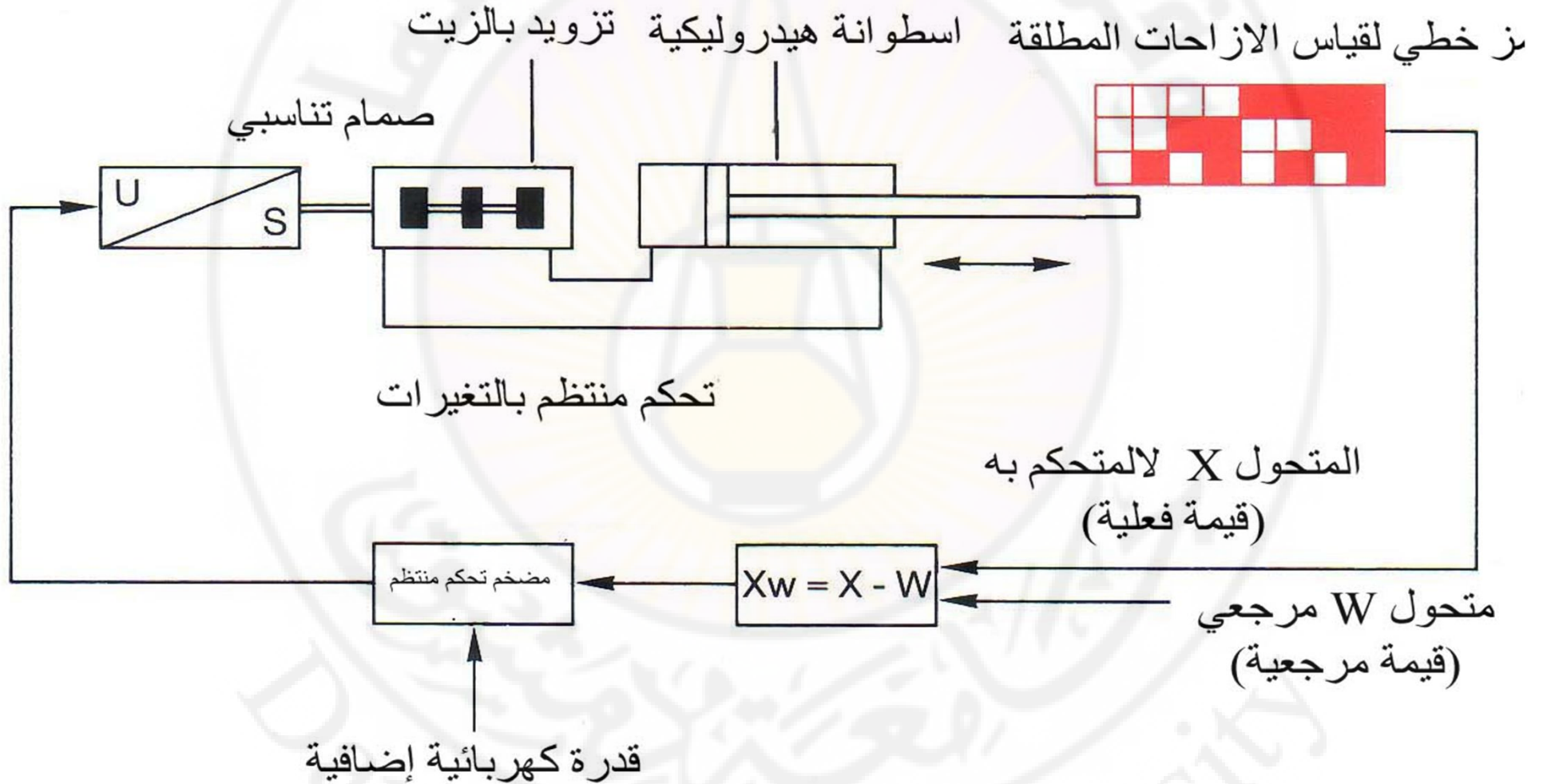
في المثال **تحرّض الوشيعية التناسبية** بوساطة **دارة إلكترونية**، تمثل **المضخم التناسبي**. إن **الوشيعية التناسبية** تحرك **مكبس التحكم إلى اليمين أو اليسار عبر ملف الوشيعية وفقاً لشدة التيار**. في حالة الحركة إلى اليمين، فإن **مكبس التحكم للصمام يغلق قناة العودة اليسارية ويفتح القناة اليمينية**. وهذا يسبب تدفق الزيت إلى **أسطوانة القدرة الهيدروليكية لتتحرك**.

يتدفق الزيت إلى **الحجرة اليسارية للأسطوانة عبر الصمام ويغادر من الحجرة اليمنى**. والمكبس يتحرك نحو اليمين.

عندما يتحرك **مكبس التحكم نحو اليسار**، فإن **محور أسطوانة القدرة يتحرك بشكل مشابه نحو اليسار** إن تدفق تيار الزيت المتحكم به يتناسب في معدل التدفق والاتجاه مع تيار التحكم الكهربائي.

جهاز التوضع الهيدروليكي التناسبي:

إن مبدأ جهاز التوضع الذي يعتمد على استخدام صمام كهرهيدروليكي تناسبي.



مبدأ عمل دائرة تحكم كهرهيدروليكي بالتوضع

إن النظام يشكل **دائرة تحكم مغلقة**. إن جهاز الترميز الخطي الرقمي
للإزاحات المطلقة يحدد تيار وضعية مكبس القدرة، وكما هو
معروف عند دراسة فصل الحساسات. **القيمة المقاسة** (القيمة
الحقيقية) **والقيمة المطلوب تحقيقها** (قيمة مرجعية) تغذى إلى
الحاسوب الذي يحسب الفرق بين هاتين القيمتين.

