الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

قسم هندسة الطاقة الكهربائية

أطروحة دكتوراة في هندسة نظم القدرة الكهربائية لطالب الدراسات العليا

المهندس نبيل وصفي فلوح

بعنوان

تطوير أداء مراكز التنسيق في الشبكة السورية باستخدام نظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع

Development of Dispatching Centers in Syrian Power System by means of Multi Agent System with Distributed Generation

بإشراف

الأستاذ الدكتور المهندس نجيب ورقوزق

المشرف العلمي

العام الدراسي 2024-2025

موافقة لجنة الحكم على طباعة رسالة الدكتوراة

بالإشارة إلى قرار مجلس كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية رقم /287/ تاريخ 2024/10/13 وبعد الرجوع إلى اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادر بالمرسوم الجمهوري رقم /250/ لعام 2006 وقرار مجلس جامعة دمشق رقم /4098 / ص.م تاريخ 28 / 11 / 2017 القاضي بشأن الموافقة على تسجيل رسالة الدكتوراة لطالب الدراسات العليا المهندس نبيل فلوح في هندسة الطاقة الكهربائية-نظم القدرة الكهربائية بعنوان :

تطوير أداء مراكز التنسيق في الشبكة السورية باستخدام نظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع

واستناداً لأحكام المادتين 163 و164 من اللائحة التنفيذية لقانون تنظيم الجامعات الصادرة بالمرسوم الجمهوري رقم /250/ تاريخ 2016/7/10 وقرار مجلس الجامعة رقم 8/1436 تاريخ 2012/2/15 المتضمن إجراءات القيد في الدراسات العليا وتشكيل لجان الحكم واجراءات المناقشة العلنية للرسائل والأطروحات والدفاع عنها ومنح الدرجات العلمية, وقرار مجلس البحث والدراسات العليا رقم /799/ المتخذ في الجلسة رقم /6/ المنعقدة بتاريخ 2024/12/2 القاضي بتشكيل لجنة الحكم على رسالة الدكتوراة في هندسة الطاقة الكهربائية التي أعدها المهندس نبيل فلوح من السادة الأساتذة:

د.مصطفى الحزوري: الأستاذ في قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق	عضواً
د.أبي سلمان: الأستاذ في قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق	عضواً
د.جمال الناصير: الأستاذ في قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق	عضواً
د.غيث ورقوزق: الأستاذ في قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق	عضواً مشرفاً
د.عبد الباسط شرف: الأستاذ المساعد في قسم هندسة الطاقة الكهربائية – جامعة دمشق	عضواً

وبعد أن قامت لجنة الحكم بمناقشة رسالة الدكتوراة التي تقدم بها المهندس نبيل فلوح علنياً في تمام الساعة الحادية عشرة من صباح من يوم الأربعاء الموافق 2025/2/26 فقد قام الباحث بالتعديلات المطلوبة من اللجنة على الرسالة وأصبحت جاهزة للطباعة.

دمشق 14 / 4 /2025

د.مصطفى الحزوري	د.أبي سلمان	د.جمال الناصير	د.غيث ورقوزق	د.عبد الباسط شرف

الإهداء

الي الغائب الحاضر من احمل اسمه بكل فخر

إلى من علمني أن العلم أقوى من السلاح في يد الإنسان

إلى من زرع في الإصرار والتحدي

إلى من وهب روحه ونفسه لأجلنا

والدي الحبيب رحمه الله

الى من كان دعائها سر نجاحي

إلى نبع الحنان والمحبة الذي ارتويت من معينه

إلى من حاكت لنا ثوب السعادة من خيوط آلامها وصبرها

أمي ا لغالية

إلى من أرى الحياة فيهم أنوارا تضيء دروبي

إلى من بقربهم أسعد لحظات حياتي وباجتماعهم يكون هنائي وسروري

إلى من كبرت معهم وأكبر بهم

أخواتي الغاليات: ميادة&بنان&منار&نغم

إلى زوجتي الحبيبة، شريكة حياتي ورفيقة دربي ومؤنستي الغالية

إلى من كانت لي سندًا وعونًا في كل خطوة خطوتها في رحلتي العلمية

إلى من تحملت معي ضغوط الدراسة والعمل، وكانت لي دائمًا النور الذي

يضيء طريقي

نور حياتي

إلى الطفولة التي ملأت عالمي، وأبهجت جوارحي، إلى عيون أولادي الأجمل

إلى من حلّت بركة وجودهم في حياتي، ومن ملأت ضحكاتهم الجميلة عمري

إلى زينة حياتي وبهجتها، إلى الابتسامات التي تغدق عليّ الأمل

إلى من أستمر بالتقدم لأجلهم، إلى أبنائي الذين وثقوا بي على الدوام

مينا&ميشيل

إلى عائلتي الثانية،

إلى من دعموني وشجعوني دائما واعتبروني كابن لهم

إلى من اكتسبت بوجودهم القوة والمحبة

عمي نضال رحمه الله&عمتي كاميليا&زاهي

الى من يسعدهم نجاحي

الى من تمنوا لي مستقبل مشرق

إلى السند والعزوة بالأوقات الصعبة

لبيب&بنان&دانيال&استيفان&مايكل

إلى من عشت معهم أياما لها في قلبي حنين

إلى من منحوني لحظات من السعادة كانت عونا في اجتياز المصاعب

إلى من كان وسيبقى السند الدائم لي في مراحل حياتي

إلى من شاركوني ويشاركوني أحلامي وآمالي

أصدقائي وأقاربي وأساتذتي

كلمة شكر

نتقدم بالشكر إلى جميع أساتذة قسم هندسة الطاقة الكهربائية في كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية الذين بذلو الكثير ومازالو يفيضون علينا من بحر علومهم من أجل تحقيق رسالتهم الأسمى والأغلى، و نخص بالشكر الجزيل:

أ.د.خالد زيدان رحمه الله

أ.د.غيث ورقوزق

الذين تفضلا وأشرفا على عملي هذا وقدما لي المعرفة القيمة ولم يبخلا علي بعملهما أو خبرتهما، فأخذت منها ماستطعت حتى سبقني الزمان فكأنني لم آخذ إلا النذير اليسير من بحر علمهما، فلهما مني كامل الشكر والامتنان.

كما أتقدم بالشكر إلى أعضاء لجنة التحكيم على الملاحظات العلمية القيمة.

وأخيراً شكري وتقديري إلى كل من مد يد العون والمساعدة سواءً كانت بالكلمة المعبرة أو بالنصيحة، لهم مني جزيل شكري و تقديري.

الباحث

الفهرس

الفهرس	I
جدول المصطلحات العلمية	IX
قائمة الجداول	XI
قائمة الأشكال	XIII
الملخص	1
الفصل الأول: الاطار العام للبحث	2
1-1-المقدمة Introduction	3
1-2-مشكلة البحث	3
1-3- تساؤلات البحث Questions:	5
1-4-هدف البحث :	5
1-5- أهمية موضوع البحث ومبرراته:	6
1-6-الدراسة المرجعية Background Review	6
1-6-1- مراكز التنسيق: الماضي والحاضر والمستقبل	6
1-6-2- استخدام النظام متعدد العملاء كحل لإدارة نظام التوزيع بوجود التوليد الموزع	7
1-6-3- تحكم ذكي بشبكة موزعة صغيرة باستخدام النظام متعدد العملاء	8
1-6-4- هيكلية نظام متعدد العملاء لتشغيل الشبكة الذكية	8
1-6-5- تحكم ذكي بشبكة صغيرة باستخدام نظام العملاء المتعددين	9

1-6-6- تصميم وتطبيق النظام متعدد العملاء في شبكة موزعة ذكية 10

1-6-7- النظام متعدد العملاء وتطبيقاته 11

1-6-8- طرق لتطوير نظام العملاءالمتعددين في مجال الصناعة 12

1-6-9- مراجعة لأنظمة العملاءالمتعددين للتحكم بالشبكات الصغيرة 13

1-6-10- تطبيقات الأنظمة متعددة العملاء في الشبكات الذكية 13

1-6-11- النظر في عمليات الشبكات الذكية من قبل نظام العملاءالمتعددين 14

1-6-12- استخدام الأنظمة متعددة العملاءفي تطبيقات هندسة الطاقة-الجزء الأول: المفاهيم، والنهج، والتحديات الفنية. 15

1-6-13- استخدام الأنظمة متعددة العملاء في تطبيقات هندسة الطاقة-الجزء الثاني: التقنيات، والمعايير، والأدوات اللازمة لبناء الأنظمة متعددة الوكلاء. 16

1-6-14- العملاء والأنظمة متعددة العملاء: مقدمة مختصرة لمهندسي الطاقة الكهربائية. 17

1-7- أقسام الرسالة (الفصول) 18

الفصل الثاني: النظام متعدد العملاء. 20

2-1- مقدمة: 21

2-2- نظرية العملاء المتعددين: 21

2-2-1- خصائص العملاء: 22

2-2-2- الاتصال والتنسيق 25

2-2-3- لغة البرمجة والأدوات: 26

2-3- تعاريف ومصطلحات: 27

2-3-1-تعريف العميل وخصائصه: 27

2-3-2- أساسيات العملاء الماديين والأذكياء (FIPA) THE PHYSICAL AGENTS FOUNDATION FOR INTELLIGENT: 29

2-4-المواصفات القياسية لتصميم العملاء 31

2-4-1-مواصفات بنية رسائل FIPA-ACL (SC00061) 31

2-4-2-مواصفات مكتبة قانون التواصل FIPA-ACL (SC00037) 32

2-4-3- مواصفات لغة محتوى FIPA-SL (SC00008) 34

2-4-4- مواصفات بروتوكول التفاعل بشأن طلب FIPA (SC00026) 35

2-4-5- مواصفات بروتوكول التفاعل أو التواصل مع أكثر من عميل (FIPA SC00026) 37

2-4-6- مواصفات خدمة نقل الرسائل FIPA (SC00067): 39

2-5-الخاتمة: 40

الفصل الثالث: تصميم العملاء لعناصر الشبكة الكهربائية. 41

3-1- مقدمة: 42

3-2- لمحة عن المنصة JADE وبنيتها: 42

3-2-1-منصة الوكيل (AP): 44

3-2-2-ميسر الدليل (DF): 44

3-2-3-نظام إدارة العملاء(AMS): 44

3-2-4-خدمة نقل الرسائل (MTS): 45

3-3- تصميم عميل المولدات: 46

3-3-1-معلومات المولدات التقليدية G : 46

3-3-2-معلومات المولدات الموزعة DG : 47

3-4-تصميم عميل الأحمال Lo : 48

3-4-1-معلومات الأحمال: 48

3-5-تصميم عميل جريان الحمولة Gause: 49

3-5-1-معلومات عميل جريان الحمولة Gause: 49

3-6-ميزات النمذجة بالنظام متعدد العملاء عن يره من طرائق النمذجة والمحاكاة الأخرى 53

3-7-الخاتمة: 55

الفصل الرابع: تمثيل حاسوبي لشبكة كهربائية نموذجية: 56

4-1-مقدمة: 57

4-2- مراكز التنسيق (الأنواع والوظيفة والهدف) 57

4-2-1-أنواع مراكز التنسيق 57

4-2-2-وظيفة مركز التنسيق 58

4-2-3-المعدات المستخدمة في مركز التنسيق 59

4-2-4-الهدف من مركز التنسيق 60

4-2-5-الترابط بين شبكات الطاقة وشبكات الاتصالات 61

4-2-5-1-الاتصالات في شبكات النقل 61

4-2-5-2-الاتصالات في شبكات التوزيع 62

4-2-6-شرح أنظمة الاتصالات المستخدمة ومكوناتها 63

4-2-6-1-شبكات الاتصال المستخدمة في الاتصال الرقمي للمعدات الكهربائية 64

4-2-6-2-مقارنة بين بروتوكولات الاتصالات 65

4-2-6-3-طريقة الاتصال في النظام متعدد العملاء 68

4-3-تحميل معلومات الشبكة الكهربائية النموذجية 68

4-4-برمجة عميل المولدات للشبكة الكهربائية النموذجية: 70

4-5-برمجة عميل الأحمال للشبكة الكهربائية النموذجية: 71

4-6-برمجة عميل جريان الحمولة بطريقة غاوص-زايدل للشبكة الكهربائية النموذجية: 72

4-7-الخاتمة: 73

الفصل الخامس: بناء خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع لشبكة الكهرباء النموذجية و تطبيقها باستخدام النظام متعدد العملاء . 74

5-1-مقدمة: 75

5-2-الشكل العام للرسائل المتبادلة بين العملاء: 75

5-3-خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع والمخزنة في العميل الرئيسي: 76

5-3-1-مبدأ عمل الخوارزمية: 76

5-3-2-تجريب خوارزمية عميل جريان الحمولة Gause على الشبكة النموذجية: 78

5-4-نتائج تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع باستخدام نظام العملاء على الشبكة النموذجية: 79

5-4-1-مخطط الرسائل المتبادلة بين العملاء في منصة JADE: 81

5-5-الخاتمة: 82

الفصل السادس: الدراسة العملية

تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد باستخدام النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV 66 83

6-1-مقدمة: 84

6-2- تمثيل حاسوبي لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV66 : 84

6-2-1-مخطط الخط الواحد : 84

6-2-2-معلومات الخطوط: 86

6-2-3-معلومات العقد: 87

6-2-4-أطوال الخطوط: 88

6-2-5-تحديد استطاعة الأساس: 89

6-2-6-تحديد قيمة استطاعة التوليد الموزع الذي سيتم اضافته للشبكة السورية: 90

6-3- تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد باستخدام النظام متعدد العملاء لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV 66 : 91

6-3-1- برمجة عملاء الشبكة الكهربائية باستخدام النظام متعدد العملاء: 91

6-3-2- تجريب خوارزمية عميل جريان الحمولة Gause : 91

6-3-3- نتائج تطبيق خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي : 95

6-4- نتائج تطبيق خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي مع وجود التوليد الموزع : 98

6-5-نتائج تطبيق خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي مع وجود التوليد الموزع عند اختيار عقدة قابون 2 كعقدة مرجعية: 101

6-6-الخاتمة: 102

النتائج والتوصيات 103

ملاحق 106

الملحق(A): الكودات الخاصة بالفصل الثالث: تصميم العملاء لعناصر الشبكة الكهربائية. 107

الملحق(B): الكودات الخاصة بالفصل الرابع: تمثيل حاسوبي لشبكة كهربائية نموذجية. 117

الملحق(C): الكودات الخاصة بالفصل الخامس: بناء خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع لشبكة الكهرباء النموذجية و تطبيقها باستخدام النظام متعدد العملاء 127

الملحق(D): الكودات الخاصة بالفصل السادس: الدراسة العملية 140

تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد باستخدام النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر 66 KV

قائمة المراجع 184

جدول المصطلحات العلمية

الرمز	المصطلح باللغة الأجنبية	المصطلح باللغة العربية
ACC	Agent Communication Channel	عميل قناة التواصل
ACL	Agent Communication Language	عميل لغة التواصل
AMS	Agent Management System	عميل إدارة النظام
AP	Agent Platform	منصة العميل
CA	Communicative Act	الفعل التواصلي
CT	Container Table	جدول الحاويات
DCS	distributed control systems	أنظمة التحكم الموزعة
DF	Directory Facilitator	الدليل الميسر
DG	Distributed Genrating	التوليد الموزع
EMS	energy management systems	نظام إدارة الطاقة
ESS	energy storage systems	أنظمة تخزين الطاقة
FIPA	the Foundation for Intelligent,Physical Agents	مؤسسة العملاء الماديين الأذكياء
HAN	Home Area Networks	شبكات المنطقة المنزلية
HMI	human machine interface	واجهة التواصل البشري مع الآلة
ICCP	Inter-control center protocol	بروتوكول مركز التحكم المتبادل
IP	Interaction Protocol	بروتوكول التواصل
JADE	Java Agent DEvelopment framework	منصة العملاء
LDC	Load Dispatch Center	مركز تنسيق الحمل
LoWPAN	low-power wireless personal area networks	شبكات المنطقة الشخصي منخفضة الطاقة
LTE	Long-Term Evolution	التطور طويل الأمد
MAS	Multi Agents System	النظام متعدد العملاء
MMS	Manufacturing Message Specification	مواصفات رسائل التصنيع
MTP	Message Transport Protocol	بروتوكول ارسال الرسائل
MTS	Message Transport Service	خدمة ارسال الرسائل
NAN	Neighborhood Area Networks	شبكات المنطقة المجاور
OSI	Open System Interconnection	ترابط الأنظمة المفتوحة
PLC	Power Line Communication	اتصالات خطوط الطاقة
PLCs	programmable logic controllers	وحدات التحكم المنطقية القابلة للبرمجة
PMUs	phasor measurement units	وحدات قياس الطور
RMA	Remote Monitoring Agent	عميل المراقبة عن بعد

RTUs	remote terminal units	الوحدات الطرفية للتحكم عن بعد
SCADA	Supervisory control And Data Acuisition	نظام تحصيل البيانات والتحكم
SL	Semantic Language	اللة الدلالية
TCP/IP	Transmission control Protocol/Internet Protocol)	بروتوكول التحكم في الارسال/بروتوكول الانترنت
UPnP	Universal Plug and Play	التوصيل والتشغيل العالمي
WAN	Wide Area Network	شبكة المنطقة الواسعة
WFF	well-formed formulas	عبارات جيدة التشكيل

قائمة الجداول

الجدول(2-1)	بعض خصائص العميل	28
الجدول(2-2)	معلومات رسالة ACL	32
الجدول(2-3)	أفعال التواصل في FIPA	33
الجدول(2-4)	معلمات غلاف رسائل FIPA	40
الجدول(3-1)	أنواع العقد في الشبكات الكهربائية والبارامترات الخاصة بها	49
الجدول(4-1)	بعض المزايا والعيوب الرئيسية لبروتوكولات الاتصال الأكثر شيوعاً المستخدمة في شبكات المعدات الرئيسية	65
الجدول(4-2)	معلومات الخطوط للشبكة النموذجية BUS4	69
الجدول(4-3)	معلومات العقد للشبكة النموذجية BUS4	69
الجدول(5-1)	الفرق بين توترات العقد بعد تطبيق نظرية غاوص-زايدل على الشبكة النموذجية في برنامج matlab وبرنامج Eclips	79
الجدول(6-1)	معلومات الخطوط لجزء من الشبكة السورية عند التوتر KV 66	86
الجدول(6-2)	معلومات العقد لجزء من الشبكة السورية عند التوتر KV 66	87
الجدول(6-3)	أطوال الخطوط لجزء من الشبكة السورية عند التوتر KV 66	88
الجدول(6-4)	استطاعة محولات محطات التحويل بحسب توترات الخطوط	89
الجدول(6-5)	استطاعة محولات محطات التحويل بحسب موقعها بالشبكة	89
الجدول(6-6)	قيمة التيار الاسمي للخط بحسب توتر الشبكة الكهربائية	89
الجدول(6-7)	مجموع استطاعة الأحمال المربوطة على جزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV66	90

الجدول(6-8)	الفرق بين قيم التوترات النهائية التي تم حسابها عن طريق برنامج Matlab وبرنامج Eclips	94
الجدول(6-9)	قيمة الفائض بالاستطاعة نتيجة تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام النظام متعدد العملاء بدون وجود التوليد الموزع للشبكة الكهربائية السورية KV 66	96
الجدول(6-10)	قيمة الفائض بالاستطاعة نتيجة تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع للشبكة الكهربائية السورية KV 66	99

قائمة الأشكال

الشكل (1-1)	مخطط لعملية التفاوض وايجاد المولدات المناسبة للحمل	9
الشكل (1-2)	الرسائل المتبادلة بين العملاء	10
الشكل (1-3)	بنية النظام متعدد العملاء والرسائل المتبادلة بين العملاء	11
الشكل (1-4)	إطار عمل العميل	11
الشكل (1-5)	مخطط لعملية فصل الحمل الناتج عن عدم استقرار التردد	12
الشكل (1-6)	بنية العميل	15
الشكل (1-7)	تبادل المعلومات بين العملاء	15
الشكل (1-8)	نموذج لإدارة العملاء بحسب FIPA	17
الشكل (1-9)	بيئة العمل لعميل فردي	18
الشكل (2-1)	تأثير العميل على البيئة الخاصة به	22
الشكل (2-2)	البنية النموذجية للنظام متعدد العملاء	23
الشكل (2-3)	مراحل بروتوكول التعاقد بين العملاء	26
الشكل (2-4)	العملاء المتفاعلين وردود أفعالها	28
الشكل (2-5)	هيكل رسالة FIPA	31
الشكل (2-6)	بروتوكول التفاعل مع طلب FIPA	35
الشكل (2-7)	إلغاء FIPA بروتوكول التعريف	37
الشكل (2-8)	بروتوكول FIPA التفاعل مع أكثر من عميل	38
الشكل (3-1)	بنية إدارة العميل	42
الشكل (3-2)	واجهة منصة JADE	43
الشكل (3-3)	العناصر الرئيسية لمنصة JADE	46
الشكل (3-4)	خوارزمية جريان الحمولة بطريقة غاوص زايدل	52
الشكل (4-1)	ملخص لاستراتيجيات التحكم في الشبكات الكهربائية	58
الشكل (4-2)	بنية الاتصالات بين المعدات في محطات التوزيع الكهربائية IEC-61850	64
الشكل (4-3)	بروتوكول اتصال النظام متعدد العملاء	68
الشكل (4-4)	شبكة نموذجية BUS4	69
الشكل (4-5)	رسالة عميل المولدات إلى العميل الرئيسي (المنسق)	71

الشكل (4-6)	رسالة عميل الأحمال إلى العميل الرئيسي (المنسق)	72
الشكل (4-7)	مصفوفة معلومات الشبكة الكهربائية النموذجية المخزنة في العميل الرئيسي (المنسق)	73
الشكل (4-8)	رسالة العميل الرئيسي (المنسق) إلى عميل جريان الحمولة	73
الشكل (5-1)	المعلومات المتبادلة في الرسائل بين العملاء بحسب خوارزمية التنسيق	75
الشكل (5-2)	خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي BASE (المنسق)	77
الشكل (5-3)	التوترات النهائية للعقد في الشبكة النموذجية BUS4 باستخدام برنامج Eclips	78
الشكل (5-4)	التوترات النهائية للعقد في الشبكة النموذجية BUS4 باستخدام برنامج Matlab	79
الشكل (5-5)	قيم توترات العقد النهائية في الشبكة النموذجية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء	81
الشكل (5-6)	قيم استطاعات الحمل في الشبكة النموذجية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد	81
الشكل (5-7)	الرسائل المتبادلة بين العملاء في منصة JADE	82
الشكل (6-1)	مخطط الخط الواحد لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV 66	85
الشكل (6-2)	نتائج قيم التوترات النهائية في برنامج Matlab لجزء من الشبكة السورية عند التوتر KV66	92
الشكل (6-3)	نتائج قيم التوترات النهائية في برنامج Eclips لجزء من الشبكة السورية عند التوتر KV66	93
الشكل (6-4)	مخطط بياني يظهر الفرق بين قيم التوترات النهائية في برنامج Matlab وبرنامج Eclips	95
الشكل (6-5)	قيم استطاعات الحمل قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية العملاء المتعددين بدون وجود التوليد الموزع	97
الشكل (6-6)	قيم توترات العقد النهائية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية العملاء المتعددين بدون وجود التوليد الموزع	97
الشكل (6-7)	قيم استطاعات الحمل قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية العملاء المتعددين بوجود التوليد الموزع	100

الشكل (6-8)	قيم توترات العقد النهائية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية العملاء المتعددين بوجود التوليد الموزع	100
الشكل (6-9)	قيم استطاعات الحمل قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية العملاء المتعددين وبوجود التوليد الموزع عند العقدة المرجعية قابون 2	101
الشكل (6-10)	قيم توترات العقد النهائية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية العملاء المتعددين بوجود التوليد الموزع عند العقدة المرجعية قابون 2	102

الملخص

تعتبر آلية عمل النظام المتعدد العملاء مشابهة إلى حد ما آلية عمل الشبكات الكهربائية، حيث تتألف الشبكات الكهربائية من عدة عناصر لكل منها مهمة محددة تقوم بها لكي يتم ايصال الطاقة الكهربائية للمستهلك، وكذلك يتألف النظام المتعدد العملاء من عدة عملاء لكل منها هدف معين أو وظيفة معينة يقوم بها، ويتواصل مع العملاء الآخرين لتحقيق الهدف أو الأهداف الموكلة إليه إن استدعى الأمر.

لذلك سنقوم في هذا البحث من الاستفادة من بعض خصائص النظام المتعدد العملاء لتطبيقها في الشبكات الكهربائية في مجال التنسيق الذي يعتبر من أهم المجالات في الشبكات الكهربائية، ونظرا لقدرة النظام المتعدد العملاء على التواصل بين العملاء لاتمام المهمات بشكل سريع ودقيق، فان هذ الميزة هامة جدا في مجال التنسيق في الشبكات الكهربائية نظرا لأن التنسيق والتواصل واتخاذ القرارات بالطرق التقليدية تأخذ وقتا وجهدا وتحتاج إلى مشغلين خبراء للقيام بالمهام المطلوبة.

في بداية هذا البحث سنقوم بشرح مفصل عن ميزات وخصائص النظام المتعدد العملاء، ثم سنقوم بتجريب النظام المتعدد العملاء على شبكة كهربائية نموذجية تجريبية ليقوم بمهام التنسيق من خلال خوارزمية مهمتها هي قيام عميل رئيسي (المنسق) BASE بالتواصل بين عميل المولدات G وعميل الأحمال L لجمع معلومات عن الشبكة الكهربائية التجريبية، ثم يقوم العميل الرئيسي بارسال هذه المعلومات إلى عميل جريان الحمولة GAUSE ليقوم بحساب جريان الحمولة وقيم التوترات النهائية للعقد وإعادة ارسالها إلى العميل الرئيسي الذي مهمته الأساسية هي تأمين فائض من الاستطاعة إما عن طريق زيادة التوليد أو عن طريق إنقاص بعض الأحمال إن أمكن، ثم يقوم بطرح الفائض بالاستطاعة للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء DF. بعد القيام بتجريب هذه الخوارزمية على شبكة نموذجية سنقوم بتجريبها عل جزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر 66 KV وبوجود التوليد الموزع.

الكلمات المفتاحية: نظام متعدد العملاء، MAS، FIPA، لغة البرمجة JAVA، منصة JADE، Dispatching Centers، Distributed Generation، Eclips.

الفصل الأول:

الاطار العام للبحث

1-1-المقدمة Introduction

هناك قدر كبير من الاهتمام البحثي حول الأنظمة متعددة العملاء (MAS) في السنوات الأخيرة. إحدى الصناعات التي تم تطبيق (MAS) فيها بشكل متزايد هي صناعة الطاقة. تواجه أنظمة الطاقة الكهربائية الحالية تحديات كبيرة. و من بين العوامل الرئيسية التي تجعل التحول نحو جيل جديد من أنظمة الطاقة أمراً حتمياً البنية التحتية القديمة والقيود البيئية والقضايا الاقتصادية. ونتيجة لذلك، يجري تنفيذ العديد من الدراسات البحثية لتصميم جيل جديد من أنظمة الطاقة، والتي يشارإليها غالباً باسم الشبكة الذكية. حيث تعمل الشبكة الذكية على تسهيل مفاهيم مثل إنتاج الطاقة الموزعة، وتخزين الطاقة الموزعة، وتكامل الطاقة المتجددة، والطلب على الكهرباء المرتبط بالسعر ، والنقل الكهربائي.