فإذا **تطابقت** القيمة المرجعية والقيمة الحقيقية، فإنه عندئذٍ لا يتحرك
مكبس القدرة لأنه لا حاجة لذلك، وهو في الوضعية الصحيحة.
وعندما يوجد فرق بين القيمة المرجعية والقيمة الفعلية
(فرق التحكم XW ذو قيمة < 0)،

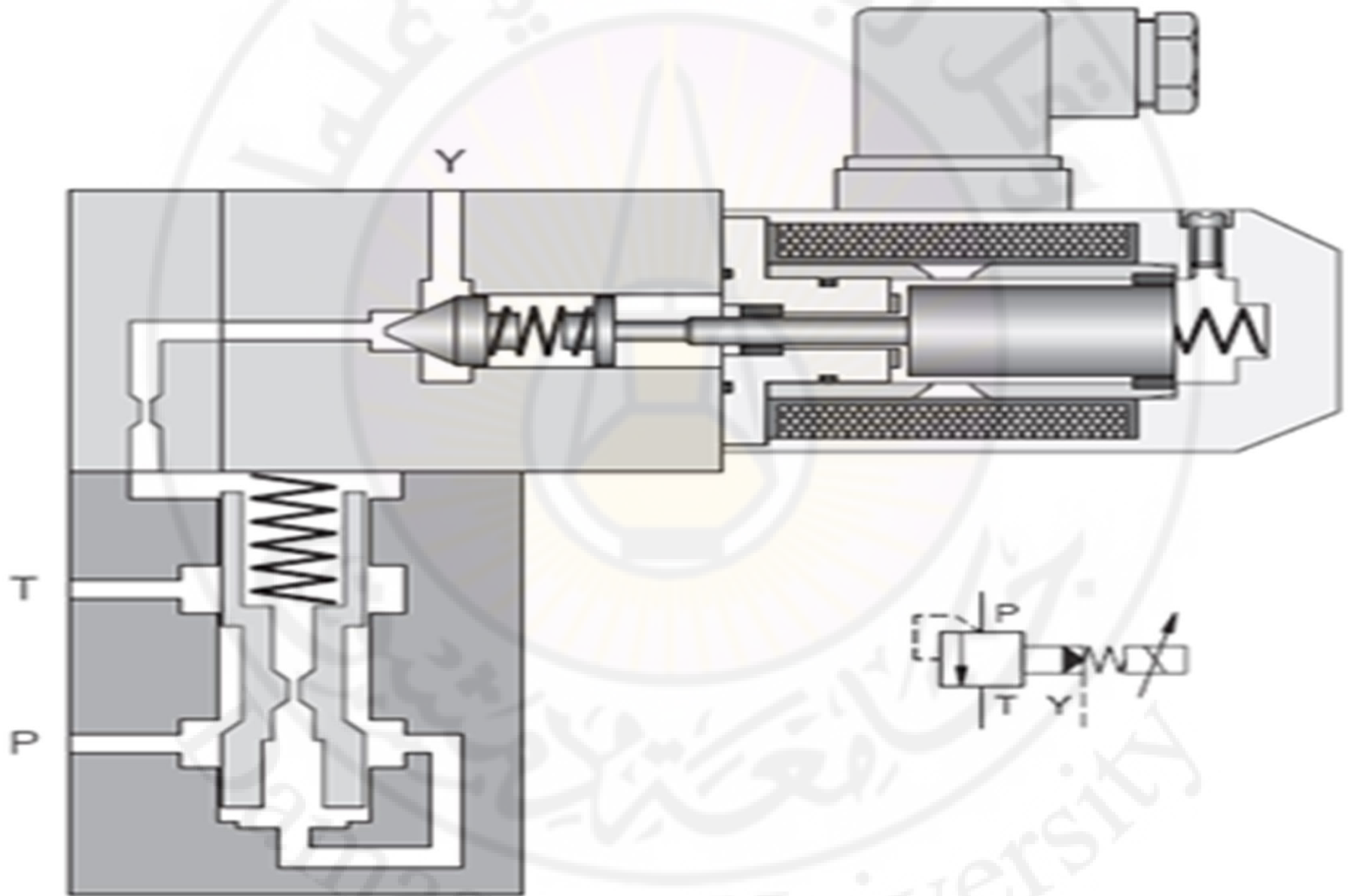
فإنه يجب القيام بضبط يعتمد على الإشارة الرياضية قبل الفرق. إن
مضخم الضبط يولد إشارة تحكم للصمام التناسبي توافق قيمة
الانحراف.

إن مكبس صمام التحكم يتحرك نتيجة تدفق الزيت من خلال صمام وأسطوانة القدرة. وحركة أسطوانة القدرة باتجاه القيمة المرجعية بالتدريج تؤدي إلى تقليل الانحراف حتى وصولها في النهاية إلى الصفر. إن الإشارة الكهربائية من مضخم التحكم إلى الصمام التناسبي تشابه في وصولها إلى الصفر حركة أسطوانة القدرة. وتيار تدفق الزيت ومكبس القدرة يتحركان إلى نقطة التوازن. فقط تعديل القيمة المرجعية أو التغير في القيمة الفعلية ينتجان بسبب الاضطراب (مثلاً تغير الحمل) مما يؤدي إلى تجدد الانحراف والضبط الموافق له.

إذا أردنا المحافظة على التوضع، فإنه تحدث حركة تذبذبية لمكبس الصمام بشكل مستمر. والحركة «للأمام» و «للخلف» المستمرة للمكبس والتي تقع ضمن مجال الميكروونات لتوازن الخطأ ذي المصدر الخارجي (مثلاً تذبذب قوى القطع، تغيرات الطول بسبب تغيرات درجة الحرارة) وذي المصدر الداخلي (مثلاً التسرب).

إن الخطأ الأعظمي في هذا التوضع هو بحدود 0,01 مم.