لقد أصبح ذلك ممكناً بفضل رؤية الشبكة الذكية لبناء نظام أكثر لامركزية وإتاحة الاتصالات الرقمية تقريباً في كل مكان في نظام الطاقة. تمهد البنية التحتية للاتصالات المنتشرة في كل مكان الطريق لعدد متزايد من معدات المراقبة في الوقت الحقيقي والأجهزة التي يتم التحكم فيها عن بعد.

تم تطبيق النظام متعدد العملاء (MAS) ونموذج العميل الذكي بشكل متزايد لمعالجة بعض التحديات التي تنشأ عند تصميم الشبكة الذكية المستقبلية. على سبيل المثال، تم استخدامها في مجالات استعادة نظام الطاقة، والحماية، والتشخيص، والتحكم بالجهد، والتحكم بالشبكات الصغيرة، كما شهدت نمذجة أنظمة الطاقة، وقراءة العدادات، وأسواق الكهرباء، إدخال الأنظمة متعددة العملاء.

إن منهجية MAS مناسبة للتعامل مع الطبيعة الموزعة للشبكة الذكية ولبناء أنظمة معقدة لا مركزية ومرنة ومتسامحة مع الأخطاء وقابلة للتوسيع.

1-2-مشكلة البحث

يعتمد التشغيل الناجح لنظام الطاقة إلى حد كبير على قدرته على تلبية طلبات الحمولة من العملاء السكنيين والتجاريين والصناعيين بشكل اقتصادي وموثوق. استخدمت مرافق الطاقة المبكرة مشغلي إرسال بشريين مجهزين بنظام (SCADA) لإدارة التحكم في الشبكة الكهربائية ، وترحيل الحماية، وتحويل الإرسال، وبروتوكولات الاتصال، إلى جانب التشغيل الاقتصادي لمحطات الطاقة الكبيرة المترابطة. في حين أن أنظمة SCADA تقدم مراقبة دقيقة ومفصلة لموارد الشبكة التقليدية، إلا أن البيانات الأولية المولدة تحتوي غالبًا على معلومات ضمنية فقط. غالباً ما يتطلب الأمر إجراء تحليل إضافي من قبل المهندسين الذين يستخدمون مصادر بيانات متعددة للحصول على معلومات صريحة حول عمليات نظام الطاقة. مثل هذا التحليل اليدوي للبيانات يمكن أن يكون مضيعة للوقت. على سبيل المثال ، في حالة حدوث عطل في الشبكة ، يمكن لنظم SCADA توليد آلاف من سجلات الأخطاء في بضع ساعات فقط ، في حين أن التحليل اليدوي في الوقت الحقيقي غير ممكن.

**إن مركزية التنسيق في عمل الشبكات الكهربائية أصبحت غير كافية و مكلفة في النظم المتضمنة توليد موزع. حيث إن أوامر الفصل و الوصل الصادرة عن مركز التنسيق الرئيسي قد تكون متأخرة مع تغير ظروف تشغيل محطات التوليد الموزع، كون هذه المحطات تعمل باستخدام الطاقات المتجددة. ومعروف أن هذه الطاقات (خصوصاً الشمسية و الريحية) متغيرة بشكل كبير مع الزمن، لذلك يجب استخدام تقنيات جديدة في مراكز التنسيق تتصف بالذكاء قادرة على تحقيق استجابة سريعة تتزامن مع هذه التغيرات، و يعتبر النظام متعدد العملاء حلاً تقنياً لمثل هذه الحالات كبديل عن التنسيق المركزي.

تقدم الأنظمة متعددة العملاء (MAS) السيطرة المستقلة على عمليات نظام الطاقة للتغلب على العديد من القيود. وتتكون MAS من عملاء أذكياء تتفاعل لحل المشاكل التي قد تكون خارج قدرات كل فرد على حدة.

في السنوات الأخيرة ، استخدمت MAS في مجموعة واسعة من تطبيقات أنظمة الطاقة بما في ذلك نمذجة أسواق الكهرباء، وحماية الشبكة، واستعادة الأعطال والتحكم في الشبكة.

1-3- تساؤلات البحث Questions:

قدمت الأبحاث خلال أكثر من عشرين عامًا من في مجال الأنظمة متعددة العملاء نتائج ملحوظة من وجهة النظر النظرية والعملية. ومع ذلك ، بعد سنوات عديدة من البحث ، لا يوجد إجماع عام على بعض المفاهيم الأساسية مثل "ما هو العامل؟" ، "ما هو نظام متعدد العوامل" ، والاتفاق على المصطلحات المستخدمة ، إلخ.

وعلى الرغم من الوعي المتزايد بالتكنولوجيا ، فإن بعض الأسئلة الأساسية غالباً ما تنشأ عن باحثين آخرين ، عند مناقشة الأنظمة متعددة العملاء ودورها في هندسة الطاقة. هذه الأسئلة هي:

ما هي الفوائد التي تقدمها أنظمة متعددة العميل ؟ ما الذي يميزهم عن الأنظمة والأساليب الحالية؟ إلى أي نوع من المشاكل يمكن تطبيقها؟

إذا كانت تقنية MAS و عندما تعتبر مناسبة لتطبيق هندسة طاقة معين ، فإن أسئلة أخرى تتبع بشكل طبيعي: كيف يمكن تصميم أنظمة متعددة العوامل؟

كيف ينبغي تنفيذ أنظمة متعددة العوامل؟ هل هناك أي اعتبارات خاصة لتطبيق MAS في هندسة الطاقة؟

وبالفعل ، فإن هذه الحقيقة تجعل الأشخاص المرتبكين مهتمين بتطبيق تقنية تعتمد على العميل أو متعدد العملاء لحل المشاكل العملية.

1-4-هدف البحث :

يهدف البحث إلى دراسة وتطبيق نظام متعدد العملاء Multi Agent System MAS في مجال تنسيق عمل نظام قدرة كهربائي تقليدي مزود بمجموعة من المولدات الموزعة.. ثم تطبيقه على جزء من الشبكة الكهربائية السورية عن طريق تطبيق خوارزمية وبرنامج حاسوبي يساهم في تنسيق عمل محطات التوليد الموزع مع الشبكة الأساسية وملاحقة التغيرات المستمرة فيها عن طريق النظام متعدد العملاء.

سيتم تقديم معلومات في مجال العملاء والنظم متعددة العملاء خاصةً لأولئك المهتمين باستخدام هذه التقنيات في حل المشكلات الهندسية العملية. وتعريف القراء بالمصطلحات الأساسية والتعريفات الخاصة بالنظام متعدد العملاء.

1-5- أهمية موضوع البحث ومبرراته:

تم إجراء أبحاث مهمة على تشغيل ومراقبة الشبكة الذكية. ومع ذلك ، فإن الاتجاهات الحالية للتحكم في تشغيل أنظمة الطاقة الكهربائية ومراقبتها تتحرك نحو استخدام تقنية عامل آلي ، في السنوات الأخيرة ، تم اعتماد نهج النظام متعدد العملاء على أساس توفير أنظمة ذكية للتحكم في الطاقة وإدارتها في الشبكات الذكية. وازدادت الحاجة إلى تطوير التنسيق الموزع عوضاً عن المركزي لأن استراتيجية السوق الطاقي المفتوح (Open energy market) بحاجة لتقدير موقف السوق من حيث بيع وشراء الطاقة بشكل لحظي، و متكيف مع تغيرات الطلب على الطاقة من قبل شركات مختلفة (خاصة و عامة). لذلك من الأسهل وضع ضوابط عمليات بيع وشراء الطاقة بشكل عام، ثم توزيع هذه الضوابط على العملاء لتنفيذها دون العودة إلى المنسق المركزي دائماً. مما يساعد على دمج مولد موزع جديد بصورة سهلة وديناميكية. كونها أصبحت عملية دمج لعميل جديد يقوم بالتحكم الطاقي للمولد الموزع وفقاً لقواعد السوق الموضوعة ويعتبر النظام متعدد العملاء حلاً تقنياً لمثل هذه الحالات كبديل عن التنسيق المركزي.

1-6-الدراسة المرجعية Background Review

نبين فيما يلي عدة مراجع تناولت موضوع الأنظمة متعددة العملاء واستداماتها في أنظمة الطاقة الكهربائية في عدة مجالات ومنها مجال التنسيق في الشبكات الكربائية

1-6-1- مراكز التنسيق: الماضي والحاضر والمستقبل

FELIX F. WU, FELLOW, IEEE, KHOSROW MOSLEHI, MEMBER, IEEE,AND ANJAN BOSE,FELLOW,IEEE; *"Power System Control Centers: Past, Present, and Future"*; PROCEEDINGS OF THE IEEE,VOL.93,NO. 11,NOVEMBER 2005

توضح هذه المقالة بعض أنواع أنظمة التنسيق مثل: نظام سكادا Separated supervisory control and data acquisition (SCADA)، نظام إدارة الطاقة (EMS)، النظام متعدد العملاء (MAS) الذي تعتبره من الأنظمة المتقدمة في مجال التنسيق. حيث أن العميل قادر على اتخاذ إجراء مستقل نيابة عن مستخدمه أو مالكه. وبعبارة أخرى، يمكن للعميل أن يعرف بنفسه ما يحتاج إلى القيام به من أجل تحقيق أهداف تصميمه، بدلا من أن يكون عُرف صراحة بما يجب القيام به في أي لحظة، و يمكن بسهولة أن تضاف إلى النظام القائم على العميل وظائف جديدة عن طريق إنشاء عميل جديد، والتي سوف يجعل قدراتها متاحة للآخرين، كلذلك يطلب من العملاء التعاون والتنسيق والتفاوض فيما بينهم. وبذلك تتيح تكنولوجيا العملاء بناء أنظمة تعاون موزعة قابلة للتوسعة ومرنة.

1-6-2- استخدام النظام متعدد العملاء كحل لإدارة نظام التوزيع بوجود التوليد الموزع

Fenghui Ren, Minjie Zhang and Danny Sutanto; *"A Multi-Agent Solution to Distribution System Management by Considering Distributed Generators"*; 2014; Australian Research Council (ARC)

اعتبر التوليد الموزع مورد طاقة مُكمل للشبكة الكهربائية القائمة، ويمكن أن يوفر دعما إضافيا لحل انخفاض الجهد ومشاكل فقدان الطاقة. ومع ذلك، فإن تغير إنتاج الكهرباء في التوليد الموزع قد تسبب في مشكلة في تحقيق التوازن بين العرض والطلب من خلال النظر في تغيرات التوليد الموزع والأحمال وبالتالي صعوبة في إدارة تقنيات المراقبة القائمة، حيث لم تعد تقنيات التحكم التقليدية مناسبة للسيطرة على شبكة الكهرباء نظرا لقيودها على المرونة والاتصالات. في هذه الورقة، تم اقتراح نظام متعدد العملاء لحل مشكلة إرسال الطاقة من خلال النظر في اختلافات التوليد الموزع والأحمال.

1-6-3- تحكم ذكي بشبكة موزعة صغيرة باستخدام النظام متعدد العملاء

Il-Yop Chung, Cheol-HeeYoo, Sang-Jin Oh;*"Distributed Intelligent Microgrid Control Using Multi-Agent Systems"*; Scientific Research; 2013

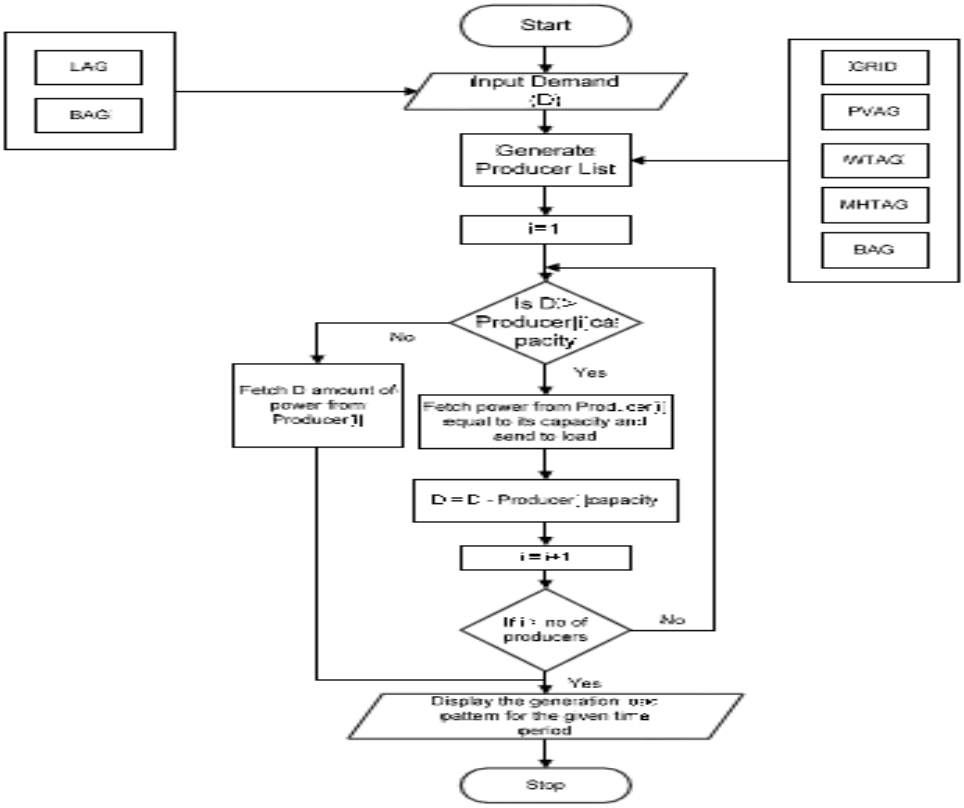
توضح هذه المقالة أهمية استخدام نظام متعدد العملاء في تطوير نظام التحكم للشبكة الكهربائية لتحديد قيمة توليد الطاقة أوالاستهلاك والتوازن بينهما بطرق اقتصادية، وأيضا الاستجابة بسرعة عند نقص الطاقة. يمكن أن يساعد النظام متعدد العملاء في اتخاذ القرارات من قبل خوارزميات ذكية وإجراء الاتصالات بين وحدة تحكم مركزية مع عملاء محليين آخرين. لكن هذه المقالة تعطي معلومات نظرية وتعاريف عامة دون التطرق للمعلومات العملية أوذكر ماهي الخوارزميات أو كيف يتم برمجة العملاء.

1-6-4- هيكلية نظام متعدد العملاء لتشغيل الشبكة الذكية

Ruchi Gupta1, Deependra Kumar Jha1, Vinod Kumar Yadav1, Sanjeev Kumar2;*"A Multi-Agent Framework for Operation of a Smart Grid"*; Energy and Power Engineering, 2013, 5, 1330-1336

توضح هذه المقالة طريقة عمل النظام متعدد العملاء (MAS) للتحكم في الشبكة الذكية. ويتكون النظام متعدد العملاء المقترح من سبعة أنواع من العملاء وهي: وحدة تحكم الشبكة الذكية (SGC)، عملاء الحمل (LAGs)، عميل توربينات الرياح (WTAG)، عميل الخلايا الضوئية (PVAGs)، عميل التوربينات المائية الصغيرة (MHTAG)، عميل الديزل (DGAGs)، عميل البطارية (BAG). في الشبكة الذكية (LAGs) تعمل كمستهلكين أو المشترين، (WTAG)، (PVAGs)، (MHTAG)، (DGAGs) بمثابة المنتجين أو البائعين و(BAG) بمثابة المنتج/المستهلك أوالبائع/المشتري. وتظهر المقالة استخدام نظام متعدد العملاء للتحكم في الشبكة الذكية في بيئة محاكاة. ومن أجل التحقق من صحة النظام المقترح، تم تطبيقه على نظام نموذجي بسيط مع منطقة زمنية مختلفة، أي وقت النهار

والليل، وعندما تكون الطاقة متاحة من الشبكة وعندما يكون هناك انقطاع في القدرة. وتظهر نتائج المحاكاة أن النظام متعدد العملاء المقترح يمكن أن يؤدي إلى تشغيل الشبكة الذكية بكفاءة حيث يوضح الشكل (1-1) مخطط لعملية التفاوض وايجاد المولدات المناسبة للحمل. تعطي هذه المقالة النتائج مباشرة دون التطرق إلى طريقة الحصول عليها.



الشكل (1-1) مخطط لعملية التفاوض وايجاد المولدات المناسبة للحمل

1-6-5- تحكم ذكي بشبكة صغيرة باستخدام النظام متعدد العملاء

Princy Khamesra1, Jitendra Kasera2, Rahul Mehta3;*"MULTI-AGENT SYSTEMS BASED INTELLIGENT CONTROL OF MICROGRID"*; IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology;National University of Singapore; Jun-2014

توضح هذه المقالة تصميم نظام طاقة كهربائية قابل لإعادة التشكيل وموثوق به ومستقل لضمان ووثوقية العمل أثناء الكوارث الطبيعية والكوارث التي من صنع الإنسان، ويمكن تحقيق مفهوم نظام الطاقة الكافي

والآمن من خلال النظام متعدد العملاء حيث يوضح الشكل (1-2) الرسائل المتبادلة بين العملاء، وستوفر الطاقة لتلبية الطلب الحرج مع قدرة الاتصال الداخلي بين التوليد والنقل والتوزيع وأجهزة التحكم، وبالنتيجة إمداد الطاقة من قبل الشبكة الذكية دون انقطاع لأحمال ذات الأولوية للحفاظ على سلامة البنية التحتية الحيوية.

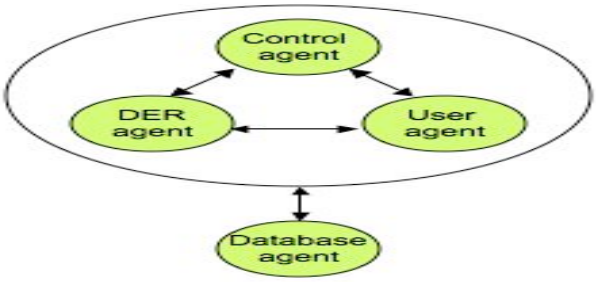


الشكل (1-2) الرسائل المتبادلة بين العملاء

1-6-6- تصميم وتطبيق النظام متعدد العملاء في شبكة موزعة ذكية

M. Pipattanasomporn, Member, IEEE, H. Feroze, Student, IEEE, and S. Rahman, Fellow, IEEE;*"Multi-Agent Systems in a Distributed Smart Grid: Design and Implementation"*; Proc. IEEE PES 2009 Power Systems Conference and Exposition (PSCE'09), Mar 2009, Seattle, Washington, USA

الهدف من هذه المقالة هو تصميم وتنفيذ نظام متعدد العملاء الذي يوفر معلومات للشبكة الذكية الموزعة حيث يشرح أنواع العملاء في هذا النظام كما يلي:
عميل التحكم (Control Agent) يراقب جهد وتوتر النظام للكشف عن حالات الطوارئ, عميل مصادر توزيع الطاقة (DER Agent) مراقبة وتحكم بمستويات الطاقة وتخزين المعلومات المرتبطة بها، عميل المستخدم (User Agent) يراقب استهلاك الكهرباء من قبل المستخدمين ويعطي معلومات فورية للمستخدمين عن مكونات الشبكة ويسمح للمستخدمين بالتحكم بالأحمال استنادا إلى الأولوية، عميل قاعدة البيانات (Database Agent) مسؤول عن تخزين معلومات النظام وكذلك تسجيل الرسائل والبيانات المشتركة بين العملاء حيث يبين الشكل (1-3) بنية النظام متعدد العملاء والرسائل المتبادلة بين العملاء.



الشكل (1-3) بنية النظام متعدد العملاء والرسائل المتبادلة بين العملاء

1-6-7- النظام متعدد العملاء وتطبيقاته

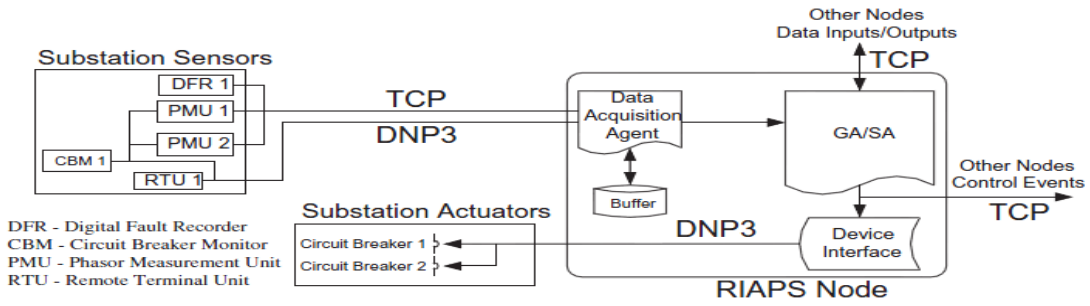
Jing Xie & Chen-Ching Liu;*"Multi-agent systems and their applications; Journal of International Council on Electrical Engineering"*; 14 Jul 2017

تحدث المرجع عن بعض مزايا النظام متعدد العملاءمن حيث تعامله مع تطبيقات محددة وسهولة التفاعل بين العملاءوتقليل صعوبات البرمجة من خلال تضمينها كطبقات فرعية و/أو مكونات.

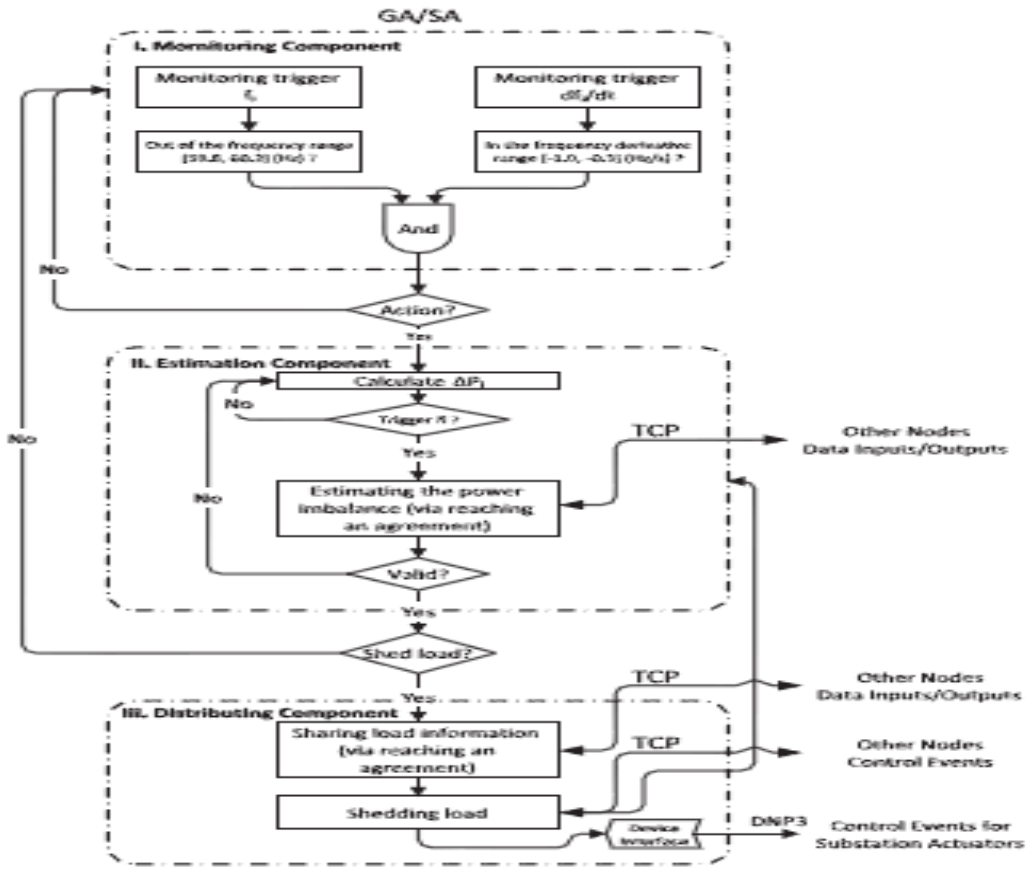
-قام بتعريف العميل والنظام المتعدد العملاءبشكل مختصر

-قام بتعداد بعض أهم تطبيقات النظام متعدد العملاءمثل: الرصد، محاكاة السوق، تشخيص النظام ، عمليات علاجية من خلال فصل الحمولات الناتج عن عدم استقرار التردد

-وضع مخطط لفصل الحمولات الناتجة عن عدم استقرار التردد كما هو موضح بالشكل(1-5) أما الشكل (1-4) فإنه يبين إطار عمل العميل.



الشكل (1-4) إطار عمل العميل



الشكل (1-5) مخطط لعملية فصل الحمل الناتج عن عدم استقرار التردد

1-6-8- طرق لتطوير النظام متعدد العملاء في مجال الصناعة

Doctoral Thesis By Ing. Petr Kadera, Supervisor: Doc. Ing. Pavel Vrba, Ph.D.; *"Methods for Development of Industrial Multi-Agent Systems"*; Czech Technical University in Prague Faculty of Electrical Engineering Department of Cybernetics; 2015

. تعريف العميل والنظام متعدد العملاء

. بعض تطبيقات النظام متعدد العملاء: في الشبكات الذكية، نقل المنتجات وتداول المواد، التخطيط والجدولة للمنشآت الصناعية...

. الأدوات الموجودة في النظام المتعدد العملاء: المنصات، اجتماعية العميل،

ادوات التطوير (وهي عبارة عن منصات لتطوير بيئة MAS مثل بيئة تطوير JACK وCybele).

. شبكات الاتصال والمزاد المتعلق بشبكات الاتصال.

1-6-9- مراجعة للأنظمة متعددة العملاء للتحكم بالشبكات الصغيرة

Abhilash Kantamnenia,, Laura E. Browna, Gordon Parkerb, Wayne W. Weaverc;*"Survey of Multi-Agent Systems for Microgrid Control; Department of Computer Science"*, Michigan Technological University, United States; July 17, 2015

. تتحدث المقالة عن مفاهيم النظام متعدد العملاء

. وكذلك عن الهرمية في النظام متعدد العملاء:

عملاء المستوى الأعلى: مسؤولين عن القرارات الحاسمة، ويتعاملون مع كميات كبيرة من البيانات، ويحافظون على السياسة العامة وجداول الاتصالات.

عملاء المستوى المتوسط: يقومون باتخاذ قرارات حول التبديل بين الشبكات المتصلة و المتجزرة، وتقليل الخسائر، وتوجيه تصرفات العملاءالفرعيين لموقع الأعطال واستعادة الخدمة.

عملاء المستوى الأدنى: تتفاعل مع أجهزة الاستشعار و الأجهزة الفعلية المرتبطة بالشبكة.

. وذكرت المقالة منصات التطوير ZEUS و JADE وارتأى الباحث إلى أن JADE هو الأفضل

1-6-10- تطبيقات الأنظمة متعددة العملاء في الشبكات الذكية

Ghezlane Halhoul Merabet, Mohammed Essaaidi,ENS lAS Mohammed V-Souissi University,Rabat, Morocco; Hanaa Talei\ Mohamed Riduan Abid,School of Science and Engineering,Alakhawayn University in Ifrane; Nacer Khalil, Mohcine Madkour, Driss Benhaddou,University of Houston

Houston, TX, USA; *"Applications of Multi-Agent Systems in Smart Grids"*: A Survey; 2014 IEEE

وصف أهمية النظام متعدد العملاء في الشبكة الذكية من خلال الاستجابة للطلب بسرعة مع اتخاذ القرارات عن طريق التقنيات مثل التعلم الآلي وخوارزميات حل المشكلات

التحدث بشكل مختصر عن المنصات (برامج التواصل) المختلفة في النظام متعدد العملاء:

ZEUS, Agent Builder, JADE, MADKit

1-6-11- النظر في عمليات الشبكات الذكية من قبل النظام متعدد العملاء

Yuji Uedaa, Takeshi Nagataaa; *"Consideration of Smart Grid Operations by Multi-Agent*"; 2011 2nd International Conference on Advances in Energy Engineering; Science Direct

في هذه الورقة ، اقترح تشغيل الشبكة الذكية المستقلة باستخدام نهج النظام متعدد العملاء. يتكون النظام متعدد العملاء المقترح من خمسة أنواع من العملاء كما هو موضح بالشكل(1-6):

SGC عميل وحدة تحكم الشبكة الذكية

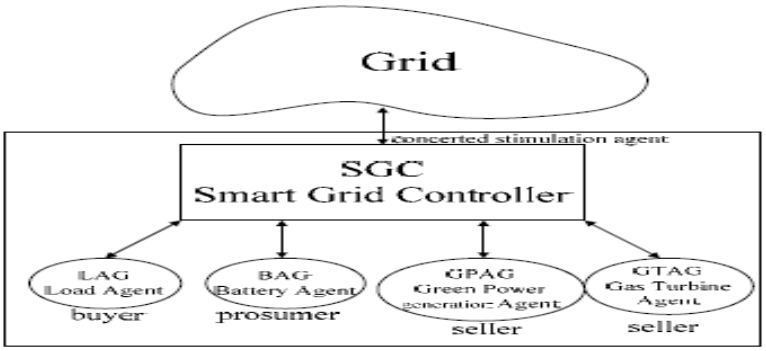
LAGs مجموعة عملاء تحميل

GPAGs مجموعة عملاء توليد طاقة خضراء

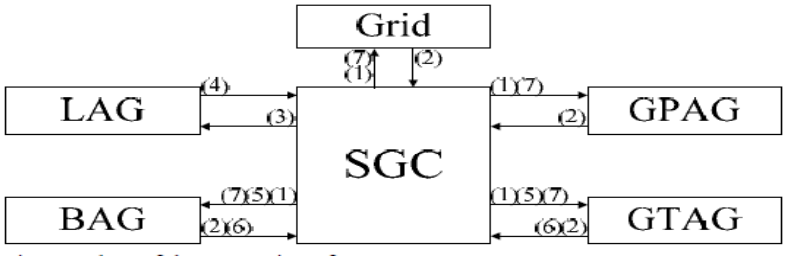
GTAGs مجموعة عملاء توربينات غازية

BAGs مجموعة عملاء بطارية

إذ إنه في الشبكة الذكية ، هنالك عملاء تحميل كمستهلكين، وعملاء توليد طاقة خضراء وعملاء توربينات غازية كمنتجين، وتعمل عملاء تخزين للقدرة كمتخصصين أوبائعين حيث يبين الشكل (1-7) تبادل المعلومات بين العملاء.



الشكل (1-6) بنية العميل



الشكل (1-7) تبادل المعلومات بين العملاء

1-6-12- استخدام الأنظمة متعددة العملاء في تطبيقات هندسة الطاقة-الجزء الأول: المفاهيم، والنهج، والتحديات الفنية.

Stephen D. J. McArthur, Senior Member, IEEE, Euan M. Davidson, Member, IEEE, Victoria M. Catterson, Member, IEEE, Aris L. Dimeas, Student Member, IEEE, Nikos D. Hatziargyriou, Senior Member, IEEE, Ferdinanda Ponci, Member, IEEE, and Toshihisa Funabashi, Senior Member, IEEE; "*Multi-Agent Systems for Power Engineering Applications—Part I: Concepts, Approaches, and Technical Challenges*"; IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 22, NO. 4, NOVEMBER 2007

تعريف العميل والعميل الذكي والنظام متعدد العملاء.

. تعداد فوائد النظام متعدد العملاء: فوائد الاستقلالية وتكليف العميل بمهمة واحدة أوعدة مهمات، فوائد معمارية النظام متعدد العملاء المفتوحة أي لاتضع قود على لغة البرمجة أو أصل العملاء الذين ينضمون

للنظام وتسمح بالاتصال المرن بين العملاء ، يمكن وضع العميل في بيئات مختلفة مع محافظته على نفس الأهداف والقدرات

. تحدثت المقالة عن بعض تطبيقات الأنظمة متعددة العملاء:

المراقبة والتشخيص: حيث يجمع البيانات من مجموعة مختلفة من أجهزة قياس، ثم يتم تفسير البيانات لاستخراج المعلومات ذات المغزى وتقديم المعلومات التشخيصية للمهندسين كما يتم تغيير تلقائي لنظام الطاقة وإعدادات المصنع.

التحكم الموزع: مع إدخال التوليد الموزع للطاقة، والتحكم في الحمل، فإن التشغيل الحديث لنظام الطاقة معقد للغاية بالتالي لم يعد النهج الحالي لاستخدام نظام سكادا كافيا لعمليات التحكم إذ من المطلوب توفر تحكم محلي وسريع وقابل للتكييف (وهذا ما يؤمنه نظام متعدد العملاء).

. ذكرت المقالة بعض تحديات النظام متعدد العملاء:

المنصات: يوجد العديد من المنصات في النظام متعدد العملاء ، ومع ذلك فإن الاختيار الحكيم مطلوب لضمان التوافق على المدى الطويل والقوة المطلوبة للتطبيقات على الانترنت

تصميم العميل الذكي: يحتاج الباحثون إلى إرشادات حول كيفية تصميم العميل الذكي أو معرفة الخيارات المتاحة.

لغات التواصل للعميل والتي تحددها مؤسسة العملاء المادية الأذكياء FIBA

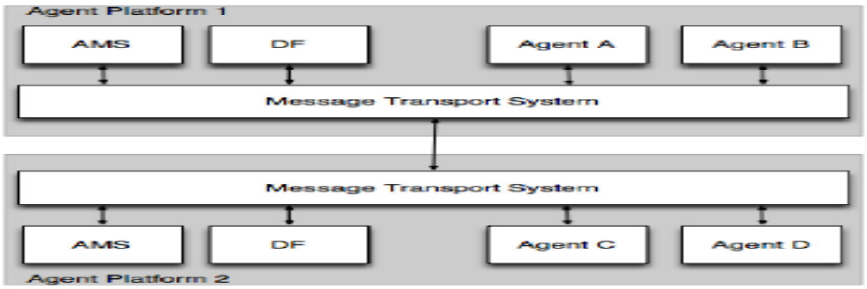
1-6-13- استخدام الأنظمة متعددة العملاء في تطبيقات هندسة الطاقة-الجزء الثاني: التقنيات، والمعايير، والأدوات اللازمة لبناء الأنظمة متعددة العملاء.

Stephen D. J. McArthur, Senior Member, IEEE, Euan M. Davidson, Member, IEEE, Victoria M. Catterson, Member, IEEE, Aris L. Dimeas, Student Member, IEEE, Nikos D. Hatziargyriou, Senior Member, IEEE, Ferdinanda Ponci,

Member, IEEE, and Toshihisa Funabashi, Senior Member, IEEE; *"Multi-Agent Systems for Power Engineering Applications- Part 2: Technologies, Standards, and Tools for Building Multi-Agent Systems"*; IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS, VOL. 22, NO. 4, NOVEMBER 2007

تذكر المقالة بنية النظام متعدد العملاء كما بالشكل(1-8):

يتضمن كل نظام عميلان مساعدان: عميل خدمة إدارة العميل (AMS)، وهو إلزامي ، وعميل الدليل (DF) ، وهو اختياري، ذكرت أن وكالة FIPA هي التي تحدد النموذج المرجعي لادارة العميل



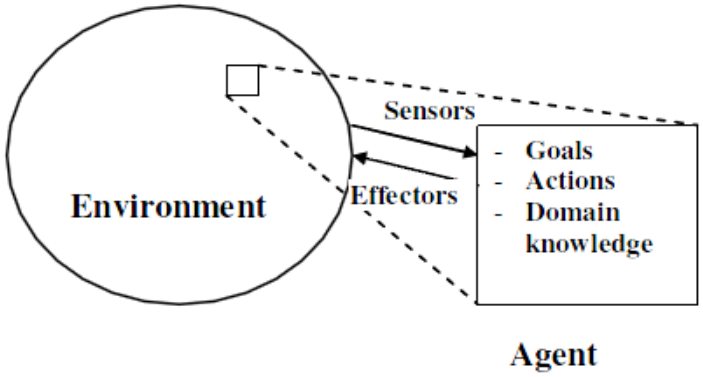
الشكل (1-8) نموذج لإدارة العملاء بحسب FIPA

تخطو معايير FIPA شوطا طويلا في تعزيز التشغيل البيني بين الأنظمة متعددة العوامل. إذا التزم المطورون المختلفون بنفس المجموعة من معايير FIPA ، فإن العملاء الذين قاموا بتطويرها يجب أن يكونوا قادرين ، في المستوى الأساسي ، على العمل المشترك.

1-6-14- العملاء والأنظمة متعددة العملاء: مقدمة مختصرة لمهندسي الطاقة الكهربائية.

Technical Report-Dr. Mevludin Glavic; *"Agents and Multi-Agent Systems: A Short Introduction for Power Engineers"*; University of Liege, Electrical Engineering and Computer Science Department; May, 2006

. ورد في المقال تعريف العميل والنظام متعدد العملاء و بيئة هذا النظام وبنيته كما بالشكل (1-9).



الشكل (1-9) بيئة العمل لعميل فردي

1-7- أقسام الرسالة (الفصول)

تقسم الرسالة إلى ستة فصول رئيسية:

يتضمن الفصل الأول الاطار العام للبحث حيث يشرح أهمية البحث ومبرراته وتساؤلات البحث والهدف منه كما أنه يذكر دراسة مرجعية عن بعض المراجع التي ذكرت مواضيع مشابهة ومتعلقة بموضوع البحث وتلقي الضوء على المشكلات والحلول المطروحة والنتائج التي خلصت إليها هذه المراجع.

وبعدها ننتقل للفصل الثاني الذي يشرح بشكل مستفيض النظام متعدد العملاء من حيث التعاريف والمصطلحات الخاصة بهذا النظام وخصائص ومميزات العملاء بالاضافة لشرح المواصفات القياسية لتصميم العملاء بحسب FIPA.

بينما يوضح الفصل الثالث طريقة تصميم عملاء عناصر الشبكة الكهربائية التي هي عميل المولدات وعميل الأحمال وعميل جريان الحمولة، كما يشرح طريقة العمل على منصة JADE التي تدعم نظرية النظام متعدد العملاء بحسب مواصفات FIPA .

أما في الفصل الرابع سنقوم بتطبيق الخوارزميات الخاصة بعملاء الأحمال والمولدات وجريان الحمولة التي تم شرحها في الفصل الثالث على شبكة نموذجية مؤلفة من 4 عقد.

وفي الفصل الخامس سنقوم ببناء خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع للشبكة الكهربائية النموذجية المذكورة في الفصل الثالث، وتطبيق هذه الخوارزمية باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء.

وسننتقل بعدها لى الدراسة العملية في الفصل السادس حيث سنقوم بتطبيق خوارزمية التنسيق السابقة الذكر باستخدام النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV 66.

الفصل الثاني:

النظام متعدد العملاء .

2-1- مقدمة:

الأنظمة متعددة العملاء هي أنظمة حاسوبية موزعة. مثل جميع الأنظمة الموزعة ، فهي تتكون من عدة كيانات حسابية تفاعلية (MOHAMMED. OSMAN,2017,p22). ومع ذلك ، على عكس الأنظمة الموزعة الكلاسيكية هم والكيانات المكونة لهم (عملاء) أذكياء. تتسم الأنظمة متعددة العملاء بأهمية كبيرة في العديد من التطبيقات الحالية والمستقبلية لعلوم الكمبيوتر. على سبيل المثال ، تنشأ في أنظمة التبادل الإلكتروني للبيانات ، ومراقبة الحركة الجوية ، وأتمتة التصنيع ، والعمل التعاوني المدعوم بالحاسوب ، والخدمات المصرفية الإلكترونية ، وكذلك في الروبوتات وأنظمة المعلومات غير المتجانسة(Jing Xie& others,2017,3)، يمكن استخدام الأنظمة متعددة العملاء لحل المشكلات التي يصعب أو يستحيل على العميل الفردي أو النظام المتجانس حلها.

2-2- نظرية النظام متعدد العملاء:

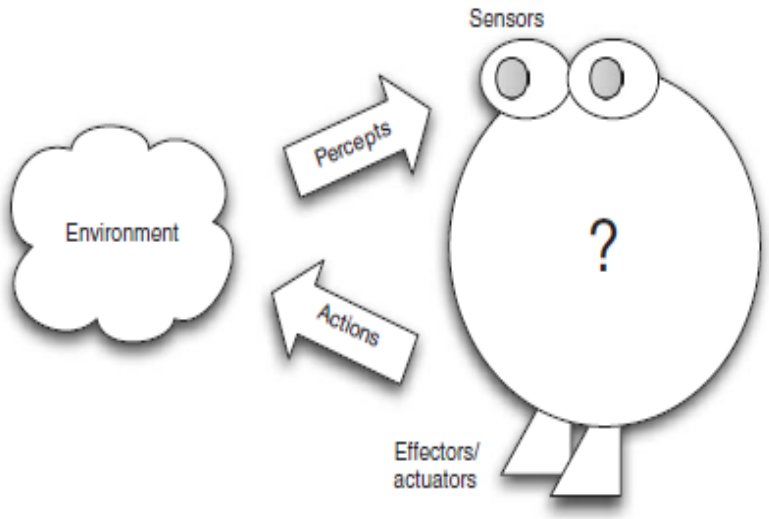
المزايا الرئيسية لـ MAS هي المتانة والقابلية للتطوير . يقصد بالمتانة على أنه إذا تم تقاسم السيطرة والمسؤوليات بشكل كافٍ بين العملاء داخل MAS ، فإن النظام يمكن أن يتسامح مع فشل عميل واحد أو أكثر. ويقصد بقابلية التطوير أن إضافة عوامل جديدة إلى MAS أسهل من إضافة قدرات جديدة إلى نظام متآلف. هذه المزايا تجعل MAS طريقة مريحة وغير مكلفة لتنفيذ شبكة صغيرة حيث تسمح الطبيعة المستقلة للعوامل MAS بالتعامل مع المشكلات والتحكم في شبكة الكهرباء بموثوقية عالية مما يقلل الحاجة للإشراف البشري(Fatima Zahra Harmouch&others,2019,8).

استخدام تقنية MAS في التحكم في شبكة Microgrid يحل العديد من المشاكل التشغيلية المحددة. أولاً، تمتلك وحدات (التوليد الموزع) الصغيرة DG مالكين مختلفين ، ويجب اتخاذ العديد من القرارات محليًا ، لذا فإن التحكم المركزي صعب. وثانياً، تتطلب الشبكات الدقيقة التي تعمل في السوق أن تكون إجراءات التحكم لكل وحدة مشاركة في السوق بدرجة معينة من الذكاء. وأخيرًا ، فإن وحدات DG المحلية

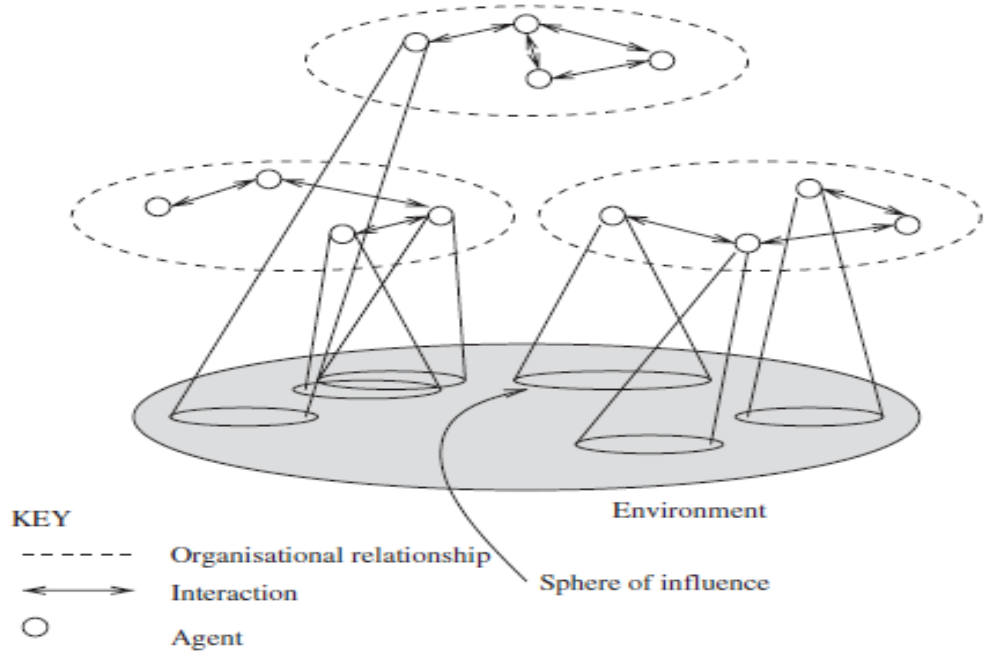
لها أيضًا مهام أخرى بالاضافة لبيع الطاقة للشبكة: وهي تأمين التدفئة للمنشآت المحلية ، أو الحفاظ على الجهد محليًا عند مستوى معين أو توفير نظام احتياطي للأحمال الحرجة المحلية في حالة فشل النظام الرئيسي. تشير هذه المهام إلى أهمية التحكم الموزع والتشغيل المستقل الذي يحققها MAS.(Ghezlane Halhoul Merabet&Others,2014,2).

2-2-1- خصائص العملاء:

لنكون أكثر دقة بشأن أنواع الخصائص التي نفكر بها عندما نتحدث عن العملاء. نحن نعتبر العملاء ليكونوا أنظمة موجودين في بيئات(Michael Wooldridge,2002,36). ونقصد بذلك أن العوامل قادرة على استشعار بيئتها (عبر المستشعرات) كما في الشكل (2-1)، ولها مجموعة من الإجراءات التي يمكن أن تقوم بها (عن طريق الاستجابة أو التحكم) من أجل تعديل بيئتهم.



الشكل (2-1) تأثير العميل على البيئة الخاصة به (Rafael H& others , 2007, p27)



الشكل(2-2) البنية النموذجية للنظام متعدد العملاء (Rafael H& others , 2007, p27)

قد تكون البيئة التي يشغلها العميل مادية (في حالة الروبوتات التي تسكن العالم المادي) أو بيئة برامج (في حالة وجود عميل برمجيات يسكن نظام أو شبكة تشغيل كمبيوتر). على الرغم من أن العملاء يستطيعون القيام بأفعال تغير بيئتهم كما في الشكل(2-2)، إلا أنهم لا يستطيعون السيطرة عليها بشكل عام. في كثير من الأحيان يكون ذلك بسبب وجود عملاء آخرين في البيئة ، والتي تظهر السيطرة على الجزء الخاص بها من البيئة.

وبصرف النظر عن كون العملاء تقع في بيئة ، فإنه يجب أن يكون لديهم الخصائص التالية (Rafael H& others , 2007, p2):

*الحكم الذاتي Autonomy

هو القدرة على العمل بشكل مستقل من أجل تحقيق الأهداف التي الموكلة إل العميل. وهكذا ، على أقل تقدير ، يقوم العميل المستقل باتخاذ قرارات مستقلة حول كيفية تحقيق أهدافه، فقراراته (ومن ثم أفعاله) تخضع لسيطرته الخاصة ، ولا يحركها الآخرون.

*الاستباقية Proactiveness

تعني روح المبادرة القدرة على إظهار السلوك الموجه نحو الهدف. إذا تم تفويض أحد العملاءلهدف معين ، فإننا نتوقع من العميل محاولة تحقيق هذا الهدف. تستبعد Proactiveness العملاء السلبيين تماماً الذين لا يحاولون أبداً فعل أي شيء(Stephen D. J. McArthur&others,2007,2).

*التفاعلية Reactiveness

أن تكون متفاعلة تعني أن تستجيب للتغيرات في البيئة. في الحياة اليومية ، نادرا ما تعمل الخطط بسلاسة. حيث يتم إحباطها بشكل متكرر ، عن طريق الخطأ أو عمدا. وعندما ندرك أن خططنا قد فشلت ، فإننا نستجيب ، ونختار مسارًا بديلاً للعمل. (وهكذا يجب أن يكون الميل حيث أنه في النهاية هو برنامج تقليدي في الكمبيوتر: ومجرد أجزاء من الكود المصمم لتحقيق أهداف معينة)(Stephen D. J. McArthur&others,2007,2).

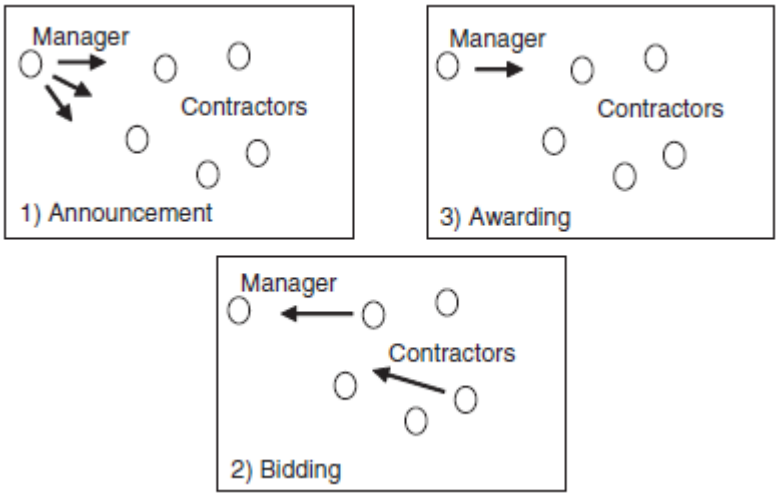
*القدرة الاجتماعية Social ability

كل يوم ، تقوم ملايين أجهزة الكمبيوتر في جميع أنحاء العالم بتبادل المعلومات بشكل روتيني مع البشر وأجهزة الكمبيوتر الأخرى. وبهذا المعنى ، فإن بناء أنظمة الكمبيوتر التي لديها نوع من القدرة الاجتماعية ليست صعبة. ومع ذلك ، فإن القدرة الاجتماعية ليست فقط هي القدرة على تبادل البيانات وإنما هي قدرة العملاء على التعاون وتنسيق الأنشطة مع العملاء الآخرين ، من أجل تحقيق أهدافها. من أجل تحقيق هذا النوع من القدرة الاجتماعية ، من المفيد أن يكون لدينا عملاء لا يستطيعون التواصل فقط من حيث تبادل البيانات ولكن يمكن التواصل على مستوى المعرفة. أي أننا نريد أن يكون العملاء قادرين على إيصال معتقداتهم وأهدافهم وخططهم لبعضهم البعض (Stephen D. J. McArthur&others,2007,2).

2-2-2- الاتصال والتنسيق

أحد المكونات الرئيسية للأنظمة متعددة العملاءهو الاتصال. في الواقع ، يجب أن يكون العملاءقادرين على التواصل مع المستخدمين وموارد النظام ومع بعضهم البعض إذا كانوا بحاجة إلى التعاون والتفاوض وما إلى ذلك (THILLAINATHAN LOGENTHIRAN,2012,47). يتفاعل العملاء مع بعضهم البعض عن طريق استخدام بعض لغات الاتصال الخاصة ، والتي تسمى لغات اتصال العملاء، والتي تعتمد على نظرية فعل الكلام (سيرل ، 1969) والتي توفر فصلًا بين الأفعال التواصلية ولغة المحتوى. أول لغة تواصل مع العميل على نطاق واسع كانت KQML (مايفيلد وآخرون ، 1996). إنها لغة وبروتوكول لتبادل المعلومات والمعارف التي تحدد عددًا من الأفعال المنفذة وتتيح تمثيل محتوى الرسالة بلغة من الدرجة الأولى تشبه المنطق تسمى KIF (Fabio Bellifemine& others,2004, p6)

حاليا لغة الاتصال العميل الأكثر استخداما ودراسة هي FIPA ACL . تتمثل ميزات FIPA ACL في إمكانية استخدام لغات محتوى مختلفة وإدارة المحادثات من خلال بروتوكولات التفاعل المحددة مسبقًا. الاتصال بين العملاء هو عملية هامة للمساعدة في ضمان عمل البيئة التي يعيش فيها العملاء بطريقة متماسكة (.Nwana et al، 1996). هناك عدة أسباب وراء الحاجة إلى التنسيق بين العملاء، بما في ذلك: (1) قد تتسبب أهداف العملاء في تضارب بين تصرفاتها، (2) قد تكون أهداف العملاء مترابطة ، (3) قد يكون للعملاء قدرات مختلفة ومعرفة مختلفة ، و (4) قد تتحقق أهداف العملاء بسرعة أكبر إذا عمل العملاءالمختلفون على كل منها، يوضح الشكل (2-3) مراحل بروتوكول التعاقد بين العملاء.



الشكل (2-3) مراحل بروتوكول التعاقد بين العملاء(Fabio Bellifemine& others,2004, p6)

2-2-3- لغة البرمجة والأدوات:

تعد لغات ومنصات وأدوات تطوير الأنظمة متعددة العملاء عناصر مهمة يمكن أن تؤثر على نشر واستخدام تقنيات العميل عبر مجالات التطبيق المختلفة. في الواقع ، يعتمد نجاح الأنظمة متعددة العملاء إلى حد كبير على توفر التكنولوجيا المناسبة (أي لغات البرمجة ومكتبات البرمجيات وأدوات التطوير) .

تعد لغات البرمجة الموجهة للعملاء هي فئة جديدة من لغات البرمجة التي تركز على مراعاة الخصائص الرئيسية للأنظمة متعددة العملاء.

تعد المنصات وأطر البرامج بمثابة وسيلة أساسية أخرى تمكن من تطوير الأنظمة متعددة العملاء. توفر معظمها وسيلة لنشر هذه الأنظمة على أنواع مختلفة من الأجهزة وأنظمة التشغيل ، وعادة ما توفر وسيلة لدعم تنفيذ العمليات الأساسية مثل الاتصالات والتنسيق. الهدف من بعض هذه المنصات والأطر هو توفير وظائف متوافقة مع FIPA لدعم التشغيل البيني بين أنظمة متعددة العملاءالمختلفة. علاوة على ذلك ، يهدف البعض أيضًا إلى دعم أنواع مختلفة من الأجهزة وشبكات الاتصالات وهندسة العملاء(Fabio Bellifemine& others,2004, p8).

من الخصائص المهمة التي يجب أن توفرها الأنظمة متعددة العملاءالقدرة على دعم التشغيل بين أنظمة البرامج القديمة. لذلك ، فإن توفر أدوات البرمجيات يمكن أن يكون مفتاح نجاحها. يعد الإنترنت أحد مجالات التطبيق الأكثر أهمية ، والتي تستخدم لتوفير إمكانية التشغيل بين أنظمة البرامج القديمة ؛ لذلك ، يتم توجيه الكثير من أعمال البحث والتطوير الحالية نحو توفير تقنيات وأدوات برمجية مناسبة لدمج أنظمة متعددة العملاء مع تقنيات الويب.