صمام تحرير الضغط التناسبي المفعّل اتجاهياً:



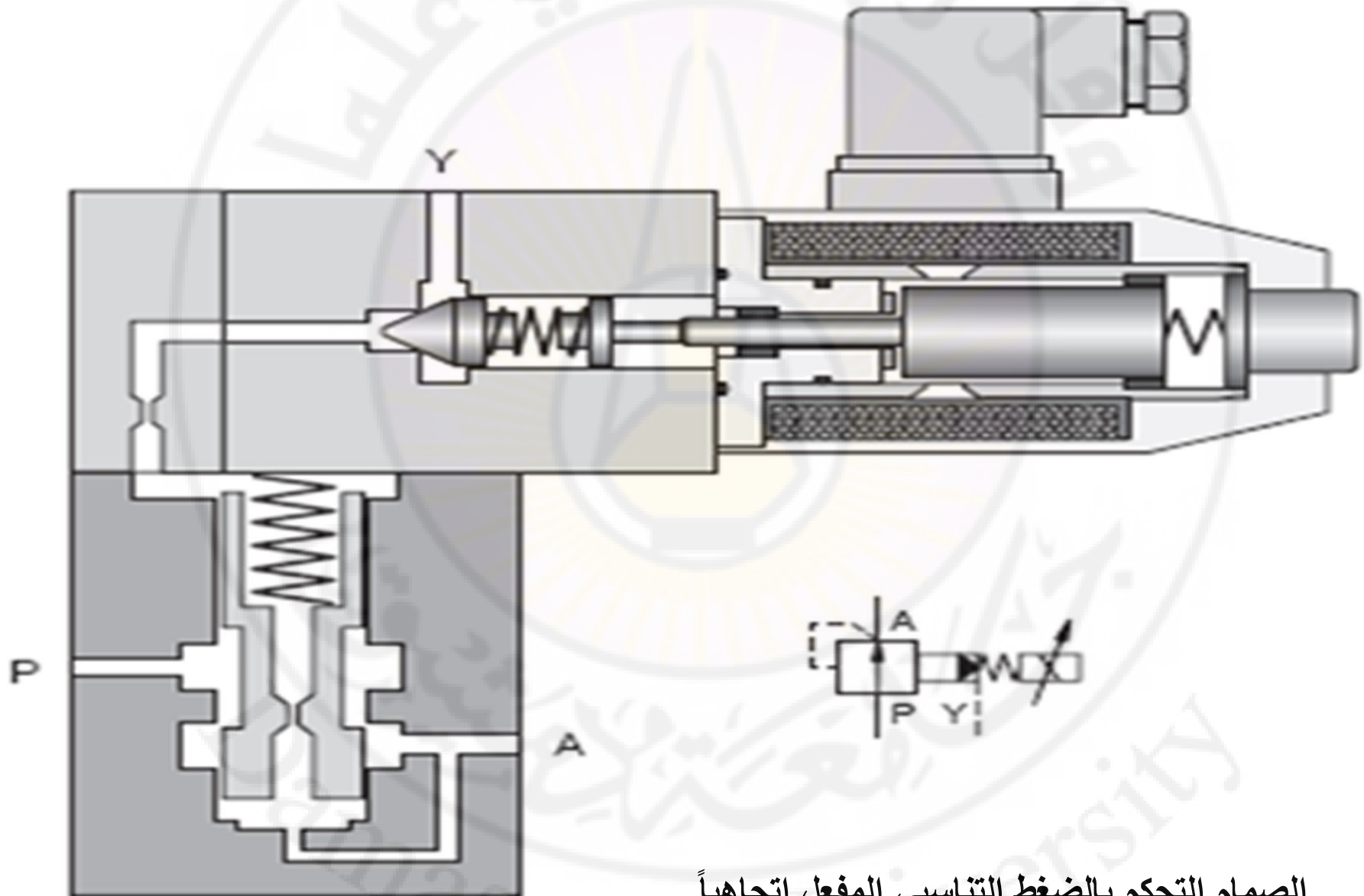
صمام تحرير ضغط ذي صمام طيار مفعّل اتجاهياً يتألف من مرحلة أولية بصمام دليل ومرحلة أساسية بقلب تحكم متحرك.

يؤثر الضغط في المنفذ P على مخروط التحكم بواسطة ثقب في قلب التحكم المتحرك. يبذل الملف الكهربائي التناسبي قوة كهربائية مضادة قابلة للعتبار.

تبقى المرحلة الأولية مغلقة، إذا كانت قوة الملف الكهربائي التناسبي أكبر من القوة المنتجة بواسطة الضغط على المنفذ P. يحمل النابض قلب التحكم المتحرك للمرحلة الأساسية على البقاء في الوضع السفلي، والتدفق يكون صفر (معدوم).

إذا كانت القوة المبذولة من الضغط تتجاوز قوة القفل لمخروط التحكم القائد، عندها فإنه يفتح. معدل التدفق المخفض تذهب إلى الخزان عائداً من المنفذ P بواسطة Y. يسبب التدفق هبوط الضغط بواسطة التحكم بالتدفق ضمن قلب التحكم المتحرك، والذي وفقاً له فإن الضغط في الطرف العلوي لقلب التحكم المتحرك يصبح أقل من الضغط على الطرف السفلي. يسبب الضغط التفاضلي قوة ناتجة. يتحرك قلب التحكم المتحرك باتجاه الأعلى حتى يعادل قوة نابض الإعادة هذه القوة. حافة التحكم للمرحلة الأساسية تفتح ولذلك فإن المنفذ P والخزان T يتصلان. ينصرف سائل الضغط إلى الخزان عبر المنفذ T.

صمام التحكم بالضغط التناسبي المفاعل اتجاهياً:



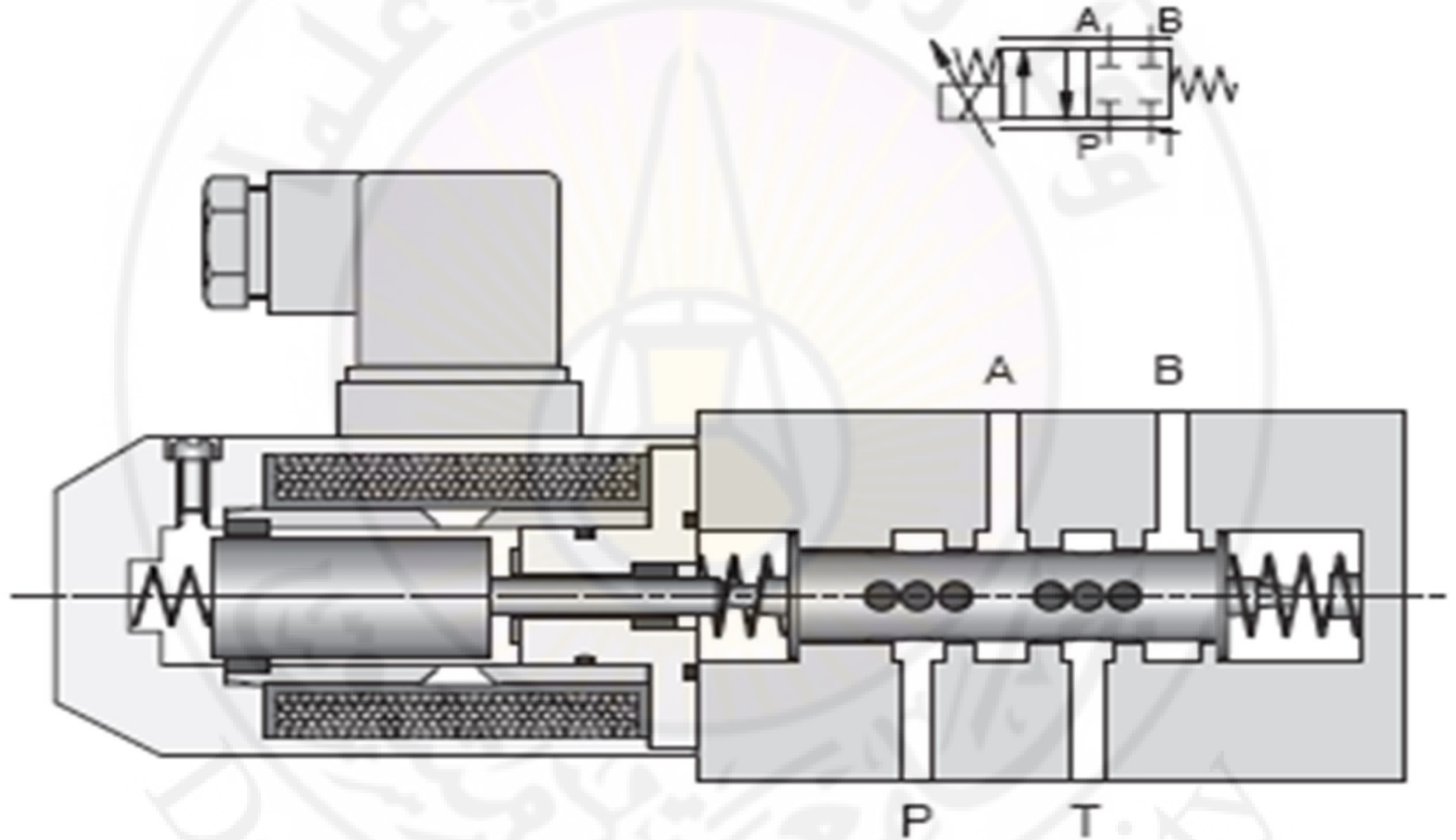
الصمام التحكم بالضغط التناسبي المفعول اتجاهياً

صمام التحكم بالضغط ذا منفذين مفعّل بصمام طيار. مرحلة التحكم الطيار تؤثر على شكل صمام دليلي والمرحلة الرئيسية على شكل قلب تحكم متحرك. يؤثر الضغط في منفذ المستهلك A على مخروط التحكم الاتجاهي عن طريق ثقب في قلب التحكم المتحرك. ويتم تأمين القوة المضادة بواسطة الملف الكهربائي التناسبي.

إذا كان الضغط في المنفذ A أقل من القيمة المضبوطة مسبقاً، فإن التحكم الاتجاهي يبقى مغلقاً. ويبقى الضغط على طرفي قلب التحكم المتحرك متماثل. ويضغط النابض على قلب التحكم المتحرك للأسفل وحافة التحكم للمرحلة الأساسية تكون مفتوحة. ويكون سائل الضغط قادراً على أن يجتاز بشكل حر من المنفذ P إلى المنفذ A.

إذا تجاوز الضغط في المنفذ A القيمة المضبوطة مسبقاً، فإن مخروط التحكم يفتح ولذلك يمر التدفق ليُعبّر إلى المنفذ Y ويهبط الضغط من خلال التحكم بالتدفق عبر قلب التحكم المتحرك. وتنخفض القوة على الطرف العلوي لقلب التحكم المتحرك ويتحرك للأعلى. ويقل المقطع العرضي للفتحة. وكنتيجة لذلك، فإن مقاومة التدفق لحافة التحكم بين المنفذ P والمنفذ A تزداد. وينخفض الضغط في المنفذ A.

صمام التحكم بالتدفق التناسبي:



صمام حصر تناسبي مفعّل مباشرة دون تحكم بالموقع

في حالة صمام التحكم بالتدفق التناسبي في النظام الهيدروليكي، فإنه يتم ضبط المقطع العرضي لمولد النبضات الكهربائي تبعاً لتغيير معدل التدفق. إن صمام التحكم بالتدفق التناسبي مبني بشكل مشابه لصمام التحكم 2/2 أو لصمام 4/2.

بتفعيل صمام التحكم بالتدفق مباشرة، فإن الملف الكهربائي يؤثر مباشرة على قلب التحكم المتحرك.

بتخفيض التيار المار خلال الملف الكهربائي التناسبي، فإن كلا من حافتي التحكم تغلقان.

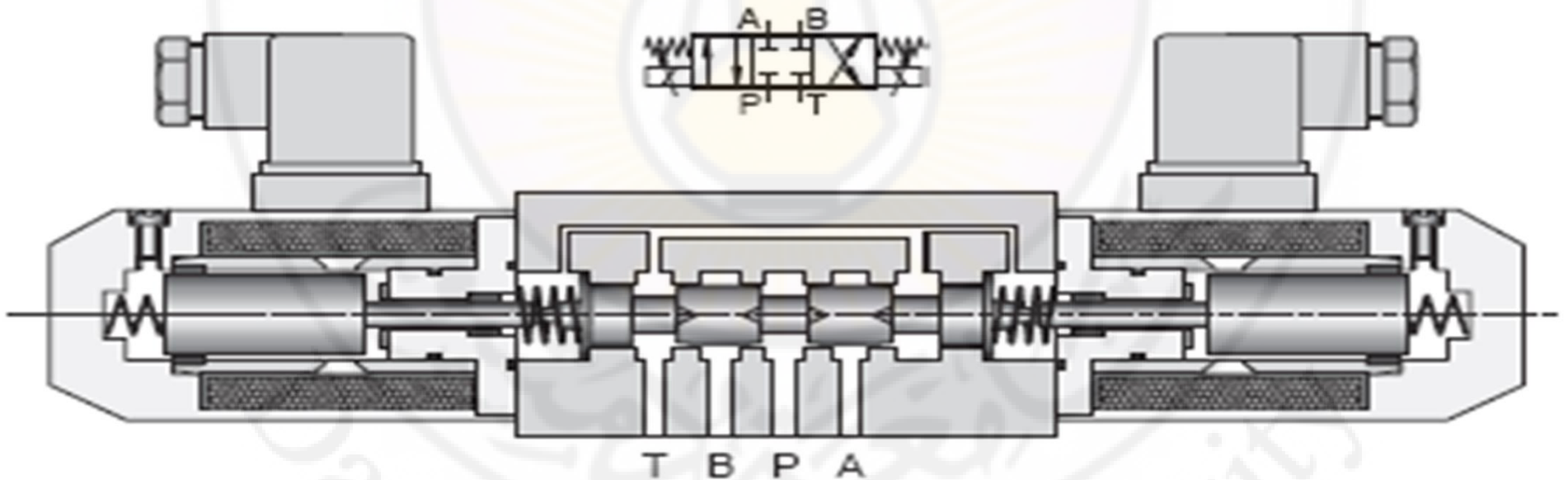
كلما ازداد التيار الكهربائي المار خلال الملف الكهربائي التناسبي، كلما كبرت القوة المؤثرة على قلب التحكم المتحرك. لذا تتحرك الدحرجة إلى اليمين وتفتح حواف التحكم.

التيار المار خلال الملف الكهربائي وانحراف قلب التحكم المتحرك متناسبان مع بعضهما.

صمام التحكم بالاتجاه التناسبي المفعّل مباشرة:

إن صمام التحكم بالاتجاه التناسبي يشبه صمام التبديل 4/3 في التصميم ويضم وظيفتين:

- تحكم بالتدفق قابل للمعايرة كهربائياً (نفس صمام التحكم بالتدفق التناسبي).
- وصل كل منفذ استهلاك إما مع P أو مع T (نفس صمام التبديل 4/3).



صمام التحكم بالاتجاه التناسبي المفعّل مباشرة دون تحكم بالموقع

إذا كانت الإشارة الكهربائية تساوي الصفر، فإن كلاً من الملفين الكهربائيين يكونان مفصولين ويكون قلب التحكم المتحرك متمركزاً بواسطة النوابض. وحواف كلها التحكم تكون مغلقة.

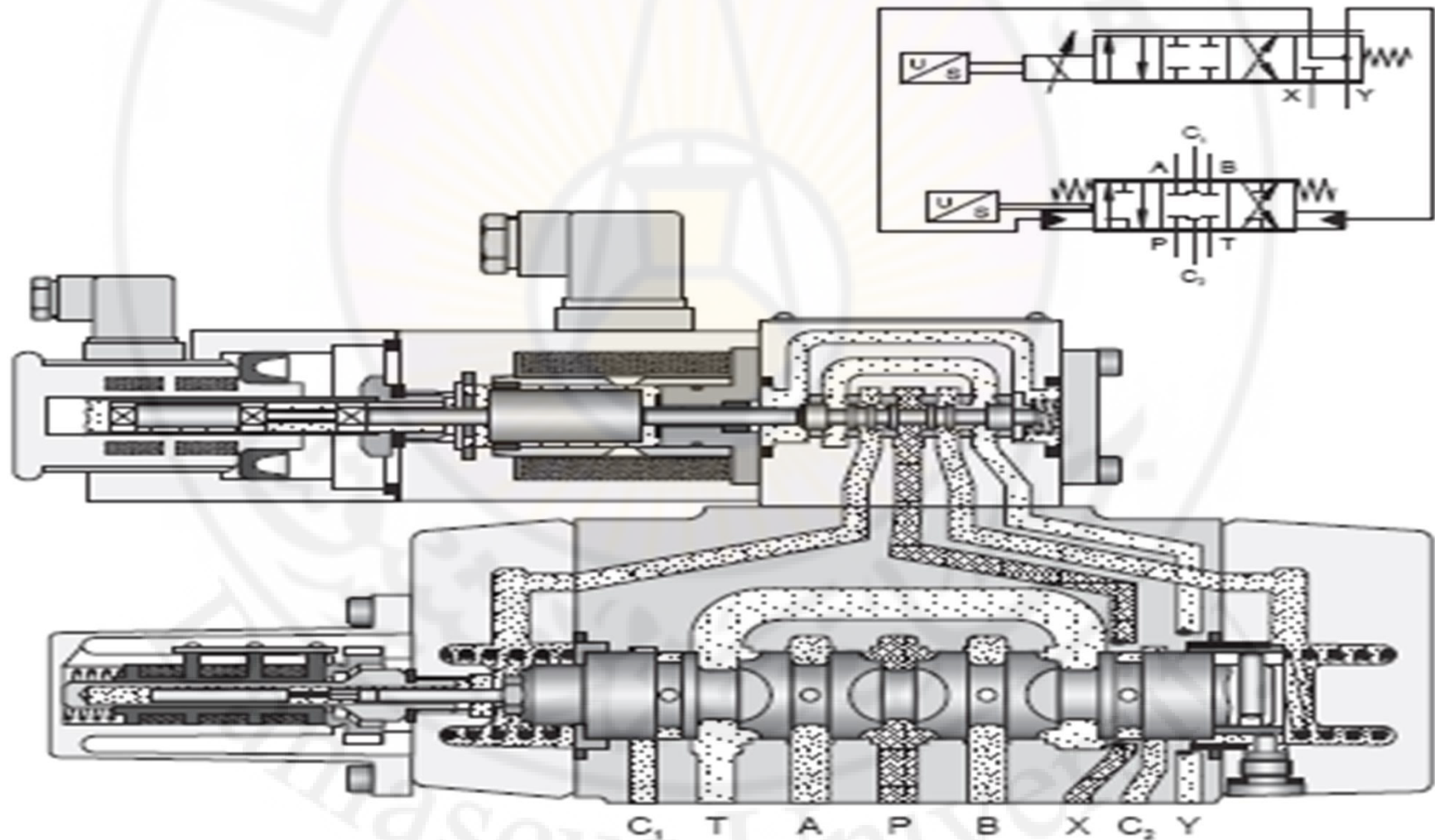
إذا تم تفعيل الصمام بفولتاج سلبي، فإن التيار يتدفق خلال الملف الكهربائي من الطرف اليميني، ينتقل قلب التحكم المتحرك إلى اليسار. والمنافذ P و B تتصل معاً، بالإضافة إلى A و T التي تتصل مع بعضها أيضاً. ويكون التيار المار خلال الملف الكهربائي وانحراف قلب التحكم المتحرك تناسبياً.