2-3- تعاريف ومصطلحات:

2-3-1-تعريف العميل وخصائصه:

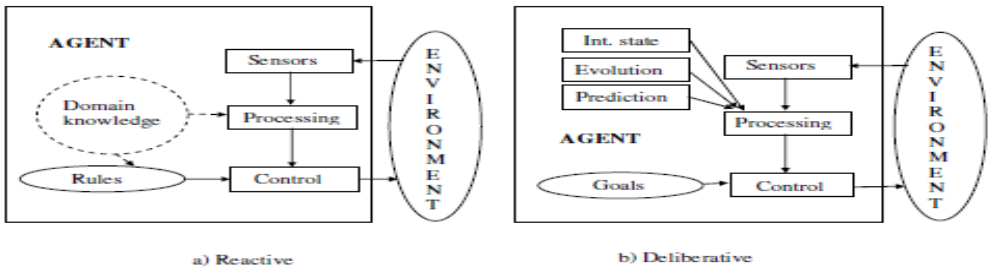
العميل هو أي كيان (فعلي أو افتراضي) يستشعر بيئته ويتصرف بها. والكيانات المادية التي يمكن اعتبارها عملاء ، في حالة نظام الطاقة ، هي أي وحدة تحكم تتحكم مباشرة في مكون نظام طاقة معين أو جزءًا من النظام (Dr. Mevludin Glavic,2006,p3)، حيث يوضح الشكل(2-4) العملاء المتفاعلين وردود أفعالها.

الكيان الافتراضي الذي يمكن اعتباره كعميل هو جزء من برنامج يتلقى مدخلات من بيئة وينتج مخرجات تبدأ العمل وفقها.

وكثيراً ما يكون العميل عبارة عن مزيج من البنية الفيزيائية (بنية الحساب) والواجهة الظاهرية (جزء من برنامج يعمل على البنية الحسابية).

هناك تعريف أكثر دقة للعميل ، وهو في الواقع امتداد للتعريف المذكور أعلاه ، "العملاء المستقلون هم أنظمة حاسوبية تسكن في بيئة ديناميكية معقدة، وبذلك تحقق مجموعة من الأهداف أو المهام التي تتناسب مع هذه البيئة".

إن مفهوم البيئة التي يسكنها العميل(Michael Wooldridge,2002,17) (يقع في أو يوضع ببساطة في موضع) يشتمل على الأنظمة المادية (كما في الهندسة) ، أو نظام التشغيل ، أو الإنترنت ، أو ربما بعض هذه الأنظمة مجتمعة.



الشكل(2-4) العملاء المتفاعلين وردود أفعالها (Dr. Mevludin Glavic,2006,p3).

يسرد الجدول (2-1) (Dr. Mevludin Glavic,2006,p5)،(Leo Raju&others,2016,3) العديد من الخصائص التي يمكن مواجهتها في الأدبيات.

الجدول (2-1) بعض خصائص العميل (Dr. Mevludin Glavic,2006,p5)

Property خاصية	Other names	Meaning
Reactive تفاعلي	Reflex, sensing and acting المنعكس ، الاستشعار عن بعد والتمثيل	Responds in a timely fashion to changes in the environment يستجيب في الوقت المناسب للتغيرات في البيئة
Autonomous مستقل		Exercises control over its own actions السيطرة على التدريبات على أفعالها
Goal-oriented موجهة نحو الهدف	Pro-active, purposeful استباقية و هادفة	Does not simply act in response to the environment لا يعمل ببساطة استجابة للبيئة
Temporally continuous المستمر بشكل مؤقت		Is a continuously running process هي عملية قيد التشغيل بشكل مستمر

Communicative اتصالي	Socially able قادرة اجتماعيا	Communicates with other agents يتواصل مع عملاء آخرين
Learning تعلم	Adaptive التكيف	Changes its behavior based on its previous experience يغير سلوكه بناء على خبرته السابقة
Mobile متحرك		Able to transport itself from one machine to another (this is associated manly with software agents) قادرة على نقل نفسها من جهاز واحد إلى آخر (وهذا مرتبط بشكل رجولي مع عملاء البرامج)
Flexible مرن		Actions are not scripted لا يتم كتابتها الإجراءات

2-3-2- أساسيات العملاء الماديين والأذكياء (FIPA) THE FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS:

هي جمعية دولية غير ربحية تأسست عام 1996 لتطوير مجموعة المعايير المتعلقة بالعملاء، وهي تضم مجموعة من المنظمات الصناعية والأكاديمية. وضعت العديد من القوانين لإنتاج مجموعة من المواصفات القياسية القانونية لتقنيات برمجيات عميل (Fabio Bellifemine& others,2004, p10).

تحدد مواصفات بنية FIPA كيف يمكن للعميل تحديد موقع بعضهم البعض والتواصل مع بعضهم البعض من خلال تسجيل أنفسهم وتبادل الرسائل(Michael Wooldridge,2002,36). يتواصل العملاءمن خلال تبادل الرسائل التي تمثل أعمال الكلام والتي يتم ترميزها بلغة اتصال العميل.

تقدم الخدمات الدعم للعملاء وتشمل خدمات دليل العملاء وخدمات نقل الرسائل وخدمات الصفحات الصفراء. حيث أن بنية FIPA توضح بشكل صريح كيفية تقديم الخدمات ، مشيرة إلى أنه يمكن تنفيذها إما كعملاء أو كبرنامج يتم الوصول إليه باستخدام البرمجة. العميل الذي يقدم الخدمة مقيد في سلوكه أكثر من عميل الأغراض العامة. حيث يتعين على هؤلاء العملاء الحفاظ على دلالات الخدمة. هذا يعني

أن هؤلاء العملاءلا يتمتعون بدرجة الاستقلالية التي تنسب عادةً إلى العملاء. لا يجوز لهم رفض تقديم الخدمة بشكل تعسفي.

بعض العناصر الأكثر أهمية التي حددتها مواصفات بنية FIPA هي:

*رسائل العميل هي الشكل الأساسي للتواصل بين العملاء.

*بنية الرسالة هي مجموعة من القيم الأساسية المكتوبة في FIPA-ACL.(Ing. Petr Kadera,2015,67) يتم التعبير عن محتوى الرسالة بلغة المحتوى ، مثل FIPA-SL أو FIPA-KIF ، يمكن أن تحتوي الرسائل بشكل متكرر على رسائل أخرى ضمن محتواها ويجب أن تحتوي على معلمات رئيسية مثل أسماء المرسل والمستقبل. قبل إرسال الرسائل يجب ترميزها في حمولة ومغلف نقل الرسائل لبروتوكول معين قيد الاستخدام(Abhilash Kantamnenia&others,2015,10,17).

* يتم تعريف خدمة نقل الرسائل بأنها وسيلة لإرسال واستقبال رسائل النقل بين العملاء. يعتبر هذا عنصرًا إلزاميًا في أنظمة عملاء FIPA.

*يتم تعريف خدمة دليل العملاء كمستودع معلومات مشترك حيث يمكن للعملاء نشر إدخالات دليل العملاءالخاصة بهم والتي قد يبحثون فيها عن إدخالات دليل العميل ذات الاهتمام. يعتبر هذا عنصرًا إلزاميًا في أنظمة عملاء FIPA.

*يتم تعريف خدمة الصفحات الصفراء على أنها مستودع مشترك حيث يمكن للعملاء اكتشاف الخدمات. تشمل الخدمات ، على سبيل المثال ، خدمات نقل الرسائل وخدمات دليل العملاء وخدمات تخزين الرسائل مؤقتًا. يمكن أيضًا استخدام خدمة دليل الصفحات الصفراء لتخزين أوصاف الخدمات مثل الخدمات التجارية والخدمات الموجهة للأعمال. يعتبر هذا عنصرًا إلزاميًا في أنظمة عملاء FIPA.

2-4-المواصفات القياسية لتصميم العملاء

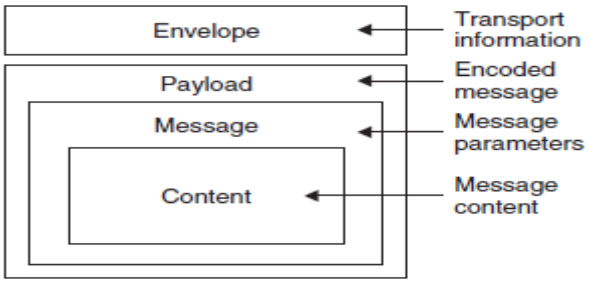
حتى الآن أنتجت FIPA 25 معيارًا قياسيًا ، مع بقاء 14 معيارًا آخر في المرحلة التجريبية ، و 3 في المرحلة الأولية. في هذا القسم ، نسلط الضوء على مجموعة مختارة من المواصفات القياسية الرئيسية بترتيب منطقي ، وليس رقمي (Fabio Bellifemine& others,2004, p16).

2-4-1-مواصفات بنية رسائل FIPA-ACL (SC00061)

تتألف مجموعة FIPA-ACL المؤلفة من 22 فعلًا للتواصل (Ing. Petr Kadera,2015,67). وتستند FIPA-ACL إلى نظرية فعل الكلام التي تنص على أن الرسائل تمثل أفعال تواصل - تعرف أيضًا باسم أفعال الكلام أو الأداء. بعض الأفعال الأكثر شيوعًا هي الإعلام والطلب والموافقة وعدم الفهم والرفض.

جاء في معايير FIPA أنه لكي يكون العميل متوافقًا تمامًا مع البيئة المحيطة، يجب أن يكون قادرًا على تلقي أي رسالة فعلية من FIPA-ACL والرد على الأقل برسالة غير مفهومة إذا تعذر معالجة الرسالة المستلمة(Joyer Benedict Lobo&others,3).

بناءً على أفعال التواصل هذه ، حددت FIPA مجموعة من بروتوكولات التفاعل ، كل منها يتكون من سلسلة من أفعال التواصل لتنسيق إجراءات الرسائل المتعددة ، مثل شبكة العقود لإبرام الاتفاقيات وأنواع عديدة من المزادات، ويوضح الشكل(2-5) هيكل رسالة FIPA.



الشكل(2-5) هيكل رسالة FIPA (Fabio Bellifemine& others,2004, p16)

تحتوي رسالة FIPA-ACL على رسالة واحدة أو أكثر. على وجه التحديد ، المعلومات اللازمة للتواصل الفعال مع العميل والتي ستختلف وفقًا للحالة. المعلومة الوحيدة التي هي إلزامية في جميع رسائل ACL هي الأداء ، على الرغم من أنه من المتوقع أن تحتوي معظم رسائل ACL أيضًا على معلومات المرسل والمستقبل والمحتوى. ترد معلمات رسالة FIPA-ACL في الجدول(2-2)

الجدول(2-2) معلومات رسالة ACL (Fabio Bellifemine& others,2004, p16)

Parameter	Description
performative	Type of the communicative act of the message
sender	Identity of the sender of the message
receiver	Identity of the intended recipients of the message
reply-to	Which agent to direct subsequent messages to within a conversation thread
content	Content of the message
language	Language in which the content parameter is expressed
encoding	Specific encoding of the message content
ontology	Reference to an ontology to give meaning to symbols in the message content
protocol	Interaction protocol used to structure a conversation
conversation-id	Unique identity of a conversation thread
reply-with	An expression to be used by a responding agent to identify the message
in-reply-to	Reference to an earlier action to which the message is a reply
reply-by	A time/date indicating by when a reply should be received

2-4-2-مواصفات مكتبة قانون التواصل FIPA-ACL (SC00037)

يعرّف FIPA-ACL الاتصالات من حيث وظيفة أو إجراء يسمى الفعل التواصلي (CA) (Ing. Petr Kadera,2015,67). يوفر هذا المعيار مكتبة لجميع المراجع المصدقة من قبل FIPA. يتم سرد مجموعة أفعال التواصل المصدقة في FIPA في الجدول(2-3).

الجدول(2-3) أفعال التواصل في FIPA (Fabio Bellifemine& others,2004, p16)

FIPA communicative act	Description
Accept Proposal	The action of accepting a previously submitted proposal to perform an action
Agree	The action of agreeing to perform some action, possibly in the future
Cancel	The action of one agent informing another agent that the first agent no longer has the intention that the second agent performs some action
Call for Proposal	The action of calling for proposals to perform a given action
Confirm	The sender informs the receiver that a given proposition is true, where the receiver is known to be uncertain about the proposition
Disconfirm	The sender informs the receiver that a given proposition is false, where the receiver is known to believe, or believe it likely that, the proposition is true
Failure	The action of telling another agent that an action was attempted but the attempt failed
Inform	The sender informs the receiver that a given proposition is true
Inform If	A macro action for the agent of the action to inform the recipient whether or not a proposition is true
Inform Ref	A macro action allowing the sender to inform the receiver of some object believed by the sender to correspond to a specific descriptor, for example a name
Not Understood	The sender of the act (for example, *i*) informs the receiver (for example, *j*) that it perceived that *j* performed some action, but that *i* did not understand what *j* just did. A particular common case is that *i* tells *j* that *i* did not understand the message that *j* has just sent to *i*
Propagate	The sender intends that the receiver treat the embedded message as sent directly to the receiver, and wants the receiver to identify the agents denoted by the given descriptor and send the received propagate message to them
Propose	The action of submitting a proposal to perform a certain action, given certain preconditions
Proxy	The sender wants the receiver to select target agents denoted by a given description and to send an embedded message to them
Query If	The action of asking another agent whether or not a given proposition is true
Query Ref	The action of asking another agent for the object referred to by a referential expression
Refuse	The action of refusing to perform a given action, and explaining the reason for the refusal
Reject Proposal	The action of rejecting a proposal to perform some action during a negotiation
Request	The sender requests the receiver to perform some action One important class of uses of the request act is to request the receiver to perform another communicative act
Request When	The sender wants the receiver to perform some action when some given proposition becomes true
Request Whenever	The sender wants the receiver to perform some action as soon as some proposition becomes true and thereafter each time the proposition becomes true again
Subscribe	The act of requesting a persistent intention to notify the sender of the value of a reference, and to notify again whenever the object identified by the reference changes

بشكل عام ، تستند أفعال التواصل (CA) إلى نظرية فعل الكلام التي تحدد وظائف الإجراءات المحددة ببساطة. هذه الوظائف مفصّلة في مواصفات مكتبة FIPA CA (FIPA37) (S. D. J.) (McArthur&others,2007,4.

يمكن أن تؤدي الرسالة وظائف متعددة في نفس الوقت. على سبيل المثال ، يتم وصف FIPA CA Agree على أنه إجراء الموافقة على أداء بعض الأعمال في المستقبل. تدعم جميع FIPA CA بشكل أساسي الوظيفة التعبيرية كدالة ثانوية حيث يتم تعريفها في شكل منطق مشروط يعبر عن المواقف والنوايا والمعتقدات.

2-4-3- مواصفات لغة محتوى FIPA-SL (SC00008)

يتم استخدام لغة الدلالة FIPA (SL) لتحديد الدلالات المقصودة في CA FIPA. يتم تعريف SL بأنه سلسلة من القواعد التعبيرية للأفعال أو المقترحات.

يعود الاختصار SL إلى اللغة النصية Semantic Language أي أن قوالب تشكيل الرسائل بين العملاء سيكون على شكل جمل نصية.

من أجل ذلك تم وضع قواعد لغوية لصياغة «عبارات جيدة التشكيل»WFF يلتزم بها كل من يستخدم هذه التقنية.

يحدد FIPA ثلاث مجموعات فرعية من SL (SL0 و SL1 و SL2)، ويقسم المعيار SL إلى ثلاث أقسام هي:

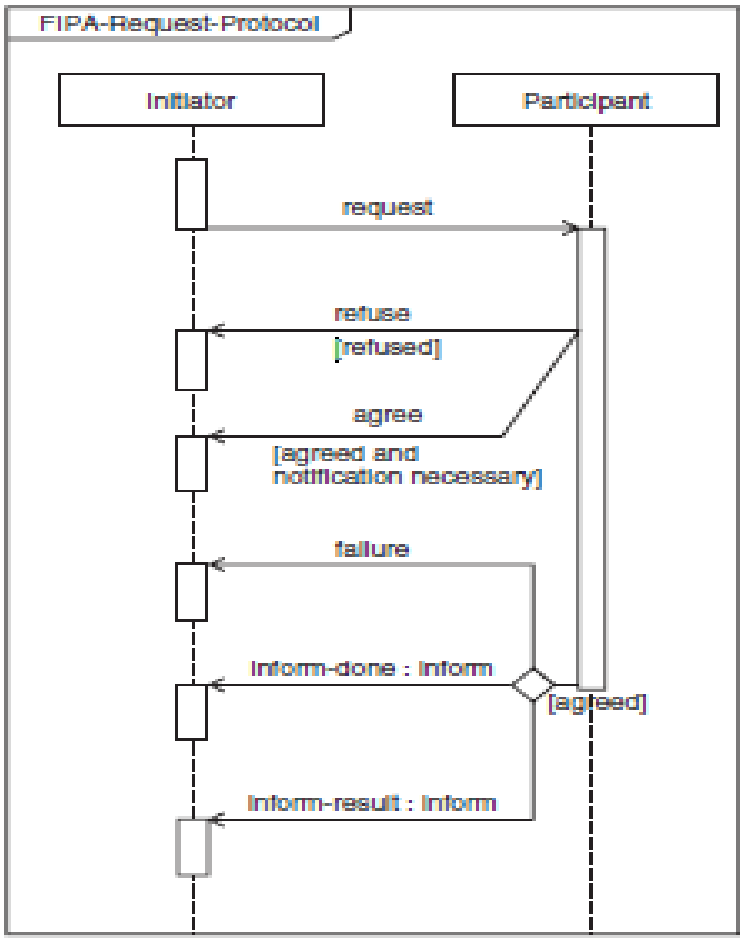
SL0 وهي القواعد اللغوية الأساسية لصياغة العبارات جيدة التشكيل.

SL1 هي إضافة الروابط المنطقية (and – Or - NAND) للقواعد السابقة

SL2 هي إضافة التوابع المنطقية والعمليات الجبرية و التفاعلية للقواعد SL1

2-4-4- مواصفات بروتوكول التفاعل بشأن طلب FIPA (SC00026)

يسمح بروتوكول التفاعل مع طلب لأحد العملاء ويدعى «البادئ» بطلب عميل آخر ويدعى «المشارك» لتنفيذ إجراء. يعالج المشارك الطلب، ويتخذ قرارًا بشأن قبول أو رفض الطلب(Fabio Bellifemine& others,2004, p16) كما هو موضح بالشكل(2-6)، (Yop Chung,2013,3).



الشكل(2-6) بروتوكول التفاعل مع طلب FIPA(Fabio Bellifemine& others,2004, p16)

بمجرد الموافقة على الطلب ، يجب على المشارك الرد إما بـ:

*«فشل» إذا فشلت في محاولة لملء الطلب ،

*«إعلام» – إذا أكمل الطلب بنجاح، وكان يرغب فقط في الإشارة إلى أنه تم تنفيذه، أو

*«إعلام بالنتائج» إذا كانت ترغب في الإشارة إلى أنه تم القيام بالعمل المطلوب وإعلام العميل «البادئ» بالنتائج.

بالإضافة إلى ذلك، يجوز للبادئ إلغاء عملية التفاعل من خلال البدء بإلغاء «بروتوكول التعريف» الموضح في الشكل

يتم تحديد أي تفاعل باستخدام بروتوكول التفاعل هذا بواسطة معلمة معرف، تم تعيينها بواسطة البادئ وتعيينها في بنية رسالة ACL. يجب على العملاءالمشاركين في التفاعل وضع علامة على جميع رسائل ACL الخاصة بها باستخدام معرف المحادثة هذا.

يتيح ذلك لكل عميل إدارة استراتيجيات وأنشطة الاتصال الخاصة به ؛ على سبيل المثال ، يسمح للعميل بتحديد المحادثات الفردية والعقلانية عبر السجلات التاريخية للمحادثات.

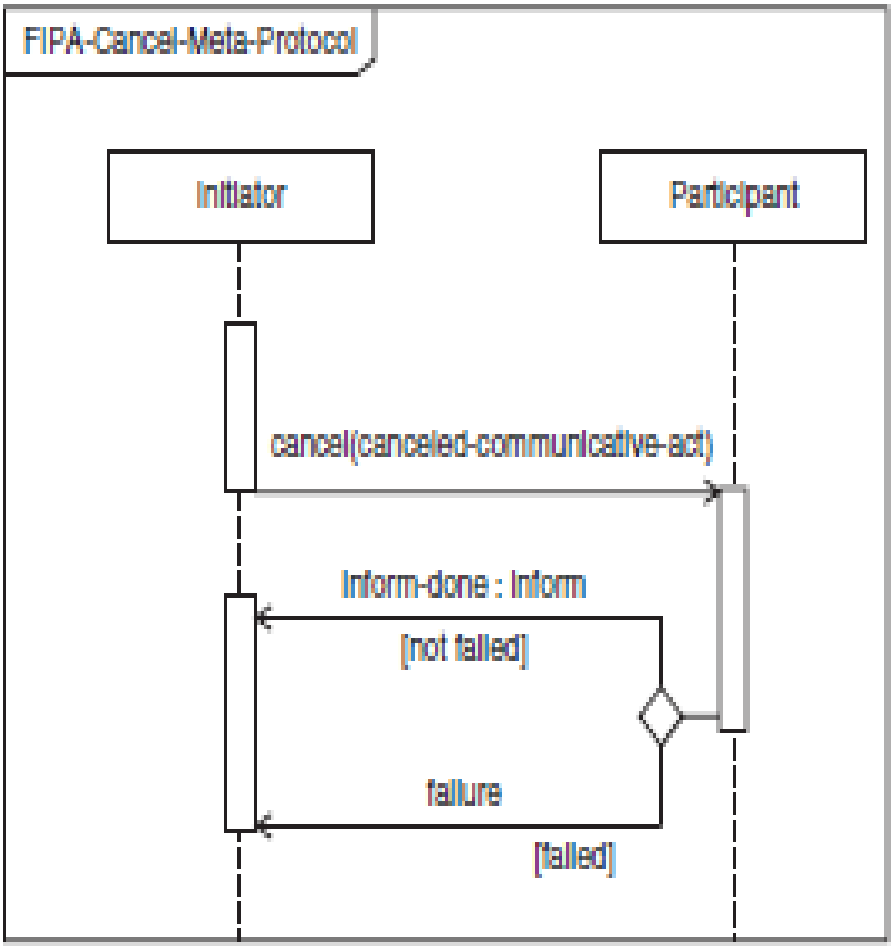
في أي وقت في IP ، يمكن لمستقبل الاتصالات إبلاغ المرسل بأنه لم يفهم ما تم إبلاغه. يتم تحقيق ذلك من خلال إرجاع رسالة غير مفهومة.

لا يوضح الشكل (2–7) اتصالًا غير مفهوم لأنه يمكن أن يحدث في أي وقت في IP.

قد ينقل الاتصال بطريقة غير مفهومة ضمن بروتوكول التفاعل IP بالكامل، وقد يعني إنهاء التفاعل أن أي التزامات يتم التعهد بها خلال التفاعل تكون لاغية وباطلة.

بالإضافة إلى ذلك ، في أي وقت في IP ، يجوز للبادئ إلغاء التفاعل من خلال بدء بروتوكول إلغاء التعريف الموضح في الشكل(2–7). تتطابق معلمة معرف المحادثة في تفاعل الإلغاء مع معلمة معرف المحادثة للتفاعل الذي يعتزم البادئ إزالته.

يجب تفسير دلالات الإلغاء على أنها تعني أن البادئ لم يعد مهتمًا بمواصلة التفاعل وأنه يجب إنهاؤه بطريقة مقبولة لدى كل من البادئ والمشارك. يقوم المشارك بإبلاغ البادئ بأن التفاعل يتم إلغاؤه باستخدام عبارة تم، أو يشير إلى فشل الإلغاء باستخدام عبارة الفشل.

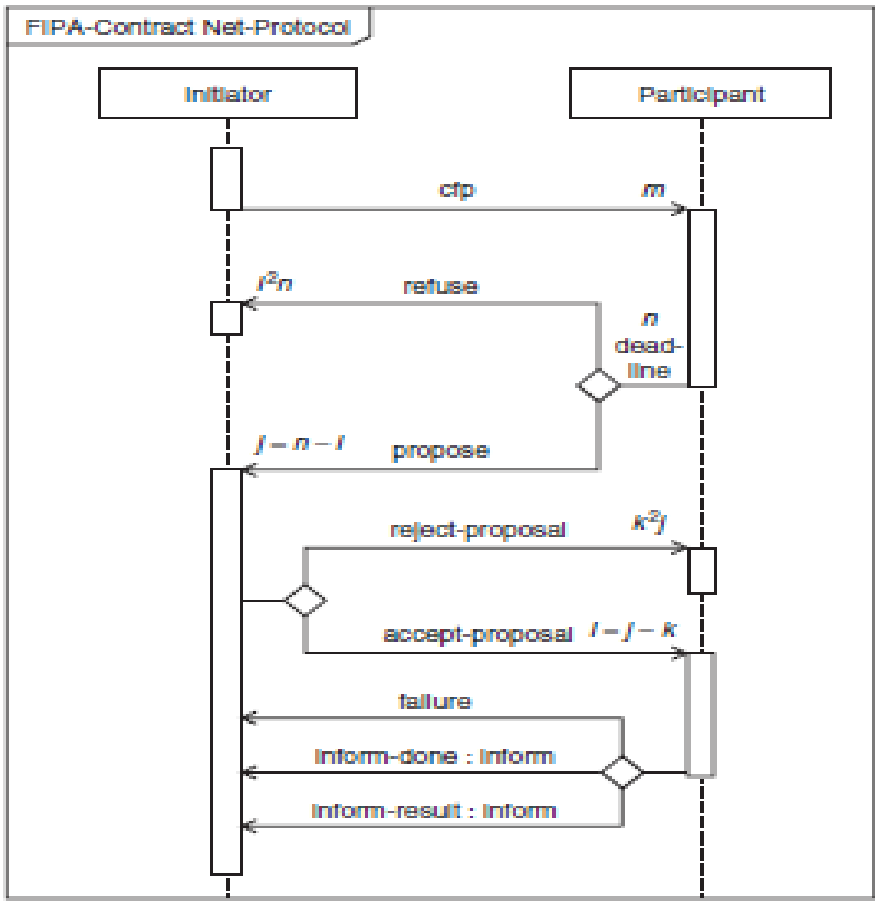


الشكل(2-7) إلغاء FIPA بروتوكول التعريف (Fabio Bellifemine& others,2004, p16)

2-4-5- مواصفات بروتوكول التفاعل أو التواصل مع أكثر من عميل (FIPA (SC00026

يصف بروتوكول التفاعل مع أكثر من عميل FIPA (IP) حالة عميل واحد «البادئ» الذي يرغب في القيام ببعض المهام بواسطة عميل واحد أو أكثر من العملاء الآخرين «المشاركون»(Yop Chung,2013,3).

بالنسبة لمهمة معينة ، قد يرد عدد من المشاركين على الاقتراح المقدم من قبل البادئ؛ ويجب أن يرفض الباقي. ثم تستمر المفاوضات مع المشاركين الذين ردوا على الاقتراح. تم توضيح FIPA (IP) في الشكل(2-8).



الشكل(2-8) بروتوكول FIPA التفاعل مع أكثر من عميل (Fabio Bellifemine& others,2004, p16)

يطلب البادئ اقتراحات من العملاءالآخرين عن طريق إصدار دعوة لتقديم المقترحات CA (cfp) تحدد المهمة وأية شروط يضعها البادئ عند تنفيذ المهمة.

يُنظر إلى المشاركين الذين يتلقون دعوة الاقتراحات على أنهم مقاولون محتملون وقادرون على توليد ردود. j هي اقتراحات لأداء المهمة. يتضمن اقتراح المشارك للشروط المسبقة للمهمة ، والتي قد تكون هي السعر

والوقت الذي سيتم فيه إنجاز المهمة ، إلخ. بدلاً من ذلك ، قد يرفض المشاركون في j - n = i اقتراحهم. بمجرد انقضاء الموعد النهائي ، يقوم البادئ بتقييم المقترحات الواردة وتختار العملاء لأداء المهمة .

سيتم إرسال العملاء المحددين إلى المرجع المصدق للقبول وسيحصل العملاءالمتبقون من k على رفض مقترح. تكون المقترحات ملزمة للمشارك ، بحيث يقبل المشارك التزام الاقتراح بأداء المهمة بمجرد قبول البادئ. بمجرد أن يكمل المشارك المهمة ، فإنه يرسل رسالة إتمام إلى البادئ في شكل (إعلام). ومع ذلك ، إذا فشل المشارك في إكمال المهمة ، يتم إرسال رسالة فشل.

يتطلب هذا IP من البادئ معرفة متى تلقى كل الردود. في حالة فشل أحد المشاركين في الرد إما باقتراح أو رفض المرجع المصدق ، فقد يتم ترك البادئ في انتظار إلى أجل غير مسمى. للحماية من ذلك ، يتضمن cfp CA موعدًا نهائيًا لتلقي الردود من قِبل البادئ. يتم تلقائيًا رفض المقترحات التي يتم تلقيها بعد الموعد النهائي لسبب محدد هو تأخر الاقتراح. يتم تحديد الموعد النهائي بواسطة معلمة الرد في رسالة ACL.

2-4-6- مواصفات خدمة نقل الرسائل FIPA (SC00067):

توفر خدمة نقل رسائل FIPA (MTS) آلية نقل رسائل FIPA-ACL بين العملاءالذين يستخدمون بروتوكول نقل الرسائل (MTP). يتم توفير MTS بواسطة قناة اتصال العميل (ACC).

تتكون الرسالة من جزأين: مغلف للرسالة للتعبير عن معلومات النقل وحمولتها للرسالة التي تتضمن رسالة ACL المشفرة الخاصة باتصال العميل. قد يستخدم MTP تمثيلًا داخليًا مختلفًا لوصف مغلف الرسالة ، ولكن يجب عليه التعبير عن المصطلحات نفسها ، وتمثيل نفس الدلالات وتنفيذ الإجراءات المقابلة. يشتمل مظروف الرسالة على مجموعة من المعلمات كل منها عبارة عن زوج اسم / قيمة مع الحقول الإلزامية من ، إلى ، من التاريخ ، وتمثيل acl. شكل(2-5)

يوفر ACC رسالة MTS وهو مسؤول عن إرسال واستقبال الرسائل على AP. يجب على ACC نقل الرسائل التي تتلقاها وفقًا لتعليمات النقل الواردة في مظروف الرسالة ومطلوب فقط لقراءة مظروف الرسالة ؛ لا يشترط تحليل حمولة الرسالة. عند تنفيذ مهام نقل الرسائل ، قد تكون هناك حاجة إلى ACC للحصول على معلومات من AMS أو DF على AP الخاصة بها. قد توفر بعض تطبيقات ACCs شكلاً من أشكال القدرة على التخزين المؤقت لمساعدة العملاءفي إدارة رسائلهم.

جدول(2-4) معلمات غلاف رسائل FIPA (Fabio Bellifemine& others,2004, p16)

Parameter	Description
to	The names of the primary recipients of the message
from	The name of the agent that sent the message
comments	Text comments
acl-representation	The syntax representation of the message payload
payload-length	The length in bytes of the message payload
payload-encoding	The language encoding of the message payload
date	The creation date and time of the message envelope
intended-receiver	The name of the agents to whom this instance of a message is to be delivered
received	A stamp indicating the receipt of a message by an ACC
transport-behaviour	The transport requirements of the message

*إذا تم استلام مغلف رسالة مع أكثر من معلمة للمستقبل المقصود ، يتم استخدام الأحدث.

*قبل إعادة توجيه الرسالة ، يضيف ACC معلمة مستلمة مكتملة إلى مظروف الرسالة.

2-5-الخاتمة:

قمنا بالفصل الحالي بشرح مفصل عن النظام متعدد العملاء حيث ذكرنا أهم مواصفاته ومميزاته وعناصر هذا النظام، كما ذكرنا بعض المواصفات القياسية المهمة للنظام متعدد العملاء بحسب FIPA، و معرفة هذه المواصفات ضرورية لفهم طريقة عمل وتصميم عملاء عناصر الشبكة الكهربائية.

الفصل الثالث:

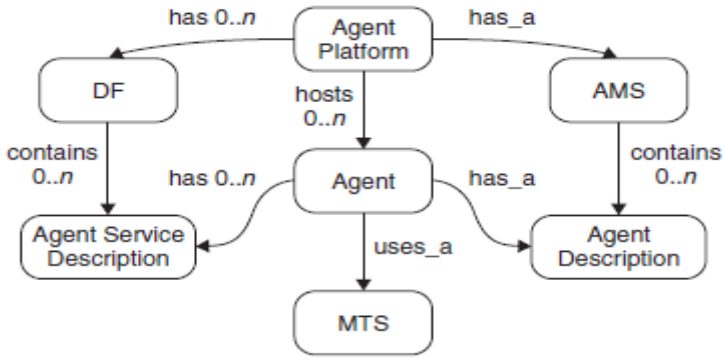
تصميم العملاء لعناصر الشبكة الكهربائية.

3-1- مقدمة:

يتم تصميم العملاء بواسطة برنامج ECLIPS الذي يدعم لغة الجافا التي هي اللغة المعتمدة في النظام متعدد العملاء، والتي بواسطتها ندخل الخوارزمية الخاصة بكل عميل والتي تحتوي بشكل ضمنى على المهمة الموكلة بكل عميل، كما أنه يتم الاستعانة بمنصة JADE المتوافقة مع قوانين FIPA والتي يمكن تشغيلها بعد برمجة العملاء عن طريق برنامج ECLIPS بهدف ارسال الرسائل والتواصل بين العملاء لتبادل المعلومات المطلوبة، وتم تحديد العوامل التي يجب تصميمها(Fenghui Ren&others,2013,2)(Yuji Ueda,2011,2) والتي هي:عميل المولدات،عميل الأحمال،عميل جريان الحمولة، العميل الرئيسي(المنسق).

3-2- لمحة عن المنصة JADE وبنيتها:

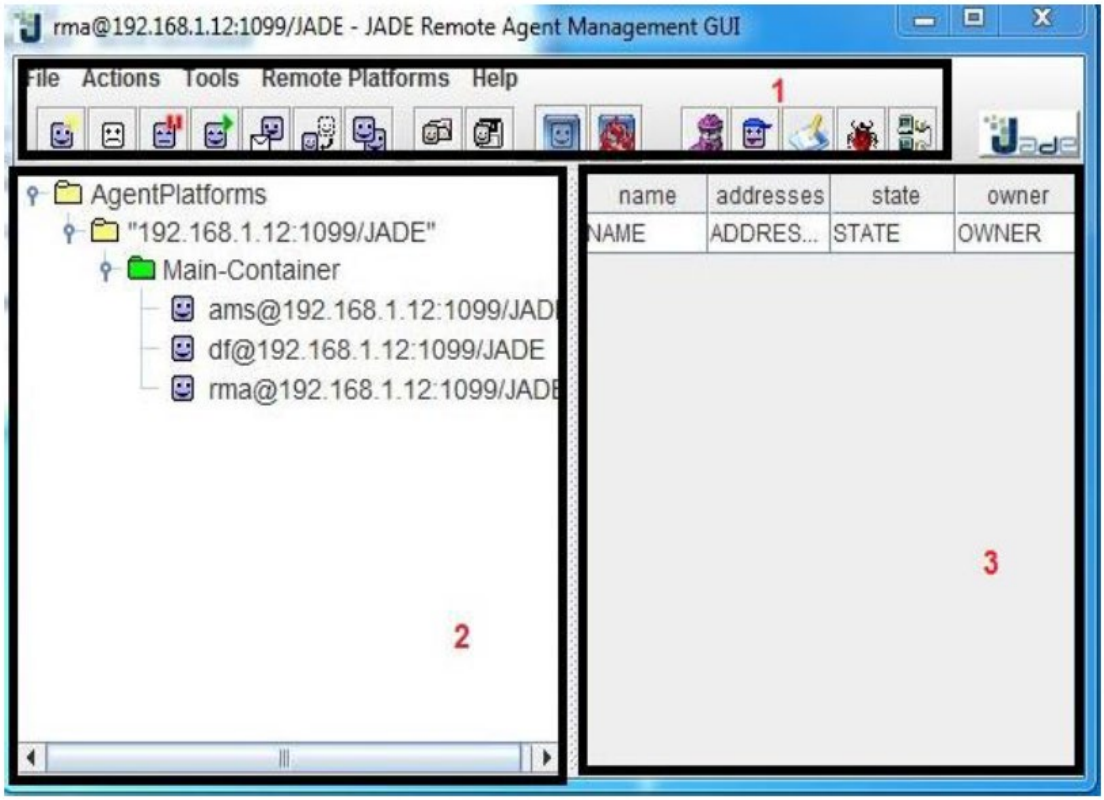
وهي إطار عمل معياري يمكن من خلاله وجود عملاء متوافقة مع FIPA وتشغيلها وإدارتها (Leo Raju&others,2016,3). وأيضا تحدد النموذج المرجعي المنطقي لإنشاء العملاء وتسجيلهم وموقعهم وتواصلهم وترحيلهم وتشغيلهم. يتكون النموذج المرجعي لإدارة العملاء من المكونات الموضحة في الشكل(3-1) (Fabio Bellifemine& others,2004, p15).



الشكل(3-1) بنية إدارة العميل (Fabio Bellifemine& others,2004, p15).

Jade هي اختصار ل Java Agent DEvelopment Framework ، وهي منصة برمجية مبرمجة ومنفذة بالكامل بواسطة لغة البرمجة جافا(Java) بهدف تسهيل تنفيذ الأنظمة متعددة العملاء من خلال طبقة برمجية وسيطة(middleware) متوافقة مع مواصفات FIPA ، ومجموعة من الأدوات الرسومية. المنصة Jade لها موقع رسمي هو: http://jade.tilab.com ، وفيه الملفات الاساسية للمنصة، دليل استخدامها، أمثلة، والمعلومات الاساسية لكفية العمل عليها.

تقسم واجهة المنصة إلى 3 أقسام رئيسية(Le Chen,2014,20) كما في الشكل(3-2)



الشكل(3-2) واجهة منصة JADE (Fabio Bellifemine& others,2004, p15)

القسم الأول يضم مجموعة الأوامر المتاحة، والثاني مخصص لعرض محتوى المنصة من الـ containers والعملاء بشكل شجري، أما القسم الثالث فيعرض معلومات العميل المحدد بالقسم الثاني.

3-2-1-منصة العميل (AP):

يوفر البنية الأساسية المادية التي يتم فيها نشر العملاء(Ghezlane Halhoul Merabet&Others,2014,5).. تتكون AP من الآليات وأنظمة التشغيل ومكونات إدارة العملاء FIPA والعملاء أنفسهم وأي برامج دعم إضافية.

3-2-2-ميسر الدليل DF:

DF هو مكون اختياري من AP يوفر خدمات الصفحات الصفراء لعملاء آخرين(Ghezlane Halhoul Merabet&Others,2014,5).. يحتفظ بقائمة دقيقة وكاملة من العملاء ويجب أن يقدم وفي الوقت المناسب أحدث المعلومات حول العملاء في الدليل الخاص به على أساس غير تمييزي. قد تدعم AP أكثر من DF واحدة والتي قد تتواصل مع بعضها البعض لتشكيل اتحادات.

يجب على كل عميل يرغب في الإعلان عن خدماته لعملاء آخرين العثور على DF مناسب وطلب تسجيل وصف العميل الخاص به. لا يوجد أي التزام مستقبلي أو التزام من جانب عميل التسجيل الضمني في عملية التسجيل. يمكن للعملاء فيما بعد طلب إلغاء تسجيل الوصف المتعلق بهذا العميل في أي وقت ولأي سبب ، قد يطلب العميل من DF تعديل الوصف الخاص به. بالإضافة إلى ذلك ، قد يصدر العميل طلب بحث إلى DF لاكتشاف الأوصاف المطابقة لمعايير البحث المتوفرة. ولا يضمن العميل DF صحة المعلومات المقدمة له. ومع ذلك ، قد يقيد الوصول إلى المعلومات في الدليل الخاص به وسوف يتحقق من جميع أذونات الوصول للعملاء الذين يحاولون إبلاغه بتغييرات حالة العميل.

3-2-3-نظام إدارة العملاء(AMS):

يعد AMS مكونًا إلزاميًا لـ AP وهو مسؤول عن إدارة تشغيل AP (Fatima Zahra Harmouch&others,2019,8)، مثل إنشاء العملاء وحذفهم ، والإشراف على انتقال العملاء من وإلى AP. يجب على كل عميل التسجيل لدى AMS من أجل الحصول على AID والذي يتم الاحتفاظ به

بعد ذلك بواسطة AMS كدليل لجميع العملاء الموجودين داخل AP وحالتها الحالية (على سبيل المثال نشط أو معلق أو قيد الانتظار). يمكن تعديل وصف العميل لاحقًا تحت قيود التفويض من قِبل AMS.

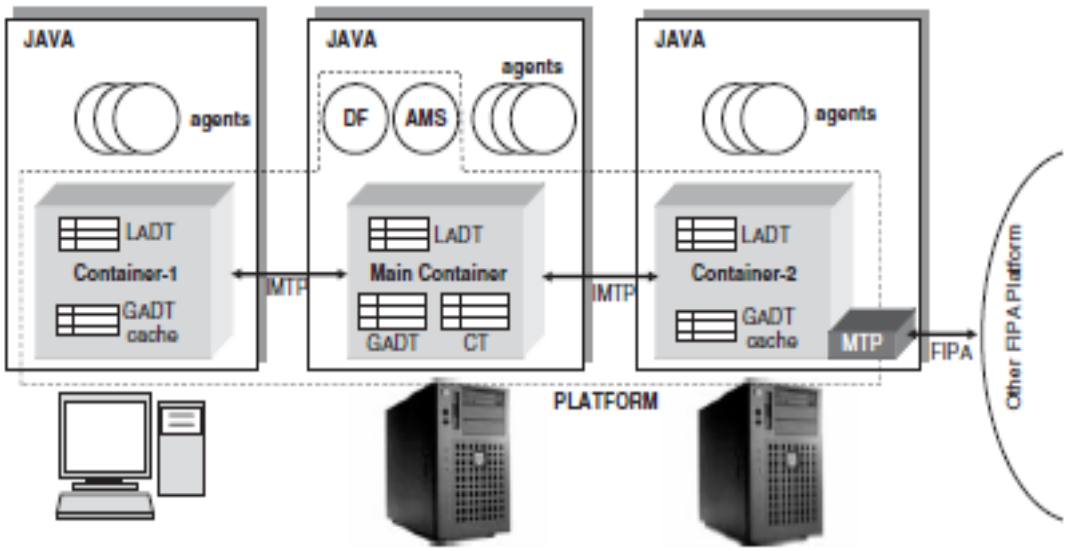
تنتهي حياة العميل في AP من خلال إلغاء التسجيل من AMS. بعد إلغاء التسجيل ، يمكن إزالة الوظيفة الخاصة بذلك العميل من قبل الدليل DF ويمكن إتاحتها لعملاء آخرين يطلبون ذلك. يمكن أيضًا البحث عن أوصاف العملاء داخل (AMS).

يمكن أن تطلب من عميل AMS أداء وظيفة محددة ، مثل إنهاء تنفيذ وظيفة عميل، وله سلطة تنفيذ العملية إذا تم تجاهل الطلب. يمكن أن يوجد AMS واحد فقط في كل AP وإذا كان AP يمتد على أجهزة متعددة ، فإن AMS هي السلطة في جميع تلك الأجهزة(Ghezlane Halhoul ..(Merabet&Others,2014,5

3-2-4-خدمة نقل الرسائل MTS:

MTS هي خدمة مقدمة من قِبل AP لنقل رسائل FIPA ACL بين العملاء على أي نقطة وصول معينة وبين العملاءعلى نقاط وصول مختلفة. توفر الرسائل مظروف يشتمل على مجموعة من المعلمات التي توضح بالتفصيل ، على سبيل المثال ، الجهة التي سيتم إرسال الرسالة إليها. الشكل العام للرسالة المتوافقة مع FIPA مبين في الشكل(2-5).

يوضح الشكل(3-3) العناصر الرئيسية لمنصة JADE. تتكون منصة JADE من حاويات العملاء التي يمكن توزيعها عبر الشبكة. يعيش العملاء في حاويات وهي عبارة عن عملية برمجية بلغة Java توفر تشغيل منصة JADE وجميع الخدمات اللازمة لاستضافة العملاء وجميع أعمالها. هناك حاوية خاصة ، تسمى الحاوية الرئيسية ، والتي تمثل نقطة بدء التشغيل في المنصة: وهي أول حاوية يتم اطلاقها وتنضم جميع الحاويات الأخرى إلى الحاوية الرئيسية عن طريق التسجيل فيها.



الشكل(3-3) العناصر الرئيسية لمنصة JADE (Fabio Bellifemine& others,2004, p15)

3-3- تصميم عميل المولدات:

يحتوي عميل المولدات على المعلومات التي تخص جميع المولدات الموجودة في الشبكة الكهربائية سواء كانت هذه المولدات تقليدية أو مولدات موزعة(ريحية أو شمسية)(Hak-Man Kim&others,2012,8).

وهذه المعلومات هي عبارة عن تعريف للبارامترات الرئيسية الخاصة بالمولدات مثل الاستطاعة الفعلية والردية والظاهرة، وأيضا تعريف المعادلات الخاصة بحساب الاستطاعة للمولدات الموزعة (الريحية والشمسية)، مع تعريف جميع البارامترات التي تدخل في هذه المعادلات.

بالاضافة إلى تعريف بارامتر نسبة زيادة التوليد لكل مولد (في حال وجود استطاعة احتياطية في أي مجموعة من مجموعات التوليد في الشبكة الكهربائية) بحيث يمكن الاستفادة من الاحتياطي بالاستطاعة في حال الطلب من العميل الرئيسي.

3-3-1-معلومات المولدات التقليدية G :

يحتوي هذا العميل على المعادلات والمعلومات التالية للمولدات التقليدية :

$$S_g = S_{g0} * \varepsilon_1 \qquad (3-1)$$

$$P_g = S_g * \text{Cos}\varphi \qquad (3-2)$$

$$Q_g = S_g * \text{Sin}\varphi \qquad (3-3)$$

- S_{g0} الاستطاعة الظاهرية الأولية [KVA].
- S_g الاستطاعة الظاهرية النهائية [KVA].
- P_g الاستطاعة الفعلية [KW].
- Q_g الاستطاعة الردية [KVAR].
- Cos_φ عامل الاستطاعة.
- ε_1 نسبة زيادة التوليد (قيمة الاحتياطي في التوليد)، ويتم تحديدها على شكل نسبة مئوية.

3-3-2-معلومات المولدات الموزعة DG :

للمولدات الريحية:

- P_{max} أقصى استطاعة نحصل عليها من الريح [W]. وتقدر قيمتها بالمعادلة التالية (ورقوزق, 2010، ص34):

$$P_{max} = \frac{1}{2}\rho A V^3 \, 0.59 \qquad (3-4)$$

- ρ كثافة الهواء Kg/m^3 قيمتها (1.225).
- A مساحة دائر الشفرات m^2
- V سرعة الرياح (m/s) قيمتها (5-25).
- ε_2 نسبة زيادة التوليد للمولدات الريحية (قيمة الاحتياطي في التوليد) ، ويتم تحديدها على شكل نسبة مئوية.

مولدات الطاقة الشمسية:

- P_{pv} الاستطاعة المحقونة بالشبكة [W]. وتقدر قيمتها بالمعادلة التالية (Alcharea, 2021,p2):

$$P_{pv} = P_{mppt}\eta_{mppt}\eta_{inv}\eta_{deg} \qquad (3-5)$$

- P_{mppt} الاستطاعة العظمى للخلايا الضوئية[W].
- η_{mppt} مردود ملاحقة الاستطاعة العظمى.
- η_{inv} مردود الانفرتر.
- η_{deg} مردود التقادم.
- ε_3 نسبة زيادة التوليد للمولدات الشمسية (قيمة الاحتياطي في التوليد) ، ويتم تحديدها على شكل نسبة مئوية.

يوضح الملحق (A−1) كود البرمجة الخاص بعميل المولدات.

3−4−تصميم عميل الأحمال Lo :

يحتوي عميل الأحمال على جميع المعلومات التي تخص جميع الأحمال الموجودة في الشبكة الكهربائية(Yuji Ueda,2011,2)، وهذه المعلومات هي عبارة عن تعريف للبارامترات الرئيسية الخاصة بالأحمال مثل الاستطاعة الفعلية والردية والظاهرة، بالاضافة إلى تعريف بارامتر نسبة إنقاص الحمولة لكل عقدة –إن أمكن– بحيث يمكن الاستفادة من الفائض بالاستطاعة في حال الطلب من العميل الرئيسي .(Hak-Man Kim&others,2012,8)

3−4−1−معلومات الأحمال:

$$S_l = S_{l0} * \varepsilon_4 \qquad (3-6)$$

$$P_l = S_l * \mathrm{Cos}\varphi \qquad (3-7)$$

$$Q_l = S_l * \mathrm{Sin}\varphi \qquad (3-8)$$

- S_{l0} الاستطاعة الظاهرية الأولية [KVA].
- S_l الاستطاعة الظاهرية النهائية [KVA].
- P_l الاستطاعة الفعلية [KW].
- Q_l الاستطاعة الردية [KVAR].
- Cos_{φ} عامل الاستطاعة.
- ε_4 نسبة انقاص الحمل (امكانية التحكم بقيمة الحمل) ، ويتم تحديدها على شكل نسبة مئوية.

يوضح الملحق (A−2) كود البرمجة الخاص بعميل الأحمال.

3−5−تصميم عميل جريان الحمولة Gause:

هذا العميل مهمته إجراء خوارزمية جريان الحمولة بطريقة غاوص زايدل للحصول على توترات العقد النهائية في حال تغير قيمة الاستطاعات بالشبكة الكهربائية، وذلك بعد تزويده بمصفوفة الخطوط والعقد من قبل العميل المنسق أو الرئيسي الذي يقوم بجمع معلومات هذه المصفوفات من عملاء الأحمال والمولدات(P.Venkatesh & others,2012,92).

3−5−1−معلومات عميل جريان الحمولة Gause: (P.Venkatesh & others,2012,92)

يأخذ عميل جريان الحمولة بعين الاعتبار نوع العقدة أو الباسبار فيما ذا كانت عقدة توليد (PV) أو عقدة حمولة (PQ) كما هو موضح بالجدول(3−1).

جدول (3−1) أنواع العقد في الشبكات الكهربائية والبارامترات الخاصة بها

Types of Bus	*Specified quantities*	*Quantities to be determined*
Slack or swing or reference bus	$\|V\|, \delta$	P, Q
Generator or voltage controlled or PV bus	$P, \|V\|$	Q, δ
Load bus or PQ bus	P, Q	$\|V\|, \delta$

الإجراء الحسابي:

تم اعتماد الخطوات التالية لخوارزمية تمثيل جريان الحمولة وفق طريقة غاوص زايدل:

1. في باسبارات التوليد، يتم تحديد جهد الباسبار وحدود الاستطاعة الردية أيضًا، وفق المعادلة (3-9)

$$Q_{i,min} < Q_i < Q_{i,max} \qquad (3-9)$$

2. تشكيل مصفوفة السماحيات للشبكة Y_{bus}

$$Y_{ij} = |Y_{ij}|\angle\theta_{ij} = |Y_{ij}|\cos\theta_{ij} + j|Y_{ij}|\sin\theta_{ij} = G_{ij} + JB_{ij} \qquad (3-10)$$

3. يتم تحديد باسبار مرجعي، نحدد إحدى باسبارات المولدات كباسبار مرجعي. يُفترض أن الجهد عنده هو: $V_i = V + J0.0$

4. نفترض القيم الأولية للجهد لجميع الباسبارات باستثناء الباسبار المرجعي: $V_I^{(0)} = 1 + J0.0$

5. بالنسبة لباسبارات التوليد، يتم افتراض الزوايا $\delta_i^{(0)} = 0$.

6. نضبط معيار التقارب α ، أي إذا تجاوزت أكبر قيمة مطلقة للفرق عن معيار التقارب، تتكرر العملية، وإلا تنتهي.

7. نضبط عدد التكرارات $k = 0$.

8. نفترض أن عداد الباسبارات يبدأ من $i = 1$.

9. نتحقق من نوع الباسبارات:

(أ) إذا كان الباسبار ith هو باسبار PQ، فانتقل إلى الخطوة 10.

(ب) إذا كان الباسبار ith هو باسبار PV، فانتقل إلى الخطوة التالية.

10. احسب الاستطاعة الردية لباسبار المولد باستخدام المعادلة التالية:

$$Q_i^{k+1} = -im\left[(V_i^k)^* \sum_{j=1}^{i-1} Y_{ij}(V_j)^{k+1} - (V_i^k)^* \sum_{j=i+1}^{n} Y_{ij}(V_j)^k\right] \qquad (3-11)$$

(أ) إذا كانت الاستطاعة الردية المحسوبة ضمن الحدود، فيمكن التعامل مع هذا الباسبار باعتباره باسبار PV.

(ب) إذا كانت الاستطاعة الردية المحسوبة خارج الحدود، فيمكن التعامل مع هذا الباسبار باعتباره باسبار PQ

$$\text{(i) } Q_i^{k+1} < Q_{i,min}, then\ Q_i = Q_{i,min} \qquad (3-12)$$

$$\text{(ii) } Q_i^{k+1} > Q_{i,max}, then\ Q_i = Q_{i,max} \qquad (3-13)$$

11. نقوم بحساب التوترات النهائية لهذه العقد وفق المعادلة (3-14) التالية:

$$(V_i)^{k+1} = \frac{1}{Y_{ii}}\left[\frac{P_i - jQ_i}{(V_i^k)^*} - \sum_{j=1}^{i-1} Y_{ij}(V_j)^{k+1} - \sum_{j=i+1}^{n} Y_{ij}(V_j)^k\right] \qquad (3-14)$$

حيث نقوم بتطبيق خوارزمية حساب جريان الحمولة والتوترات النهائية للعقد باستخدام نظرية غاوص زايدل الموضحة بالشكل(3-4).