وإذا تم تفعيله بفولتاج موجب، فإن التيار يتدفق من خلال الملف الكهربائي من الطرف الأيسر. ويتحرك قلب التحكم المتحرك إلى اليمين. والمنافذ P و A تتصل معاً، بالإضافة إلى B و T التي تتصل مع بعضها أيضاً. وفي هذه الحالة التشغيلية أيضاً، فإن التيار المار خلال الملف الكهربائي وانحراف قلب التحكم المتحرك يكون متناسباً الواحد مع الآخر.

في حالة إخفاق القدرة، يتحرك قلب التحكم المتحرك إلى وضعية المنتصف وبهذا تكون حواف التحكم مغلقة كلها (موقع الأمان عند الإخفاق).

صمام التحكم بالاتجاه التناسبي المفعّل اتجاهياً (السيرفو هيدروليكي):

يظهر الشكل صمام تحكم بالاتجاه تناسبي مفعّل اتجاهياً (سيرفو هيدروليكي). يستخدم الصمام التناسبي 4/3 للتحكم الاتجاهي.



ويستخدم هذا الصمام لتوزيع الضغط على السطوح الأمامية لقلب التحكم المتحرك، والذي وفقا له فإن قلب التحكم المتحرك للمرحلة الأساسية ينحرف وحافة التحكم تفتح. كلتا المرحلتين في الصمام الظاهرتين هنا يتم التحكم بموقعهما للحصول على دقة أكبر.

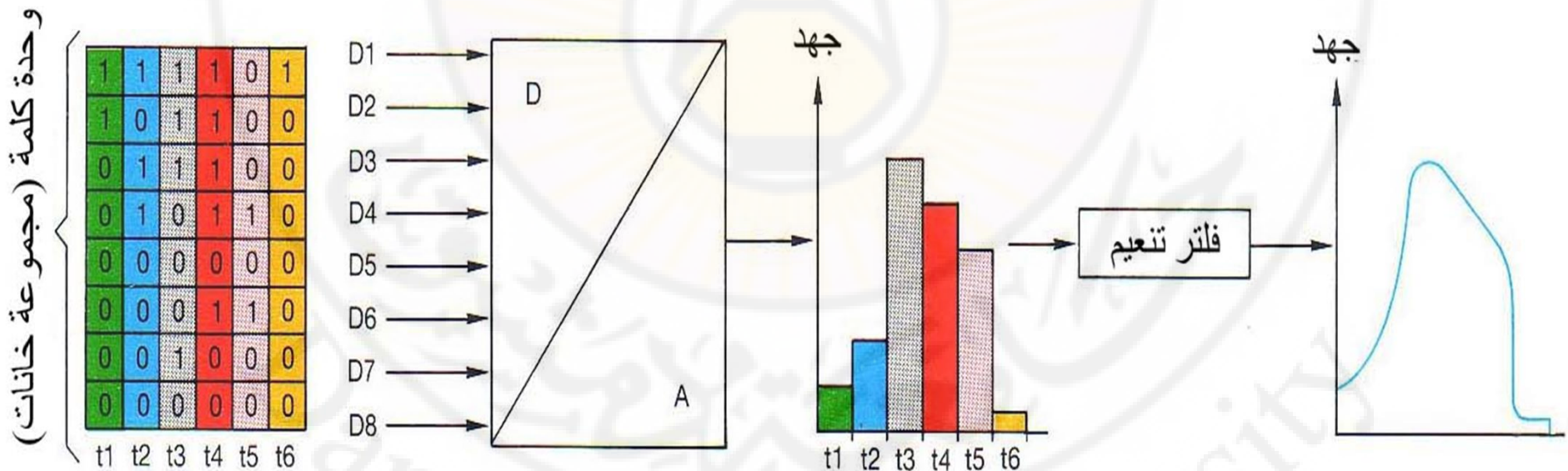
في وقت إخفاق القدرة الهيدروليكية أو الطاقة. فإن قلب التحكم المتحرك للمرحلة الأساسية يتحرك إلى وضعية المنتصف وكل حواف التحكم تغلق (موقع أمان حالة الإخفاق).

ويمكن استخدام منظمي ضغط $3/2$ من أجل التحكم الاتجاهي عوضا عن صمام $4/3$. يتحكم كل صمام ضغط بسطح أمامي واحد لقلب التحكم المتحرك للمرحلة الأساسية.

تحويل الإشارة ونقلها:

من خلال دراسة الحساسات فإن الإشارات تولّد عادة بشكل لا يمكن معالجته أكثر بشكل فوري، ويلزم تحويل للإشارات عندئذٍ. في الجزء من النظام والمتعلق بالموازرة، فإنه يتم على الأغلب **تحويل الإشارات الرقمية إلى إشارات منطقية**.

ومثل هذه المحولات نشير إليها باصطلاح **المحولات الرقمية - التمثيلية أو D/A** كاختصار (Digital/Analogue).



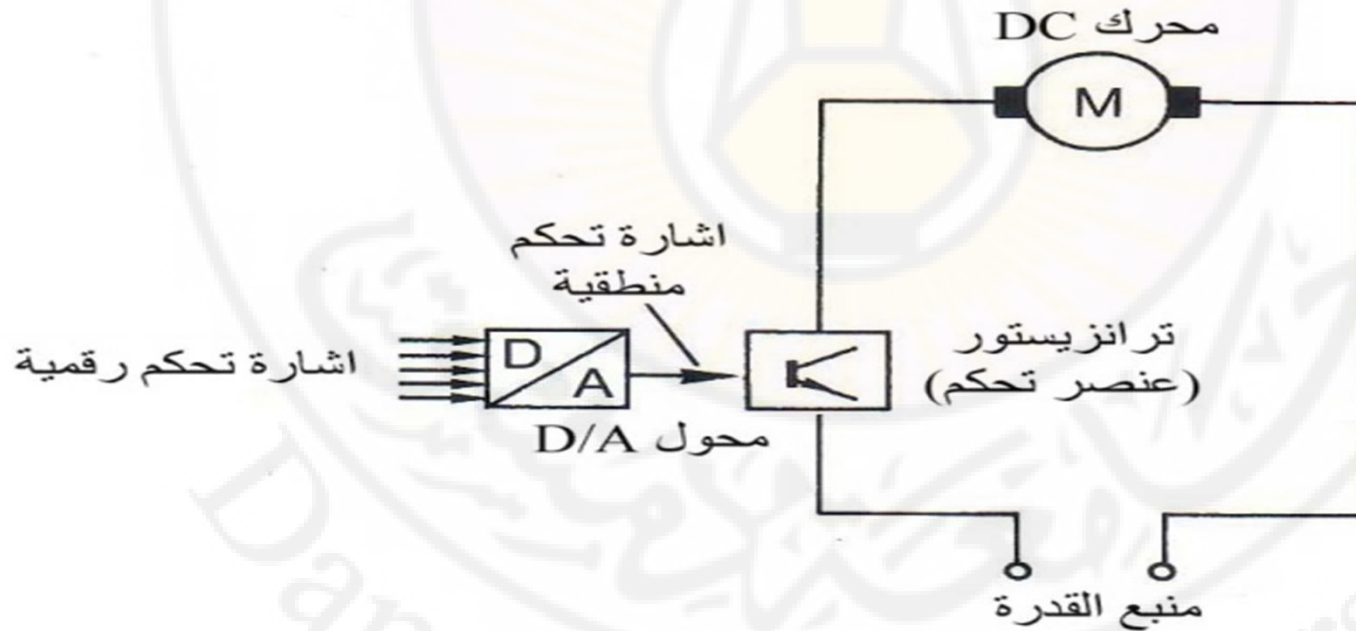
التحويل الرقمي - التمثيلي

الشكل السابق يوضح **محول D/A** ذا ثمانية خانات. 8 خطوط إشارة (D1 - D8) متصلة إلى المدخل. وكل خط مستقل يمكن أن يثبت إما إشارة (1) (يوجد فولتاج) وإما إشارة (0) (لا يوجد فولتاج أو جهد). إن المحول D/A **يقرأ الإشارات** المركبة من 8 خانات مزدوجة (ثنائية) في فترة زمنية قصيرة جداً **ويحولها إلى قيمة جهد موافقة**. هذه القيمة ترسل إلى المخرج. أثناء زمن التحويل فإن المحول D/A غير قادر على قراءة أية مجموعة إشارات أكثر. لهذا فالتعديلات في فترة هذا الزمن غير ممكنة، والخرج يبقى على آخر قيمة محولة. ولهذا يجرى التعاقب الزمني لجهد الخرج. والتعاقب المجزئ للجهد يحول إلى تعاقب مستمر بوساطة فلتر تنعيم محددة.

إن المحولات D/A تتصرف كدارات متكاملة. **والخواص الأكثر أهمية هي عرض الكلمة (عدد خطوط الإشارة عند المدخل) وزمن التحويل.**

مثال تطبيقي: القسم العملي

كما رأينا سابقاً فإن **سرعة المحركات DC** يمكن ضبطها باستخدام **ترانزستورات** كعناصر تحكم أخيرة. إشارة التحكم للترانزستور هي **إشارة تمثيلية**. فإذا تلقى عنصر التحكم الأخير هذا المعطيات من **نظام رقمي**، ويبين الشكل تطبيق نموذجي **لمحول D/A** وهذا ما يحدث عملياً بشكل شائع.



تحويل إشارة تحكم رقمية إلى إشارة تحكم تمثيلية

القسم العملي

إنه من النادر في أنظمة التحكم أن تبنى هذه الأنظمة من أجزاء وعناصر من **تقنية واحدة**. فعلى الأغلب تكون الأنظمة كافة **أنظمة هجينة**، مثلاً مزيج من هندسة الهواء المضغوط والكهرباء /الإلكترونيات، الهندسة الكهربائية والهيدروليكية، ... الخ. وهذا يعني أن الجسور البينية كافة ضمن النظام، يتم فيها **تحويل الإشارة من تقنية إلى أخرى**.