12. نحسب التغير في جهد الباسبار:

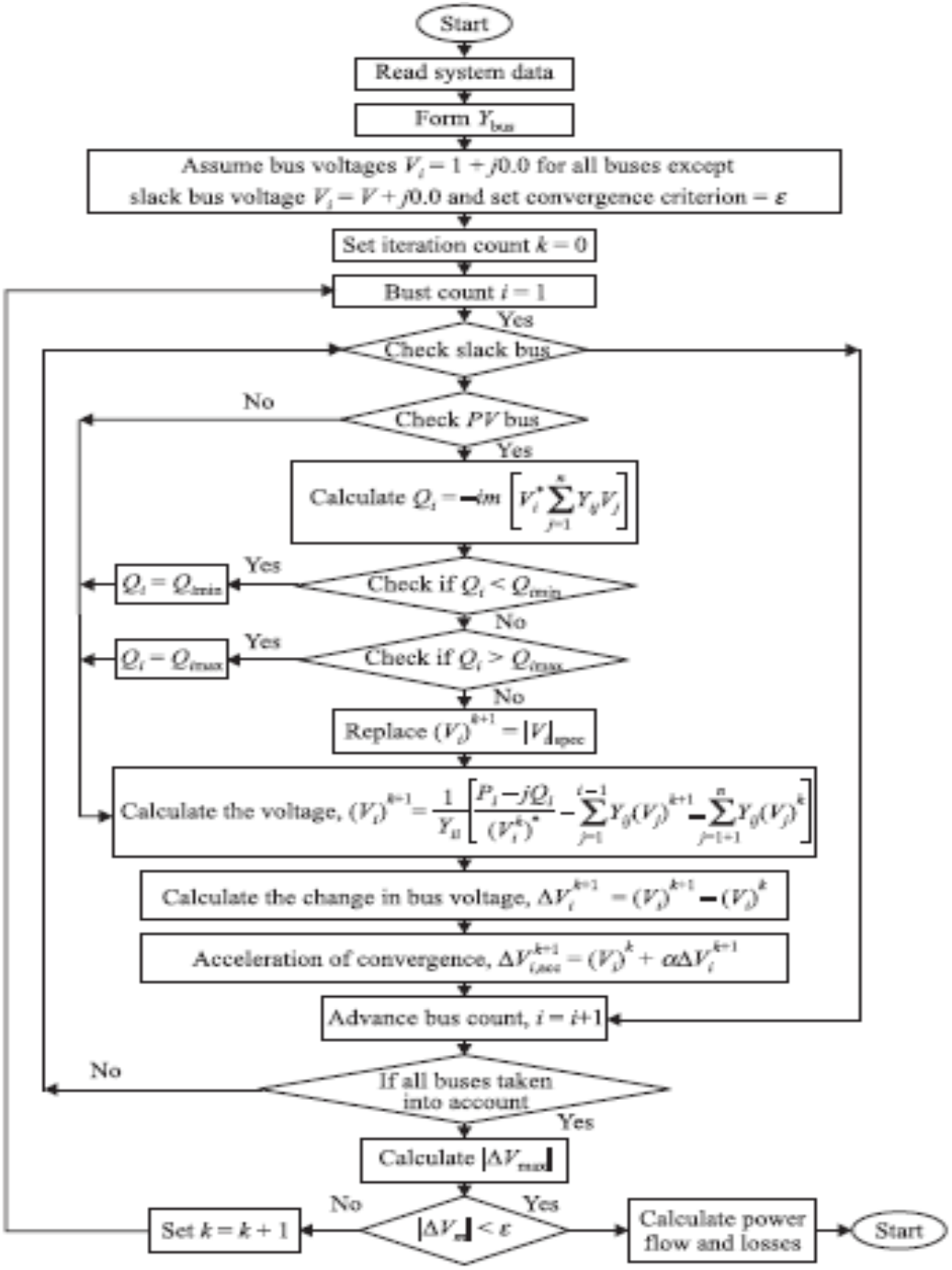
$$\Delta V_i^{k+1} = (V_i)^{k+1} - (V_i)^k \qquad (3-15)$$

13. تسريع التقارب: عملية التقارب في طريقة غاوص–زايدل بطيئة لأنها تتطلب عددًا أكبر من التكرارات للحصول على الحل. في هذه الطريقة، يمكن زيادة التقارب باستخدام عامل التسارع، الذي يُشار إليه بـ α. في دراسات تدفق الطاقة، يتم تعيين α بشكل عام على حوالي 1.6 ولا يمكن أن يتجاوز 2 إذا كان التقارب سيحدث. لذلك نعتمد المعادلة

$$\Delta V_{i,acc}^{k+1} = (V_i)^k + \alpha\,(V_i)^{k+1} \qquad (3-16)$$

14. كرر عملية التكرار حتى يصبح التغير في الجهد (ΔV_i) لجميع الباسبارات ضمن الحدود.

15. أخيرًا، نحسب جريان الاستطاعة وضياعات الاستطاعة.



الشكل(3-4) خوارزمية جريان الحمولة بطريقة غاوص زايدل (P.Venkatesh & others,2012,92)

يوضح الملحق (A–3) كود البرمجة الخاص بعميل جريان الحمولة.

3–6–ميزات النمذجة بالنظام متعدد العملاء عن غيره من طرائق النمذجة والمحاكاة الأخرى: (Yashika Vahi,2024,5)

1. يعتبر النظام متعدد العملاء نوع من أنواع الذكاء الصناعي: حيث أن الهدف من النمذجة عن طريق النظام متعدد العملاء هو استخدامه كوسيلة للتحكم بجريان الحمولة، إما عن طريق زيادة التوليد أو انقاص الحمولة للوصول إلى القيمة المثلى لجريان الحمولة ، بالاضافة لتأمين فائض لطرحه للبيع في السوق المحلية، حيث أننا في النظام متعدد العملاء لم نبرمج عملاء لمكونات الشبكة (مثل: القواطع أو المحولات أو الحمايات...) لكننا برمجنا عملاء لعناصر الشبكة التي تستطيع التحكم بجريان الحمولة (مثل: الأحمال والمولدات)، التي تتخاطب فيما بينها وتتبادل المعلومات مع العميل الرئيسي، الذي يقوم بدوره بارسال الأوامر إلى مركز التنسيق الذي يتحكم بقواطع الفصل والوصل للأحمال والمولدات، وبالتالي يتحكم بجريان الحمولة في الشبكة الكهربائية.

وهكذا يعتبر النظام متعدد العملاء نوع من أنواع الذكاء الصناعي من حيث قدرته على التخاطب والتكيف مع معطيات ومتغيرات الشبكة ، وإعطاء النتائج التي تحقق الجريان الأمثل للحمولة وتأمين فائض في الاستطاعة عند الضرورة ، بدون انقطاع التية عن الأحمال الضرورية أو تشكيل ضغط على الشبكة الكهربائية، وكل ذلك يتم بشكل آلي لتنفيذ المهام الموكل إليه بدون الاعتماد على العامل البشري.

2. النقل السريع للبيانات: واتخاذ القرار يعد التبادل الفوري للبيانات واتخاذ القرار من المكونات الرئيسية للنظام متعدد العملاء لإدارة الشبكة الذكية. يستخدم النظام تقنيات الاستشعار والتحكم والاتصالات المتقدمة لتسهيل مايلي:

• اكتساب البيانات: جمع منسق للبيانات من مكونات الشبكة المختلفة، مثل أجهزة الاستشعار والعدادات،

مما يضمن معلومات محدثة عن حالة الشبكة.

• معالجة البيانات: تحليل متزامن للبيانات المجمعة لتحديد الاتجاهات واكتشاف المخالفات والتنبؤ بالظروف المستقبلية.

• اتخاذ القرار: يستخدم العملاء المستقلون البيانات التي تم تحليلها لاتخاذ قرارات مستنيرة، وتناوب مهامهم للحفاظ على الاستقرار وتحسين الأداء والاستجابة للظروف المتغيرة.

تتفوق نظم MAS على أنظمة SCADA التقليدية من خلال تقديم تطبيقات إشرافية وتحكمية أكثر تطوراً، مما يسمح بإدارة شبكة أكثر تخصيصًا وتكيفًا.

3. آليات التعاون والتحكم: يتم تحقيق التنسيق والتحكم الفعال بين العملاء من خلال الهيكل الهرمي والتعاوني لنظام التحكم في الشبكات الذكية:

• التنسيق الهرمي: يعمل العملاء في هيكل طاقة متعدد الطبقات، حيث يقوم كل مستوى بأداء وظائف معينة ودعم المستويات الأعلى والأدنى. يضمن هذا الهيكل اتخاذ القرارات على المستوى المناسب، حيث يشرف العملاء رفيعو المستوى على استراتيجيات أوسع نطاقًا ويتولى العملاء من المستوى المنخفض مهام التحكم التفصيلية.

• التحكم التعاوني: يعمل العملاء معًا لتحقيق أهداف مشتركة ومشاركة المعلومات وتنسيق الإجراءات. على سبيل المثال، في حالة نقص الطاقة، قد يقلل المستهلكون الذين يحتاجون إلى أقل من استهلاكهم لموازنة الحمل، بالتنسيق مع العملاء من المستوى الأعلى لضمان استقرار الشبكة.

• آليات تشكيل الفريق النشط: يمكن للعملاء تشكيل فرق بشكل تدريجي لمعالجة قضايا محددة، مثل استعادة الطاقة بعد انقطاع التيار. تسمح هذه المرونة للنظام بالتكيف مع الظروف المتغيرة وإدارة المهام المعقدة بدقة.

4. القدرة على التكيف مع ظروف الشبكة الديناميكية: تم تصميم النظام للتكيف مع ظروف الشبكة النشطة، مما يسمح بإجراء تعديلات واستجابات فورية لبيئات التشغيل والمتطلبات المتغيرة. تتجلى هذه القدرة على التكيف في استخدام MAS لتحسين الاستقرار المؤقت في الشبكات الذكية، مما يساعد على تجنب فقدان الأداء المستمر في نظام الطاقة. تضمن القدرة على التكيف مع الظروف المتغيرة عمليات الشبكة المستمرة والمستقرة.

5. قابلية التوسع للتوسعات المستقبلية: يتم إعطاء الأولوية لقابلية التوسع في تصميم النظام لاستيعاب التوسعات والتحسينات المستقبلية، مما يتيح دمج الوظائف الجديدة والتوسع بسهولة لتلبية متطلبات الشبكة المتزايدة. تدعم بنية MAS قابلية التوسع من خلال نهجها الطبقي، مما يسمح بإضافة عملاء وأدوار جديدة مع توسع الشبكة. وهذا يضمن أن النظام يمكن أن ينمو ويتطور مع زيادة المتطلبات وتقدم تكنولوجيا النظام.

6. اللامركزية من أجل المرونة والمتانة: يستخدم النظام متعدد العملاء نهجًا موزعًا للسماح بالمرونة والمتانة، مما يتيح للعملاء الفرديين اتخاذ قرارات مستقلة بناءً على المعلومات المحلية (البيانات المخزنة والمشتركة من قبل العملاء). في الشبكات الذكية، تعد اللامركزية أمرًا بالغ الأهمية لأنها تساعد في تحقيق السيطرة على النظام من خلال تلبية متطلباته التكنولوجية وتقسيمه إلى هياكل معينة قائمة على المجال.

3-7-الخاتمة:

وضحنا في هذا الفصل خطوات وخوارزمية وطريقة تصميم عملاء عناصر الشبكات الكهربائية مثل المولدات والأحمال وعميل حساب جريان الحمولة بطريقة غاوص و شرح أسباب استخدام النمذجة عن طريق النظام متعدد العملاء، وسيتم في الفصل الرابع تطبيق نظرية النظام متعدد العملاء على شبكة كهربائية نموذجية.

الفصل الرابع: تمثيل حاسوبي لشبكة كهربائية نموذجية:

4-1-مقدمة:

تم في الفصل السابق توضيح المعادلات والخوازميات المستخدمة في تصميم عملاء الشبكة الكهربائية، وسيتم في هذا الفصل الشرح عن مراكز التنسيق وكودات الاتصال المستخدمة فيها، وكذلك برمجة العملاء وتطبيق النظام متعدد العملاء على شبكة نموذجية مؤلفة من 4 عقد و 4 خطوط. حيث سيتم تحميل معلومات الخطوط والعقد لهذه الشبكة من خلال برنامج ECLIPS.

4-2-مراكز التنسيق (الأنواع والوظيفة والهدف): (Vezir Rexhepi& others,2023,9)

ترتبط جميع محطات الطاقة من خلال شبكة في نظام طاقة مترابط. يقوم مركز التنسيق (LDC) بإدارة هذه المحطات لضمان التشغيل الفعال. وتقوم بتنسيق وتخطيط ومراقبة توليد الكهرباء والطلب عليها، وربط توليد الطاقة ونقلها وتوزيعها لتلبية احتياجات المستهلكين.

يعد مركز التنسيق (LDC) ضروريًا لإدارة أنظمة الطاقة، خاصة مع إعادة هيكلة سوق الكهرباء وتحريره. وتقوم بتنسيق توليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها لضمان تزويد طاقة مستقرة وفعالة. في سوق تنافسية، يقوم العديد من المنتجين والموزعين بتوليد وبيع الكهرباء.

تشرف أقل البلدان نمواً على عمليات الشبكة، وتضع جدولاً زمنياً لتوليد الكهرباء، وتضمن اتباع اللوائح. ويستخدم تقنية متقدمة مثل SCADA لمراقبة الشبكة والتحكم فيها، وتحقيق التوازن بين العرض والطلب، ومنع انقطاع التيار الكهربائي، واستعادة الطاقة بسرعة بعد انقطاعها.

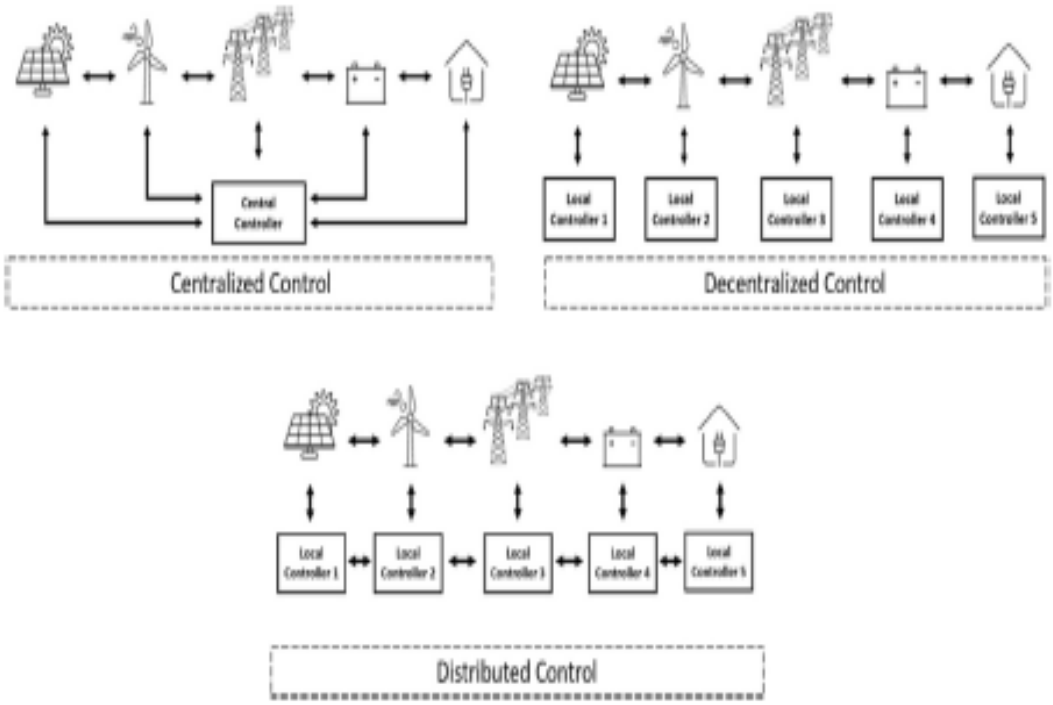
4-2-1-أنواع مراكز التنسيق: (Doha El Hafiane & others,2024,14)

فيما يلي ملخص لاستراتيجيات التحكم استنادًا إلى المصادر المقدمة كما هو موضح بالشكل(4-1):

- **التحكم المركزي:** يدير نظام التحكم المولدات الموزعة (DGs) وأنظمة تخزين الطاقة (ESs) والأحمال مركزيًا. كما أنه يراقب ويتحكم في الشبكة الصغيرة بالكامل. إنه يحسن استراتيجية التحكم في الوقت الفعلي بناءً على ظروف التشغيل، مما يساهم في إدارة الطاقة بكفاءة وموثوقية النظام.

- **التحكم اللامركزي:** يتضمن التحكم اللامركزي اتخاذ القرارات على المستوى المحلي داخل الشبكة الصغيرة. يمكن أن يشمل التحكم المستقل في الطاقة النشطة والتفاعلية، وتصحيح انخفاض الجهد، واستقرار النظام.

- **التحكم الموزع:** يتضمن التحكم الموزع تنسيق إجراءات التحكم عبر كيانات متعددة داخل الشبكة الصغيرة. ويشمل تنظيم الجهد والتردد، والتحكم في الطاقة الحقيقية والتفاعلية، واتخاذ القرارات بشأن المشاركة في السوق والتنسيق مع الشبكة العليا.



الشكل(4-1) ملخص لاستراتيجيات التحكم في الشبكات الكهربائية (Vezir Rexhepi& others,2023,9)

4-2-2-وظيفة مركز التنسيق:

1. معالجة البيانات وإجراء دراسات النظام

2. توقع الحمل في أيام العمل والعطلات وتحليل سلوك النظام.

3. الحفاظ على جودة العرض مع تحسين تنظيم الجهد.

4. جدولة الأحمال وضمان التشغيل الاقتصادي.

5. التكامل مع مراكز توزيع الأحمال الإقليمية.

6. التنسيق مع الشبكات المجاورة.

7. الحفاظ على انضباط الشبكة.

8. ضمان أمان النظام وإدارة SCADA والاتصالات.

9. تسجيل التردد بشكل مستمر.

10. مراقبة وتشغيل الحمايات من انخفاض التردد.

11. سجل تدفقات التعادل كل نصف ساعة.

12. سجل تعثر خط النقل.

4-2-3-المعدات المستخدمة في مركز التنسيق:

- أنظمة الكمبيوتر
- مكتب التحكم
- لوحات الإشارة
- المخطط الرمزي للشبكة

• أجهزة الاتصال

• أجهزة القياس عن بعد

تشمل المعدات الأخرى المستخدمة في البلدان الأقل نمواً ما يلي:

• مجموعة مولدات الديزل

• نظام التدفئة والتهوية وتكييف الهواء

• بطاريات التيار المستمر

• أجهزة التغذية الذاتية بتيار متردد خالٍ من التوافقيات

• أجهزة عدم الانقطاع UPS

4-2-4-الهدف من مركز التنسيق:

1. ضمان أمن النظام واستقراره.

2. تسهيل عمليات الجزر.

3. تحسين استخدام الموارد.

4. توقع الأحمال وتقدير الطلب.

5. الحفاظ على جودة الطاقة في الشبكة الإقليمية.

6. تنظيم تردد الشبكة.

7. إعادة الشبكة بسرعة بعد الاضطرابات.

8. ضمان التشغيل الموثوق لشبكة النقل.

9. مطابقة توليد الطاقة مع الطلب.

10. إدارة أنظمة الاتصالات وSCADA.

4-2-5-الترابط بين شبكات الطاقة وشبكات الاتصالات: (X. Fan&others,2019,17)

لاحظنا أن أنظمة النقل والتوزيع يتم التعامل معها بشكل منفصل. أي أنه إما أن تدرس الاتصالات في شبكات النقل أو الاتصالات في شبكات التوزيع. وبالتالي، يتم تنظيم الأقسام الفرعية أدناه بطريقة تعكس التصنيفات الحالية.

4-2-5-1-الاتصالات في شبكات النقل:

يعد نظام SCADA أحد أهم أنظمة الاتصالات التي تدعم صناعة الطاقة. يعتمد التشغيل والتحكم الحالي (خاصة التحكم عن بعد) لأنظمة النقل بشكل كبير على نظام SCADA. تم استخدام نظام SCADA لجمع القياسات من أجهزة الاستشعار الميدانية، مثل وحدات التحكم المنطقية القابلة للبرمجة (PLCs) ووحدات الطرفية عن بعد (RTUs). علاوة على ذلك، فإنه يتيح لمشغلي النظام التفاعل مع معدات وأجهزة التحكم المختلفة من خلال واجهة الآلة البشرية (HMI) أو وظائف التحكم المتقدمة في غرفة التحكم. كان بروتوكول مركز التحكم المتبادل (ICCP) هو بروتوكول الاتصال السائد لتبادل البيانات بين أنظمة إدارة الطاقة في مراكز التحكم المتعددة (EMS)، وأنظمة التحكم الموزعة في محطات الطاقة (DCS)، وSCADA في أنظمة النقل، وأنظمة التوزيع. فيما يلي بعض المراجعات للأعمال الحالية حيث تم النظر في الترابط أو التكامل بين شبكات النقل والاتصالات.

شهد العقد الماضي اهتمامًا متزايدًا بتطبيق قياسات الطور المتزامنة مع نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) من وحدات قياس الطور (PMUs) في تطبيقات غرفة التحكم. وتم اعتماد معيار IEC 68150 لتصميم شبكة المحطة الفرعية.

4-2-5-2-الاتصالات في شبكات التوزيع:

مقارنة بأنظمة الطاقة والاتصالات بشكل عام، فإن الترابط بين أنظمة التوزيع وشبكات الاتصالات ضعيف تاريخيًا، ويرجع ذلك أساسًا إلى وجود متطلبات اتصال أقل بكثير لتشغيل التوزيع التقليدي. حتى الآن، من المفترض أن ترسل شبكات الاتصالات في أنظمة التوزيع حالة المفاتيح ووحدات التحكم عن بعد إلى غرف التحكم في المرافق وتسمح للمشغلين في غرف التحكم بإرسال إشارات إلى المفتاح لتغيير الحالة. لم يأخذ التصميم الأصلي لشبكات التوزيع بعين الاعتبار تدفقات الطاقة ثنائية الاتجاه أو المطالب الديناميكية أو الاتصالات ثنائية الاتجاه الموثوقة.

لقد تغير تشغيل أنظمة التوزيع في السنوات الأخيرة. واجهت العديد من أنظمة توزيع الطاقة تحديات بسبب مصادر الطاقة الأكثر توزيعًا وتقطعًا، مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. في بعض السيناريوهات، لا يستطيع مشغلو المرافق وأنظمة التحكم "رؤية" موارد الطاقة غير التقليدية، مثل الطاقة الشمسية على الأسطح وطواحين الهواء وخلايا الوقود والتخزين.

لمعالجة التحديات، يجب أن يتمكن نظام الاتصالات في شبكات التوزيع الخاص بالمرافق من الوصول إلى المزيد من البيانات في الوقت الفعلي من مصادر الطاقة الموزعة والمغذيات لتنسيق الموارد الموزعة مع البنية التحتية للمرافق والضوابط المستقلة المحلية والضوابط المركزية. وبالتالي، تم نشر المزيد من أجهزة الاستشعار لمراقبة حالة مصادر الطاقة الموزعة والمغذيات؛ في هذا السياق، هناك حاجة إلى أنظمة اتصال ثنائية الاتجاه أكثر تقدمًا لنقل كمية كبيرة من البيانات بين حافة الشبكة وغرف التحكم.

تم تقييم ثلاث تقنيات اتصال مختلفة، بما في ذلك تقنية النطاق العريض السلكية، واتصالات خطوط الطاقة (PLC)، والتطور طويل الأمد (LTE).

يمكن تقسيم شبكة الاتصالات إلى ثلاث طبقات:

1. شبكات المنطقة المنزلية (HAN): يمكن استخدام Zigbee وشبكات المنطقة الشخصية اللاسلكية منخفضة الطاقة (LoWPAN) واتصالات خطوط الطاقة (PLC)؛ تتضمن PLC النطاق العريض وPLC النطاق الضيق؛

2. شبكات المنطقة المجاورة (NAN): كبل Ethernet أو WiFi أو WiMAX؛

3. شبكة المنطقة الواسعة (WAN): الألياف الضوئية.

4-2-6-شرح أنظمة الاتصالات المستخدمة ومكوناتها: (Silviu Marian Antohi&ohers,2021,7)

يحدد بروتوكول الاتصال مجموعة من القواعد التي يجب استخدامها لكي تتمكن الكيانات المختلفة من "التحدث" و"التفاهم" مع بعضها البعض. ويتمثل دور بروتوكول الاتصال في ضمان وصول المعلومات لى المتلقي في الوقت المناسب ودون أخطاء، والتي يتم اكتشافها وتصحيحها في بعض الأحيان حسب الاقتضاء.

في مجال الصناعة، الكيانات هي الأجهزة الإلكترونية، ووسائل الاتصال متنوعة (كهربائية، بصرية، لاسلكية)، ومجموعة بروتوكولات الاتصال المستخدمة متنوعة للغاية، ويتم إنشاؤها في بعض الأحيان لتلبية الاحتياجات المحددة لمجال معين فقط.

نادراًما يتم استخدام بروتوكول واحد، وغالباً ما يتم استخدام مجموعات من البروتوكولات، حيث يعالج كل بروتوكول مشكلة اتصال محددة. ومن أمثلة مجموعات البروتوكول هذه TCP/IP: (بروتوكول التحكم في الإرسال/بروتوكول الانترنت)، و OSI (ترابط الأنظمة المفتوحة)، وUPnP (التوصيل والتشغيل العالمي)، وMMS (مواصفات رسائل التصنيع).

4-2-6-1-شبكات الاتصال المستخدمة في الاتصال الرقمي للمعدات الكهربائية:

تطورت بروتوكولات الاتصالات الصناعية، منذ ظهورها، بهدف تحسين السلامة والسرعة وحجم وتعقيد تبادل المعلومات بين الأجهزة الإلكترونية.

وفيما يلي وصف لبعض الأمثلة على مجالات النشاط وبروتوكولات الاتصالالمستخدمة:

*أتمتة ومراقبة عمليات الإنتاج: OPC، SNMP، Profinet، Modbus RTU / ASCII، Modbus TCP، Profibus

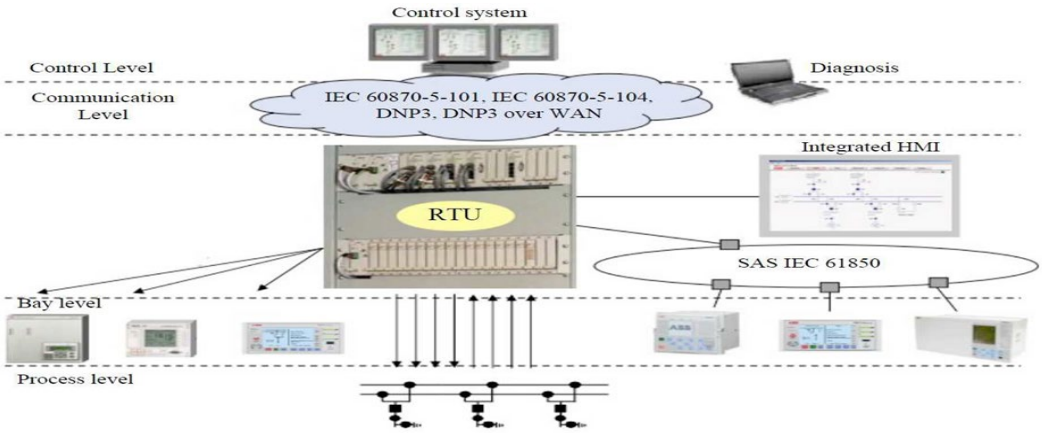
*صناعة السيارات للتواصل بين الأجهزة الإلكترونية المختلفة في مكوناتالسيارة: CAN؛

*مجال قياس الطاقة المستهلكة بواسطة أنظمة القياس الذكية: VDEC، DLMS، Modbus

*نقل وتوزيع الكهرباء:

أ) اختيار الأتمتة والتحكم عن بعد لمحطات الطاقة والمحطات الفرعية: Modbus, DNP3, IEC60870-5-101/103/104, IEC-61850 كما في الشكل (4-2).