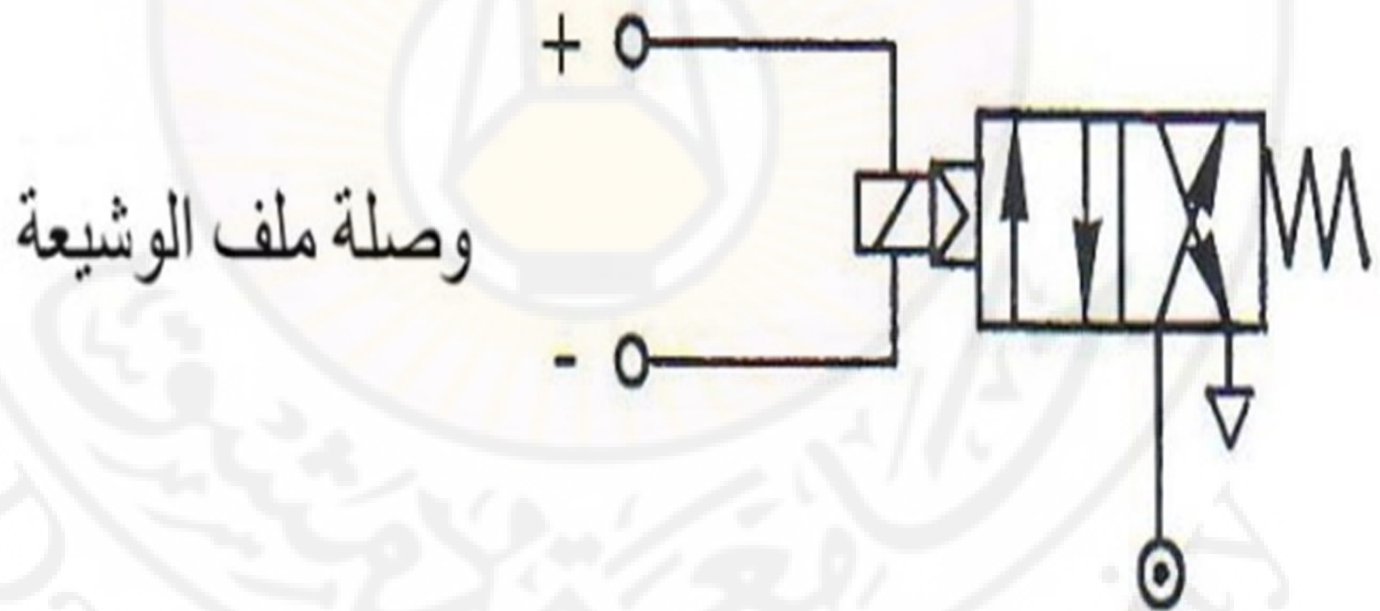
عملياً إن عناصر التحكم الأخيرة (صمامات التحكم بالاتجاه) تحتاج عادة إلى التفاعل مع إشارات التحكم الكهربائية.

الصمامات الهوائية والهيدروليكية ذات التحريض عن طريق الوشيعية مصممة بشكل خاص لهذه الأنواع من التأثيرات. والمبدأ نفسه يستخدم هنا كما هو مستخدم في الحاكمة (الريلية).

إن الوشيعية المحرصة تؤثر كالملف وتعرض ميكترم ضمن الصمام للتغيير من وضعية إلى أخرى. هذا النوع من الصمامات يرمز له بمصطلح الصمام ذي الملف.

القسم العملي

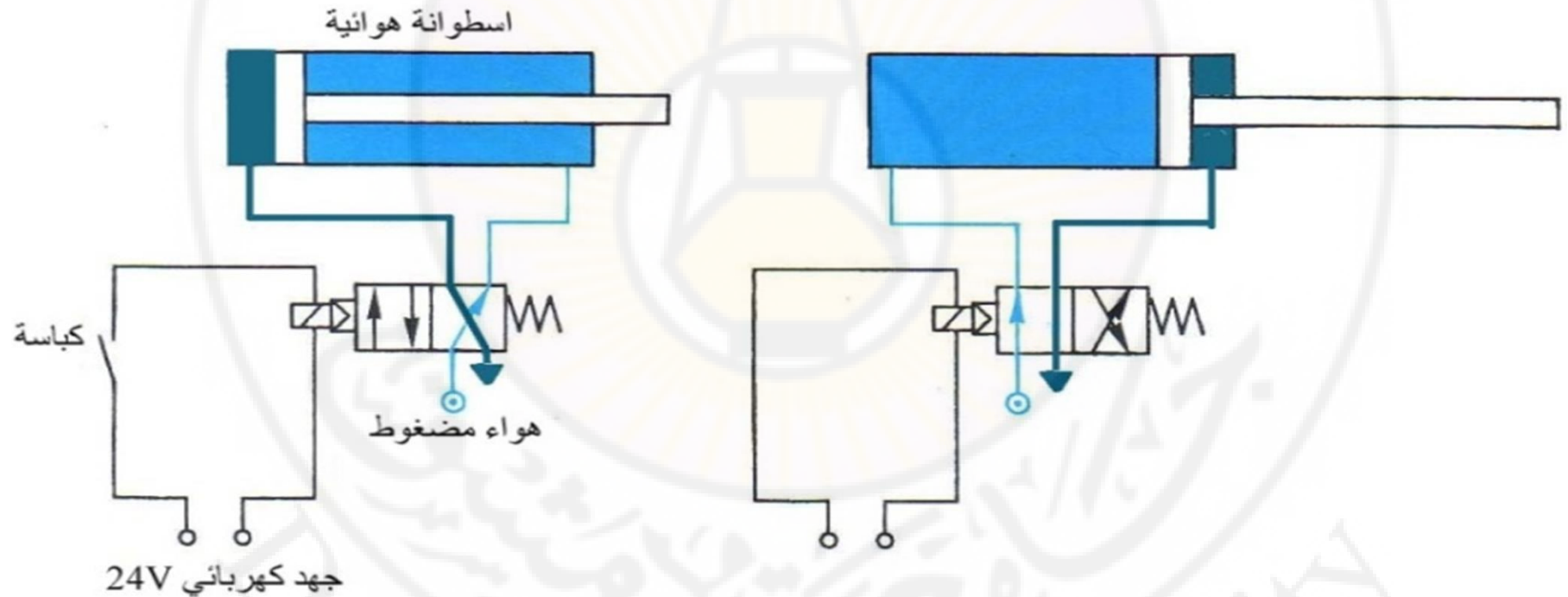
وحيث تُستخدم **الصمامات ذات الملف**، فإننا نتكلم عن **المحولات الكهروهوائية** أو **الكهروهيدروليكية**. والشكل يوضح رمز صمام 4/2 ذي ملف مع نابض إرجاع.



الصمام 4/2 ذو الملف كمحول كهروهوائي

القسم العملي

والشكل يوضح مثلاً مبسطاً على استخدام صمام ذي ملف. إن **الزر** (الكباسة) الكهربائي مثلاً **يحرّض الصمام** مسبباً **حركة الأسطوانة الهوائية** لتقوم بختم المشغولة.



كباسة كهربائية تقوم بتحريض حركة أسطوانة هوائية