ب) تبادل المعلومات بين المستويات العليا من الإرسالالمراكز:2 ICCP TASE ، IEC-60870-5-104



الشكل(4-2) بنية الاتصالات بين المعدات في محطات التوزيع الكهربائية IEC-61850 (Silviu (Marian Antohi&ohers,2021,7

4-2-6-2-مقارنة بين بروتوكولات الاتصالات: (Silviu Marian Antohi&ohers,2021,7)

هناك اختلافات جوهرية بين بروتوكولات الاتصالات المقدمة، يبين الجدول (4-1) بعض المزايا والعيوب الرئيسية لبروتوكولات الاتصال الأكثر شيوعاً المستخدمة في شبكات المعدات الكهربائية.

جدول(4-1) بعض المزايا والعيوب الرئيسية لبروتوكولات الاتصال الأكثر شيوعاً المستخدمة في شبكات المعدات الرئيسية (Silviu Marian Antohi&ohers,2021,7)

نوع البروتوكول	المزايا	العيوب
Modbus	. سهل التطبيق . يسمح بتطبيقات خاصة بالمستثمر . لا يتطلب تجهيزات متخصصة	. الحاجة إلى الاستجواب الدوري للمعدات التي لها دور العبد؛ . عدم وجود علامة زمنية مرتبطة بتغييرات الحالة؛ . عدم وجود أي آلية للتحقق.
DNP3	. يوفر إمكانية التبليغ عن الأحداث، مع وبدون علامات زمنية . امكانية تصنيف أولوية الأحداث . يضمن إمكانية التشغيل البيني للمعدات الرقمية المختلفة للشركات المصنعة	. لا ينظم آليات الربط المتبادل؛ . لا يوفر تحديدًا تلقائيًا لمعلمات الاتصال؛ . لا يحدد تلقائيًا العناوين والبنية المنطقية الداخلية للمعدات؛

EC-60870-5-101/104	. يسمح استخدام شبكات TCP/IP بتحسين حركة البيانات بشكل أساسي من حيث السرعة والأمان والموثوقية العالية وتعقيد أقل للرسائل	. لا ينظم آليات الربط؛ . عندما يتطلب الاتصال بالشبكة دعم ومشاركة الشركات المصنعة والمتكاملة للمعدات؛ . تكاليف عالية لعمليات الربط مع المعدات الأخرى؛
EC-61850	. يسمح بتوزيع البيانات في أي عملية في عقد منطقية؛ . يتضمن العديد من بروتوكولات اتصالات Ethernet (TCP/IP، MMS، ACSI) إلى جانب توحيد الكائنات ونماذج البيانات المستخدمة؛ . نموذج موجه للكائنات يتضمن معلومات حول المعدات ووظائفها، بتنسيق موحد وموحد . يقدم بنية معيارية تدمج معلمات شبكة الاتصالات والوظائف وهياكل البيانات المستخدمة	. يتطلب وجود معدات ذكية لجمع البيانات ونقلها، حتى يكون من الممكن دمج التكامل؛ . تركيب أجهزة الاستشعار؛ . تتطلب عمليات تكامل وتكوين المعدات والأنظمة لجمع البيانات ونقلها تحديث أنظمة الاتصالات.

يتطلب الاختيار الأمثل لبروتوكول الاتصال معرفة عدد أكبر من البارامترات من قبل مستثمر النظام، من أجل التنفيذ الصحيح والمستقر للاتصال بين مراكز القيادة الموزعة ووحدة الطرفية البعيدة (RTU) أو محطات البيانات. يؤدي عدم المعرفة أو الضبط الخاطئ للبارامترات التي تمثل أبعاد وقيم الارتباط وعناوين التطبيقات والمعلومات والتوقيتات المقبولة وانقطاعات استقرار الاتصال إلى استحالة تحقيق الربط بين بعض الأنظمة أو إلى روابط غير مستقرة، مما يؤدي إلى حدوث أخطاء.

إن كلاً من IEC 104/101-5-60870 وDNP3 عبارة عن بروتوكولات مفتوحة تم تصميمها خصيصاً لتطبيقات التحكم عن بعد. وقد تم تطوير كليهما لتلبية احتياجات صناعة المرافق الكهربائية، على الرغم من أن DNP3 يحتويعلى عدة أنواع من البيانات للاستخدام العام في أنظمة SCADA في مختلف الصناعات.

أظهرت مقارنة خصائص كل منها أن لكل منها اختلافات يمكن أن تترجم إلى فوائد في بعض المواقف وعيوب في مواقف أخرى. يبدو أن IEC-60870 عبارة عن بروتوكول أبسطمن DNP3، لكن هذا لن يترجم بالضرورة إلىتنفيذ أبسط.

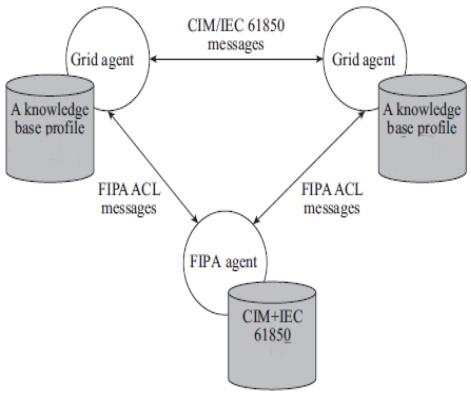
يعتمدالاختيار بين IEC 104/101-5-60870 أو DNP3 لشركة توزيع أو نقل الطاقة على العديد من العوامل. من الناحية الوظيفية، يحقق كلاهما نتائج مماثلة. لا ينظم أي من البروتوكولين آليات الربط والتعرف التلقائي على بارامترات الاتصال والعناوين والبنية المنطقية الداخلية للمعدات، عند الاتصال بالشبكة التي تتطلب دعم ومشاركة مصنعي المعدات والمستثمرين، حيث تكون عمليات الربط مكلفة من حيث الوقت والموارد.

يتطلب التطور السريع للتكنولوجيا والتوسع السريع للشبكات الكهربائية التي أصبحت مراقبتها الدائمة إلزامية توصيل الأجهزة النكية بسرعة وبساطة بتطبيق المفهوم في صناعة البرمجيات – التوصيل والتشغيل (التوصيل والاستخدام).

4-2-6-3-طريقة الاتصال في النظام متعدد العملاء : (Yashika Vahi,2024,5)

• تتطلب تعاونات الشبكة الذكية تدفق بيانات ثنائي الاتجاه لتوليد الطاقة الموزعة والوعي بالموقف على نطاق واسع والاستجابة للطلب والبنية التحتية المتقدمة للتشتيت، والعمل على شبكات الجوار والمناطق الواسعة والمناطق المحلية. تعتمد هذه الشبكات على بنى تحتية ومعايير مختلفة، مع تفاصيل تركيب MAS المقدمة من معايير مؤسسة العوامل الفيزيائية الذكية (FIPA).

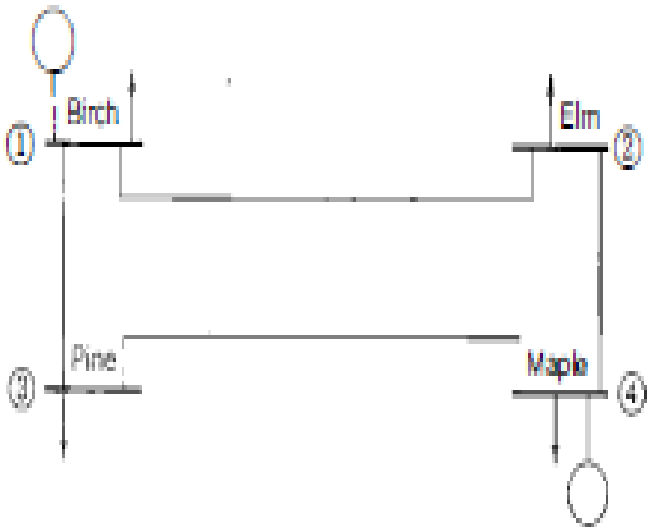
• يدعم نموذج المعلومات المشترك (CIM) تبادل المعلومات حول ترتيبات الشبكة الكهربائية، بينما ينظم IEC 61850 التصميم الآلي لمحطة فرعية كهربائية. تستخدم عقد الشبكة الذكية لغة اتصال النظام متعدد العملاء الشكل(4-3) – FIPA ACL – للاتصال، وتحدث عمليات تبادل الرسائل من خلال CIM/IEC 61850.



الشكل(4-3) بروتوكول اتصال النظام متعدد العملاء (Om Prakash Mahela&others,2022,11)

4-3-تحميل معلومات الشبكة الكهربائية النموذجية:

يبين الشكل(4-4) شبكة نموذجية من 4 عقد و4 خطوط (Grainger&others,1994,337) ، تعتبر العقدة الأولى هي عقدة مرجعية، كما يوضح الجدول(4-2) معلومات الخطوط، والجدول(4-3) معلومات العقد لهذه الشبكة.



الشكل(4-4) شبكة نموذجية 4BUS (Grainger&others,1994,337)

الجدول(4-2) معلومات الخطوط للشبكة النموذجية 4BUS (Grainger&others,1994,337)

Line, bus to bus	Series Z		Series Y = Z⁻¹		Shunt Y	
	R per unit	X per unit	G per unit	B per unit	Total charging Mvar‡	Y/2 per unit
1-2	0.01008	0.05040	3.815629	-19.078144	10.25	0.05125
1-3	0.00744	0.03720	5.169561	-25.847809	7.75	0.03875
2-4	0.00744	0.03720	5.169561	-25.847809	7.75	0.03875
3-4	0.01272	0.06360	3.023705	-15.1:.8528	12.75	0.06375

الجدول(4-3) معلومات العقد للشبكة النموذجية 4BUS (Grainger&others,1994,337)

Bus	Generation		Load			
	P, MW	Q, Mvar	P, MW	Q, Mvar†	V, per unit	Remarks
1	—	—	50	30.99	1.00∠0°	Slack bus
2	0	0	170	105.35	1.00∠0°	Load bus (inductive)
3	0	0	200	123.94	1.00∠0°	Load bus (inductive)
4	318	—	80	49.58	1.02∠0°	Voltage controlled

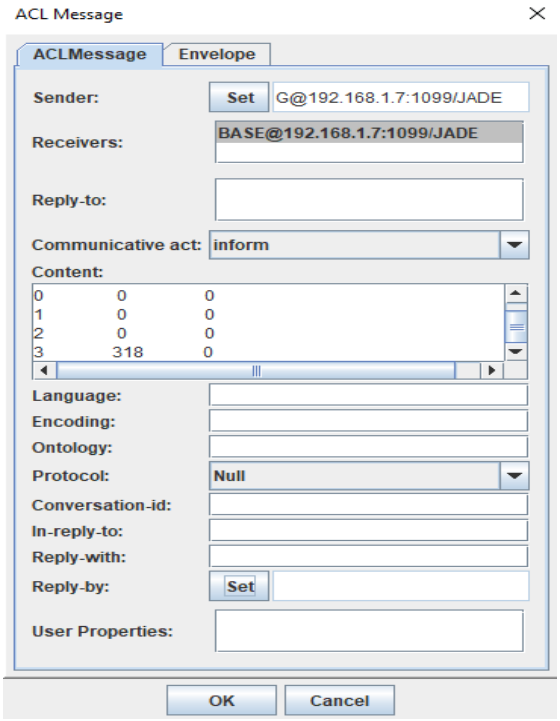
4-4-برمجة عميل المولدات للشبكة الكهربائية النموذجية:

تتم برمجة عميل المولدات بواسطة برنامج Eclips بلغة الجافا، حيث يتم تعريف استطاعات التوليد الموجودة في الشبكة الكهربائية النموذجية كما يلي:

```
63  public static void main(String[] args) {
64  int a=4;
65  G[] Ge=new G[a];
66  G Ge0=new G();
67  Ge0.setPg(0);
68  Ge0.setGIncrease(0);
69  Ge0.setPriceG(0);
70  G Ge1=new G();
71  Ge1.setPg(0);
72  Ge1.setGIncrease(0);
73  Ge0.setPriceG(0);
74  G Ge2=new G();
75  Ge2.setPg(0);
76  Ge2.setGIncrease(0);
77  Ge2.setPriceG(0);
78  G Ge3=new G();
79  Ge3.setPg(318);
80  Ge3.setGIncrease(0.2);
81  Ge3.setPriceG(0);
82  }
83  }
```

ثم بعدها يقوم عميل المولدات بارسال قيم استطاعات المولدات إلى العميل الرئيسي (المنسق) كما و موضح بالشكل(4-5).

يوضح الملحق (B-1) الكود الكامل لبرمجة عميل المولدات للشبكة النموذجية.



الشكل(4-5) رسالة عميل المولدات إلى العميل الرئيسي (المنسق)

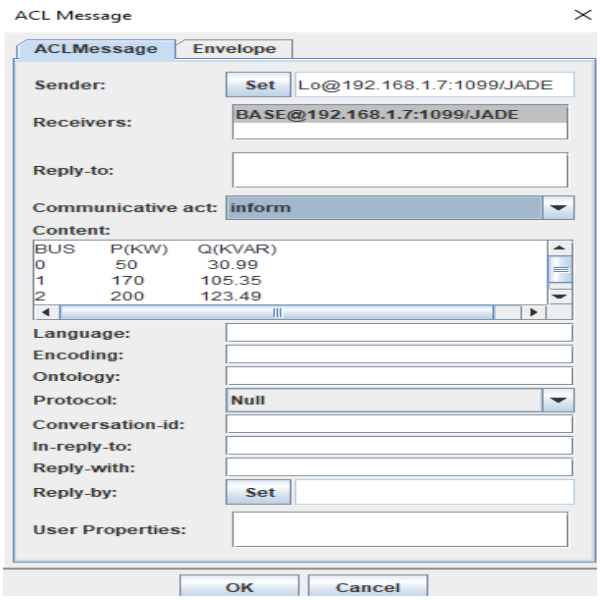
4-5-برمجة عميل الأحمال للشبكة الكهربائية النموذجية:

تتم برمجة عميل الأحمال بواسطة برنامج Eclips بلغة الجافا، حيث يتم تعريف استطاعات الأحمال الموجودة في الشبكة الكهربائية النموذجية كما يلي:

```
56  public static void main(String[] args) {
57  int b=4;
58  Lo[] L=new Lo[b];
59  Lo L0=new Lo();
60  L0.setPl(50);
61  L0.setLdecrease(0);
62  L0.setBestprice(0.2);
63  Lo L1=new Lo();
64  L1.setPl(170);
65  L1.setLdecrease(0);
66  L1.setBestprice(0.2);
67  Lo L2=new Lo();
68  L2.setPl(200);
69  L2.setLdecrease(0.2);
70  L2.setBestprice(0);
71  Lo L3=new Lo();
72  L3.setPl(80);
```

```
73  L3.setLdecrease(0.2);
74  L3.setBestprice(3);
75  }
76  }
```

ثم بعدها يقوم عميل الأحمال بارسال قيم استطاعات الأحمال إلى العميل الرئيسي (المنسق) كما و موضح بالشكل(4-6)



الشكل(4-6) رسالة عميل الأحمال إلى العميل الرئيسي (المنسق)

يوضح الملحق (B-2) الكود الكامل لبرمجة عميل الأحمال للشبكة النموذجية.

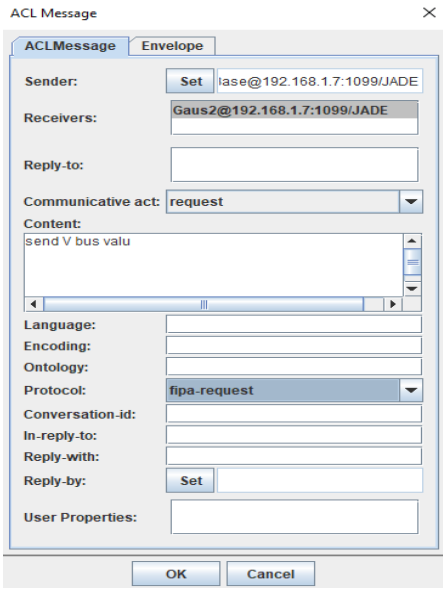
4-6-برمجة عميل جريان الحمولة بطريقة غاوص-زايدل للشبكة الكهربائية النموذجية:

تم برمجة عميل جريان الحمولة بطريقة غاوص-زايدل وفق الخوارزمية المذكورة سابقاً بالشكل(4-3) بواسطة برنامج Eclips بلغة الجافا، وحيث يرسل العميل الرئيسي (المنسق) مصفوفة الشبكة النموذجية الموضحة بالشكل(4-7) التي تحتوي على معلومات استطاعات التوليد والأحمال التي حصلت عليها من

عملاء المولدات والأحمال، ثم يطلب من عمل جريان الحمولة قيم التوترات النهائية لعقد الشبكة الكهربائية المدروسة كما بالشكل(4-8):

```
                //      |     Generation     |        Load        |
               //|Bus|Type|P(MW)       |Q(MVAR)   |P(MW)       | Q(MVAR)  | V,pu |delta|Qmin|Qmax|
double[][] buses = {{ 0,  1 ,Ge0.getPg() ,  0      ,L0.Pl  ,  30.99   ,  1.00,  0.0,   0,  0.0},
                    { 1,  2 ,Ge1.getPg() ,  0      ,L1.Pl  ,  105.35  ,  1.00,  0.0,   0,  0.0},
                    { 2,  3 ,Ge2.getPg() ,  0      ,L2.Pl  ,  123.94  ,  1.00,  0.0,   0,  0.0},
                    { 3,  2 ,Ge3.getPg() ,  0      ,L3.Pl  ,  49.58   ,  1.02,  0.0,  0.1, 0.2}};
```

الشكل(4-7) مصفوفة معلومات الشبكة الكهربائية النموذجية المخزنة في العميل الرئيسي (المنسق)



الشكل(4-8) رسالة العميل الرئيسي (المنسق) إلى عميل جريان الحمولة

يوضح الملحق (B-3) الكود الكامل لبرمجة عميل جريان الحمولة للشبكة النموذجية.

4-7-الخاتمة:

قمنا بهذا الفصل باختيار شبكة نموذجية مكونة من 4 عقد و4 خطوط وقمنا بتوضيح طريقة برمجة عملاء هذه الشبكة من خلال بيئة البرمجة بلغة ECLIPS (JAVA) وطريقة ادخال معلومات الشبكة المختارة ليتم في الفصل القادم توضيح خوارزمية العميل الرئيسي(المنسق) وتجريب نظرية النظام متعدد العملاء على هذه الشبكة الكهربائية.

الفصل الخامس:

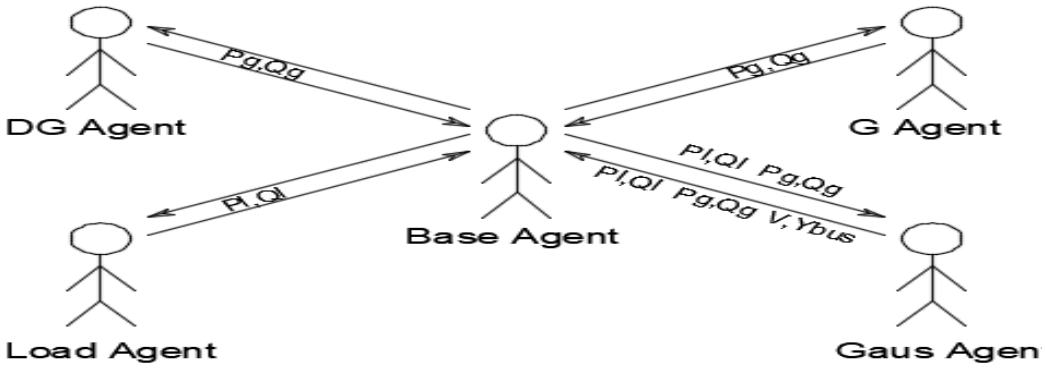
بناء خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع لشبكة الكهرباء النموذجية و تطبيقها باستخدام النظام متعدد العملاء .

5-1-مقدمة:

سنقوم في هذا الفصل بشرح وتصميم خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي (المنسق)، وسنقوم بتجريب عميل جريان الحمولة بطريقة غاوص زايدل المبرمج باستخدام برنامج ECLIPS والمطبق على الشبكة النموذجية المدروسة ومقارنة النتائج مع خوارزمية جريان الحمولة بطريقة غاوص زايدل في برنامج MATLAB ، وتطبيق نظرية النظام متعدد العملاء على الشبكة النموذجية مع اظهار النتائج والرسائل المتبادلة بين العملاء.

5-2-الشكل العام للرسائل المتبادلة بين العملاء:

يبين الشكل(5-1) الرسائل المتبادلة بين العميل الرئيسي (المنسق) والعملاء الآخرون(عملاء التوليد والأحمال وعميل جريان الحمولة) (Abhilash Kantamnenia&others,2015,10,17) (Princy) (Khamesra&others,2014,2).



الشكل(5-1) المعلومات المتبادلة في الرسائل بين العملاء بحسب خوارزمية التنسيق

حيث يوضح الشكل بأن العميل الرئيسي يطلب من عميل المولدات معلومات عن قيم الاستطاعة الردية والفعلية لمجموعات التوليد التقليدية والموزعة الموجودة في الشبكة الكهربائية(PG,QG)(M. Pipattanasomporn&others,2009,2)، وكذلك يطلب من عميل الأحمال معلومات عن قيم

الاستطاعة الردية والفعلية لعقد الأحمال المربوطة على الشبكة، ويقوم العميل الرئيسي بدوره بارسال معلومات قيم الاستطاعة التي تم الحصول عليها لى عميل جريان الحمولة ليقوم هذا الأخير بتطبيق خوارزمية جريان الحمولة والحصول على نتائج التوترات النهائية للعقد الموجودة بالشبكة وارسالها للعميل الرئيسي(Frank Ibarra Hernández&others,2013,8).

5-3-خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع والمخزنة في العميل الرئيسي:

5-3-1-مبدأ عمل الخوارزمية:

يقوم العميل الرئيسي بمراسلة عملاء المولدات والأحمال لتزويده بمعلومات تخص قيم الاستطاعات الفعلية والردية للمولدات (التقليدية والموزعة) ونسبة الاحتياطي بالتوليد ونسبة انقاص الحمل ان وجدت مع سعر الكيلواط الساعي. وبعد حصول على هذه المعلومات من عملاء المولدات والأحمال يقوم باعادة ارسال قيم الاستطاعات الردية والفعلية للمولدات (التقليدية والموزعة) واستطاعات الأحمال بالعقد إلى عميل جريان الحمولة ليقوم الأخير بتزويده بقيم توترات العقد النهائية بعد حسابها عن طريق خوارزمية غاوص زايدل المخزنة بداخله(Ruchi Gupta&others,2013,5).

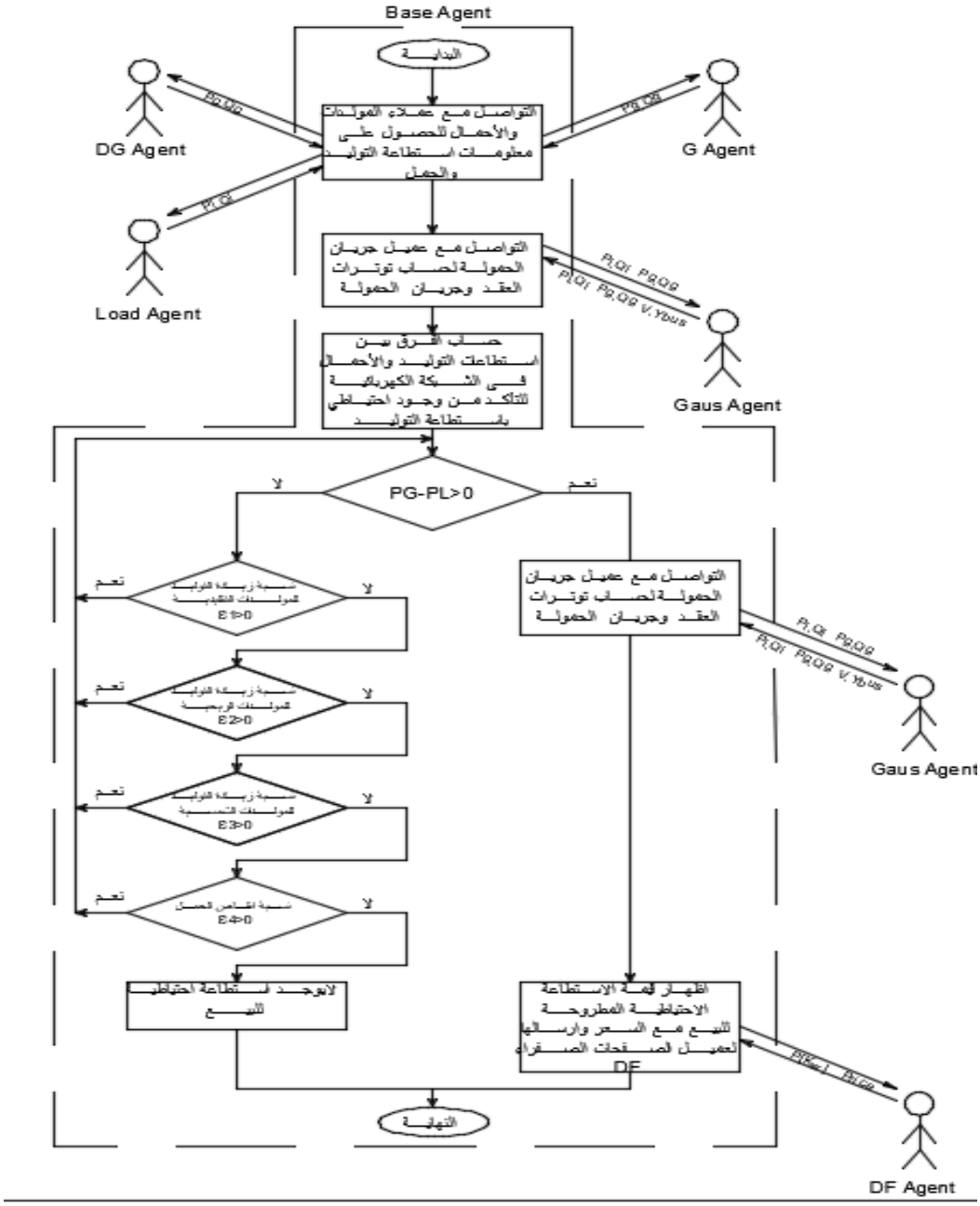
وبعد حصول العميل الرئيسي على قيم توترات العقد، يقوم بحساب الفرق بين استطاعة التوليد واستطاعة الحمل لمعرفة قيمة الفائض بالاستطاعة والتي يمكن الاستفادة منها بطرحها للبيع بواسطة عميل الصفحات الصفراء df مع تحديد سعر الكيلواط الساعي.

في حال عدم توفر فائض بالاستطاعة يقوم العميل الرئيسي بمحاولة تأمين هذا الفائض عن طريق زيادة التوليد (من خلال نسبة الاحتياطي بالتوليد التي تم ارسالها من قبل عميل المولدات) أو انقاص الحمولة (من خلال نسبة انقاص الحمولة التي تم رسالها من قبل عميل الأحمال) ويقوم باعادة حساب الفائض بالاستطاعة، وفي حال توفر فائض بالاستطاعة بعد تغيير قيم الاستطاعات يقوم العميل الرئيسي باعادة

ارسال القيم الجديدة للاستطاعات الى عميل جريان الحمولة ليقوم الأخير باعادة حساب توترات العقد الجديدة بعد تغيير قيم استطاعات التوليد والحمولة، وبعد التأكد من قيم التوترات يقوم بطرح الفائض بالاستطاعة للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء مع تحديد قيمة سعر الكيلواط الساعي(FELIX F. WU&others,2005,5).

يبين الشكل(5-2) المخطط الصندوقي لخوارزمية العميل الرئيسي.

يوضح الملحق (C-1) الكود الكامل لبرمجة العميل الرئيسي (المنسق).



الشكل(5-2) خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي BASE (المنسق)

5-3-2-تجريب خوارزمية عميل جريان الحمولة Gause على الشبكة النموذجية:

يتم تجريب خوارزمية عميل جريان الحمولة على الشبكة النموذجية عن طريق مقارنة نتائج جريا الحمولة وحساب توترات العقد النهائية بين برنامجين (Eclips) الذي يدعم النظام متعدد العملاء وبرنامج (Matlab).

تم برمجة خوارزمية غاوص زايدل في برنامج Matlap وتم تحميل معلومات الشبكة النموذجية إلى هذه الخوارزمية ومقارنة نتائج توترات العقد النهائية مع نتائج عميل جريان الحمولة المبرمج بواسطة برنامج النظام متعدد العملاء Eclips لنفس الشبكة الكهربائية النموذجية. يوضح الملحق (C-2) برمجة خوارزمية جريان الحمولة عن طريق برنامج Matlab.

بعد تطبيق البرنامج تم مقارنة نتائج قيم التوترات النهائية عند تطبيق خوارزمية جريان الحمولة في برنامج matlab وبرنامج Eclips (المستخدم في برمجة النظام متعدد العملاء)، حيث يبين الشكل(5-3) نتائج تطبيق خوارزمية جريان الحمولة على الشبكة الكربائية النموذجية 4BUS وفق نظرية غاوص زايدل في برنامج Eclips ، والشكل(5-4) نتائج تطبيق خوارزمية جريان الحمولة على الشبكة الكربائية النموذجية 4BUS في برنامج Matlap، **حيث نلاحظ تقارب كبير في قيم التوترات النهائية كما هو موضح بالجدول (5-1) مما يدل على صحة الكود الذي تم برمجته داخل عميل جريان الحمولة** بطريقة غاوص زايدل.

```
Vfinal for bus: 0 = 1.0

Vfinal for bus: 1 = 0.9994856733764695 - 0.03206850035759693i

Vfinal for bus: 2 = 0.9465534408130027 - 0.06489936862070361

Vfinal for bus: 3 = 1.0199054997726882 + 0.013884218862558502i
```

الشكل(5-3) التوترات النهائية للعقد في الشبكة النموذجية 4BUS باستخدام برنامج Eclips

```
V_new
    1.0000 + 0.0000i
    0.9911 - 0.0282i
    0.9837 - 0.0364i
    1.0198 + 0.0185i
```

الشكل(5-4) التوترات النهائية للعقد في الشبكة النموذجية 4BUS باستخدام برنامج Matlab

جدول(5-1) الفرق بين توترات العقد بعد تطبيق نظرية غاوص-زايدل على الشبكة النموذجية في برنامج matlab وبرنامج Eclips

قيمة توترات العقد بعد تطبيق نظرية غاوص-زايدل على الشبكة النموذجية				
v4(pu)	**v3(pu)**	**v2(pu)**	**v1(pu)**	
1.019+0.0138i	0.946-0.065i	0.999-0.032i	1	**Eclips**
1.019+0.018i	0.98-0.036i	0.991-0.028i	1	**Matlab**
0	-0.03	0.008	0	**الفرق (بالقيمة المطلقة) بين نتائج توترات العقد**

5-4-نتائج تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع باستخدام نظام العملاء على الشبكة النموذجية:

نبين فيمايلي نتائج تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع باستخدام نظام العملاء على الشبكة النموذجية 4 باسبارات، حيث تبين النتائج قيم الفائض بالاستطاعة التي تم تأمينها وطرحها للبيع في السوق عن طريق عميل الصفحات الصفراء:

```
bus number=4
Vfinal for bus: 0 = 1.0
Vfinal for bus: 1 = 0.9994856733764695 - 0.03206850035759693i
Vfinal for bus: 2 = 0.9465534408130027 - 0.0648993686207036i
Vfinal for bus: 3 = 1.0199054997726882 + 0.013884218862558502i
Pg on bus: 0 = 0.0
Pg on bus: 1 = 0.0
```

```
Pg on bus: 2 = 0.0

Pg on bus: 3 = 3.18

Pl  on bus: 0 = 0.5

Pl  on bus: 1 = 1.7

Pl  on bus: 2 = 2.0

Pl  on bus: 3 = 0.8

delta P for bus: 0 = -0.5

delta P for bus: 1 = -1.7

delta P for bus: 2 = -2.0

delta P for bus: 3 = 2.38
P for Load: 0 can decreased by rate : 0.2
Pl for bus: 0becom = 0.4
bus: 0 has spare= 0.1
Price for sealling P from bus: 0 MW/$= 3.0
P for Load: 1 can decreased by rate : 0.2
Pl for bus: 1becom = 1.36
bus: 1 has spare= 0.34
Price for sealling P from bus: 1 MW/$= 3.0
P for Load: 2 can decreased by rate : 0.2
Pl for bus: 2becom = 1.6
bus: 2 has spare= 0.4
Price for sealling P from bus: 2 MW/$= 3.0
Gen: 3 has spare= 2.38
Price for sealling P for Gen: 3 MW/$= 0.0

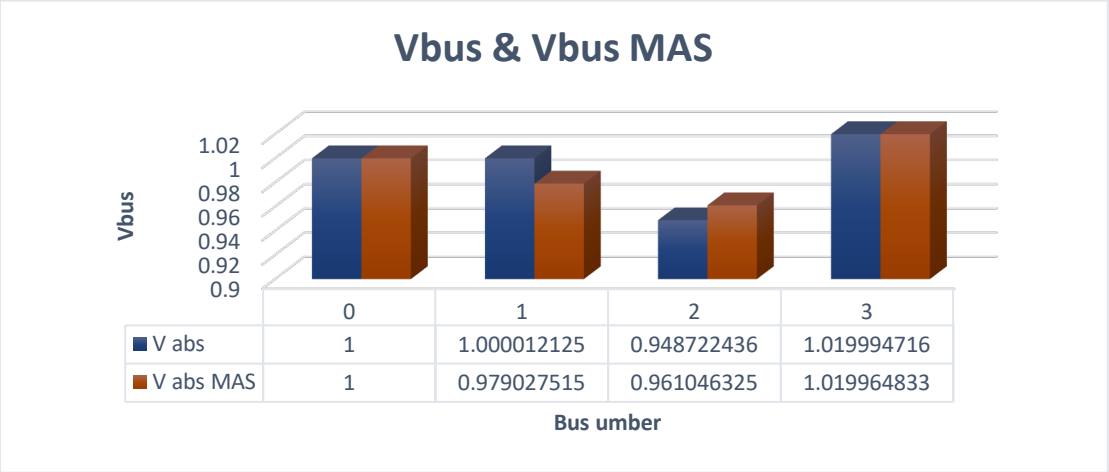
Vfinal for bus: 0 = 1.0

Vfinal for bus: 1 = 0.9791965774225724 + 0.0073438190618976 94i

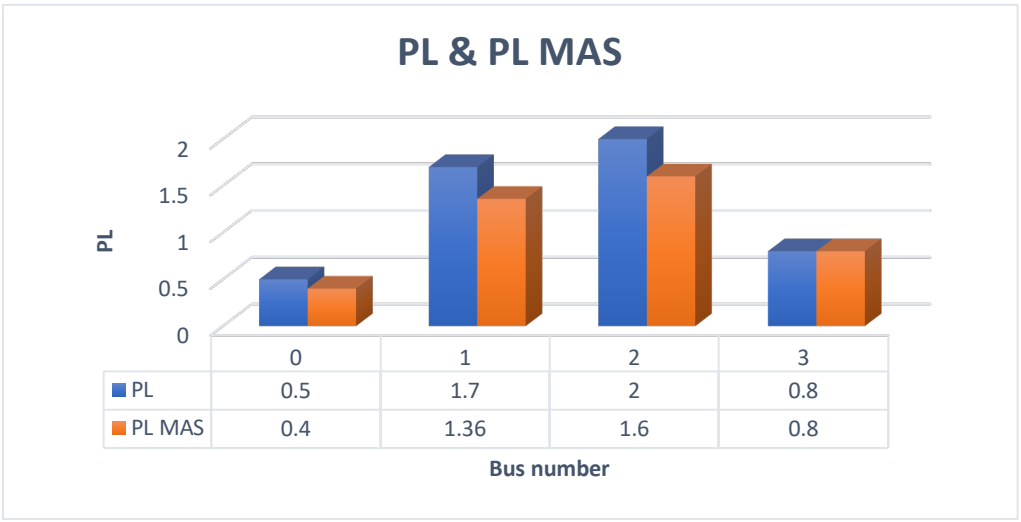
Vfinal for bus: 2 = 0.9613835651778877 + 0.009436691525804 71i

Vfinal for bus: 3 = 1.0199349117342147 + 0.011522839308076968i
```

ويوضح الشكل(5-5) نتائج توتر العقد بيانياً قبل وبعد تنفيذ خوارزمية التنسيق باستخدام النظام متعدد العملاء حيث يظهر أن قيم توترات العقد تغيرت في العقدتين (1، 2) مع بقائا ضمن الحدود الطبيعية أما العقدتين (0، 3) تغيرات التوتر فيا كانت طفيفة، أما الشكل(5-6) يوضح قيم استطاعات عقد الأحمال قبل وبعد تنفيذ خوارزمية التنسيق باستخدام النظام متعدد العملاء ونلاحظ أن تم تأمين فائض من الاستطاعة بعد فصل 20% من الأحمال غير الضرورية ليتم بعدها طرح هذا الفائض للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء DF.



الشكل(5-5) قيم توترات العقد النهائية في الشبكة النموذجية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء

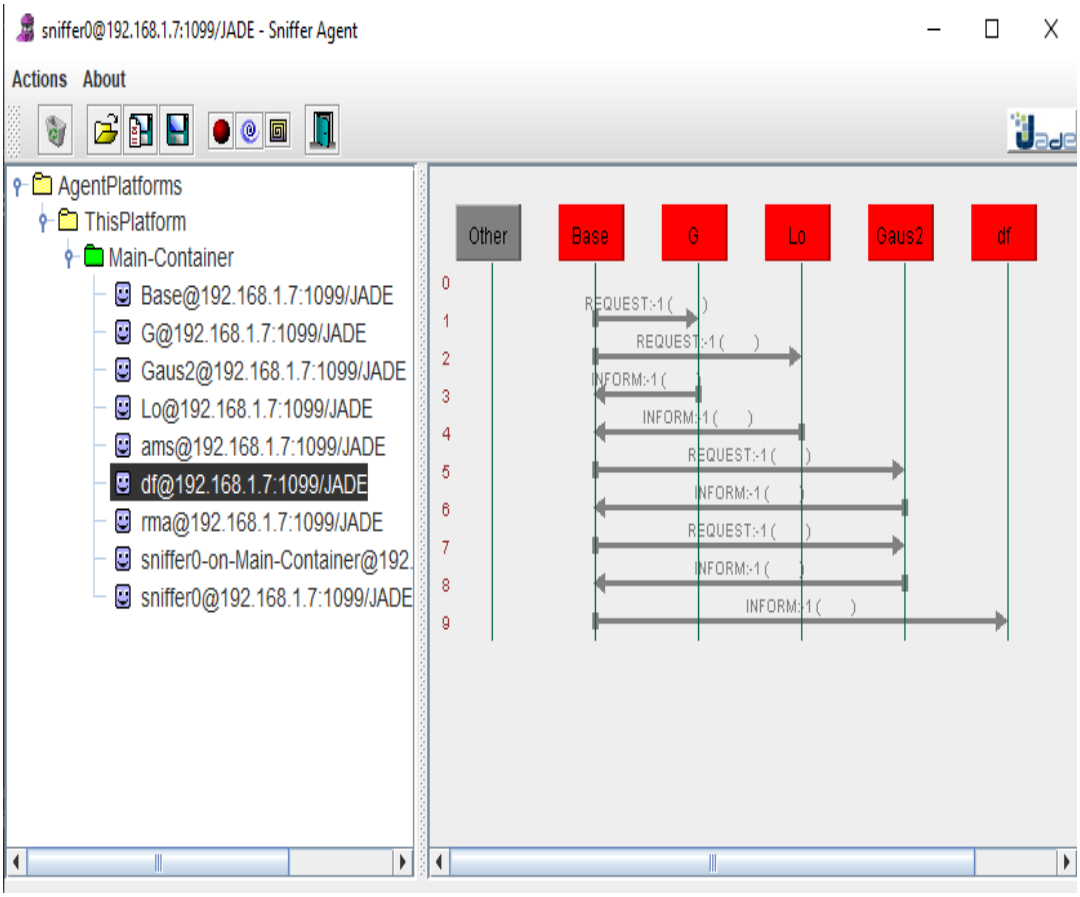


الشكل(5-6) قيم استطاعات الحمل في الشبكة النموذجية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد

5-4-1-مخطط الرسائل المتبادلة بين العملاء في منصة JADE:

يبين الشكل(5-5) مخطط الرسائل المتبادلة بين العملاء في منصة JADE حيث نلاحظ تواجد كافة العملاء في الحاوية الرئيسية، وتخاطب هذه العملاء بحسب خوارزمية التنسيق الموضحة بالشكل (5-2)

بحيث يتم تبادل المعلومات للحصول على فائض بالاستطاعة يتم طرحه للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء DF .



الشكل(5-7) الرسائل المتبادلة بين العملاء في منصة JADE

5-5-الخاتمة:

قمنا في هذا الفصل بتوضيح خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي وتجريب خوارزمية جريان الحمولة المخزنة في عميل جريان الحمولة ومقارنة النتائج مع برنامج MATLAP ، وتبين وجود تقارب كبير في النتائج مما يدل على صحة الخوارزمية، وقمنا بعدها بتطبيق خوارزمية التنسيق ونظرية النظام متعدد العملاء على الشبكة النموذجية، وأظهرت النتائج فعالية النظام متعدد العملاء في التواصل والتنسيق بين العملاء لتطبيق خوارزمية التنسيق وتأمين استطاعة احتياطية لطرحها للبيع عبر عميل الصفحات الصفراء DF .

الفصل السادس: الدراسة العملية

تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد باستخدام النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر 66 KV

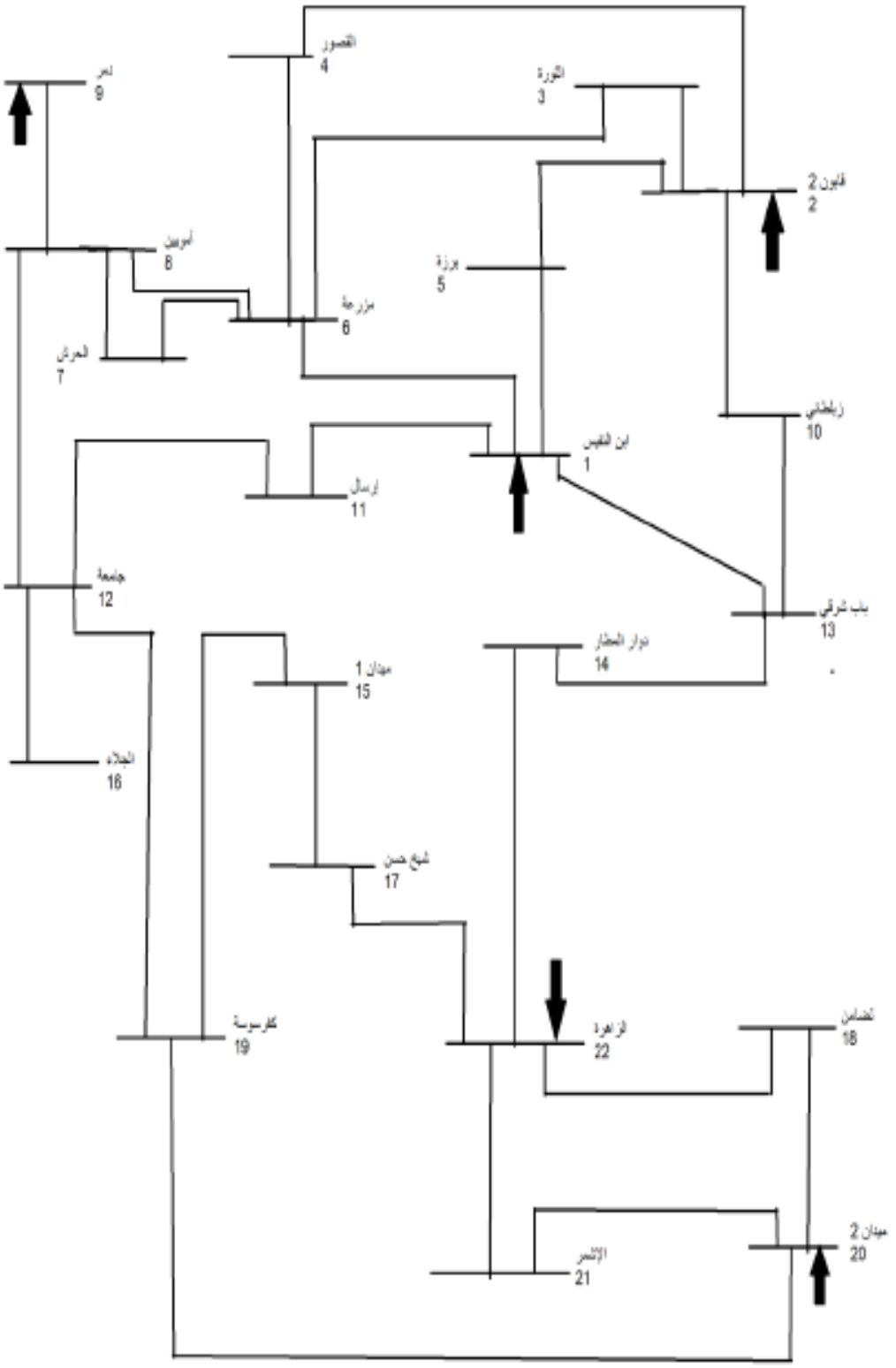
6-1-مقدمة:

تم في الفصل السابق برمجة وتطبيق وتجريب نظرية النظام متعدد العملاء على شبكة نموذجية لتقوم بمهمة التنسيق وتأمين استطاعة احتياطية لطرحها للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء، الآن سنقوم بتطبيق عملي على جزء من الشبكة السورية KV 66 مؤلف من 22 عقدة و29 خط، لنرى مدى فعالية نظرية النظام متعدد العملاء في التنسيق بين عملاء الشبكة لتأمين احتياطي في الاستطاعة يمكن طرحه للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء DF، مع تطبيق عدة سيناريوهات في الشبكة الكهربائية السورية.

6-2- تمثيل حاسوبي لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV 66:

6-2-1-مخطط الخط الواحد :

يبين الشكل(6-1) مخطط الخط الواحد لجزء من الشبكة السورية عند التوتر KV 66 حيث يحتوي هذا الجزء 22 عقدة و 29 خط. (عبير زين،2022،ص 149).



الشكل(6-1) مخطط الخط الواحد لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV 66 (عبير زين،2022،ص 149).

6-2-2-معلومات الخطوط:

يبين الجدول(6-1) معلومات الخطوط الخاصة بجزء من الشبكة الكهربائية السورية 66 KV وعددها 29 خط.

الجدول(6-1) معلومات الخطوط لجزء من الشبكة السورية عند التوتر 66 KV (وزارة الكهرباء-مديرية التنسيق).

رقم الخط	عقدة البداية	عقدة النهاية	الطول km	مقطع الخط mm2 نحاس	R(أوم\كم)	X(أوم\كم)	R أوم	X أوم
1	قابون 2 (Bus 1)	برزة (Bus 4)	4	300	0.097	0.23	0.39	0.92
2	قابون 2 (Bus 1)	زبلطاني (Bus 9)	5	300	0.097	0.23	0.49	1.15
3	قابون 2 (Bus 1)	الثورة (Bus 2)	6	300	0.097	0.23	0.58	1.38
4	قابون 2 (Bus 1)	القصور (Bus 3)	4.5	300	0.097	0.23	0.44	1.04
5	ابن النفيس (Bus 0)	برزة (Bus 4)	2	300	0.097	0.23	0.19	0.46
6	ابن النفيس (Bus 0)	باب شرقي (Bus 12)	6	300	0.097	0.23	0.58	1.38
7	ابن النفيس (Bus 0)	المزرعة (Bus 5)	2	300	0.097	0.23	0.19	0.46
8	ابن النفيس (Bus 0)	إرسال (Bus 10)	4.5	300	0.097	0.23	0.44	1.04
9	المزرعة (Bus 5)	الثورة (Bus 2)	2.5	300	0.097	0.23	0.24	0.58
10	المزرعة (Bus 5)	الحرش (Bus 6)	3.5	630	0.0361	0.1225	0.13	0.43
11	المزرعة (Bus 5)	الأمويين (Bus 7)	3.9	630	0.0361	0.1225	0.14	0.48
12	المزرعة (Bus 5)	القصور (Bus 3)	2	630	0.0361	0.1225	0.07	0.25
13	الجامعة (Bus 11)	كفرسوسة (Bus 18)	3	300	0.097	0.23	0.29	0.69
14	الجامعة (Bus 11)	إرسال (Bus 10)	4.5	300	0.097	0.23	0.44	1.04
15	الجامعة (Bus 11)	الأمويين (Bus 7)	2.5	300	0.097	0.23	0.24	0.58
16	الجامعة (Bus 11)	الجلاء (Bus 15)	2.5	630	0.0361	0.1225	0.09	0.31
17	الأمويين (Bus 7)	الحرش (Bus 6)	2.5	630	0.0361	0.1225	0.09	0.31
18	الأمويين (Bus 7)	دمر (Bus 8)	2	300	0.097	0.23	0.19	0.46
19	الزاهرة (Bus 21)	دوار المطار (Bus 13)	3	300	0.097	0.23	0.29	0.69
20	الزاهرة (Bus 21)	التضامن (Bus 17)	1.23	300	0.097	0.23	0.12	0.28
21	الزاهرة (Bus 21)	شيخ حسن (Bus 16)	1	300	0.097	0.23	0.10	0.23
22	الزاهرة (Bus 21)	الأشمر (Bus 20)	3	300	0.097	0.23	0.29	0.69
23	ميدان2 (Bus 19)	كفرسوسة (Bus 18)	1.3	300	0.097	0.23	0.13	0.30
24	ميدان2 (Bus 19)	التضامن (Bus 17)	2.3	300	0.097	0.23	0.22	0.53

25	ميدان2 (Bus 19)	الأشمر (Bus 20)	5	300	0.097	0.23	0.49	1.15
26	باب شرقي (Bus 12)	دوار المطار (Bus 13)	2	300	0.097	0.23	0.19	0.46
27	باب شرقي (Bus 12)	زبلطاني (Bus 9)	2	300	0.097	0.23	0.19	0.46
28	ميدان 1 (Bus 14)	شيخ حسن (Bus 16)	2.2	300	0.097	0.23	0.21	0.51
29	ميدان 1 (Bus 14)	كفرسوسة (Bus 18)	1.5	300	0.097	0.23	0.15	0.35

6-2-3-معلومات العقد:

يبين الجدول(6-2) معلومات العقد الخاصة بجزء من الشبكة الكهربائية السورية 66 KV وعددها 22 عقدة.

الجدول(6-2) معلومات العقد لجزء من الشبكة السورية عند التوتر 66 KV (وزارة الكهرباء-مديرية التنسيق).

Lo		Gen		Bus ID
P Mw	Q Mvar	P Mw	Q Mvar	
49.30	23.88	89.10	43.15	ابن النفيس
42.52	20.59	113.09	54.77	قابون 2
16.40	7.94	0.00	0.00	الثورة
6.00	2.91	0.00	0.00	القصور
7.80	3.78	0.00	0.00	برزة
4.00	1.94	0.00	0.00	المزرعة
0.25	0.12	0.00	0.00	الحرش
14.50	7.02	0.00	0.00	الأمويين
49.46	23.95	105.96	51.32	دمر
5.20	2.52	0.00	0.00	زبلطاني
5.47	2.65	0.00	0.00	إرسال
20.20	9.78	0.00	0.00	الجامعة
22.00	10.66	0.00	0.00	باب شرقي
29.46	14.27	0.00	0.00	دوار المطار
6.65	3.22	0.00	0.00	ميدان 1
22.50	10.90	0.00	0.00	الجلاء
9.57	4.63	0.00	0.00	الشيخ حسن
0.03	0.01	0.00	0.00	التضامن

كفرسوسة	0.00	0.00	5.81	12.00
ميدان 2	60.54	125.00	16.81	34.70
الأشمر	0.00	0.00	14.29	29.50
الزاهرة	65.04	134.30	32.30	66.70

6-2-4-أطوال الخطوط:

يبين الجدول(6-3) أطوال الخطوط الخاصة بجزء من الشبكة الكهربائية السورية 66 KV مقدرة بالكيلومتر.

الجدول(6-3) أطوال الخطوط لجزء من الشبكة السورية عند التوتر 66 KV (ع وزارة الكهرباء- مديرية التنسيق).

رقم الخط	عقدة البداية	عقدة النهاية	الطول km
1	قابون 2 (Bus 1)	برزة (Bus 4)	4
2	قابون 2 (Bus 1)	زبلطاني (Bus 9)	5
3	قابون 2 (Bus 1)	الثورة (Bus 2)	6
4	قابون 2 (Bus 1)	القصور (Bus 3)	4.5
5	ابن النفيس (Bus 0)	برزة (Bus 4)	2
6	ابن النفيس (Bus 0)	باب شرقي (Bus 12)	6
7	ابن النفيس (Bus 0)	المزرعة (Bus 5)	2
8	ابن النفيس (Bus 0)	إرسال (Bus 10)	4.5
9	المزرعة (Bus 5)	الثورة (Bus 2)	2.5
10	المزرعة (Bus 5)	الحرش (Bus 6)	3.5
11	المزرعة (Bus 5)	الأمويين (Bus 7)	3.9
12	المزرعة (Bus 5)	القصور (Bus 3)	2
13	الجامعة (Bus 11)	كفرسوسة (Bus 18)	3
14	الجامعة (Bus 11)	إرسال (Bus 10)	4.5
15	الجامعة (Bus 11)	الأمويين (Bus 7)	2.5
16	الجامعة (Bus 11)	الجلاء (Bus 15)	2.5
17	الأمويين (Bus 7)	الحرش (Bus 6)	2.5
18	الأمويين (Bus 7)	دمر (Bus 8)	2
19	الزاهرة (Bus 21)	دوار المطار (Bus 13)	3
20	الزاهرة (Bus 21)	التضامن (Bus 17)	1.23
21	الزاهرة (Bus 21)	شيخ حسن (Bus 16)	1
22	الزاهرة (Bus 21)	الأشمر (Bus 20)	3
23	ميدان2 (Bus 19)	كفرسوسة (Bus 18)	1.3
24	ميدان2 (Bus 19)	التضامن (Bus 17)	2.3
25	ميدان2 (Bus 19)	الأشمر (Bus 20)	5
26	باب شرقي (Bus 12)	دوار المطار (Bus 13)	2

27	باب شرقي (Bus 12)	زبلطاني (Bus 9)	2
28	ميدان 1 (Bus 14)	شيخ حسن (Bus 16)	2.2
29	ميدان 1 (Bus 14)	كفرسوسة (Bus 18)	1.5
الطول الكلي			**87.43**

6-2-5-تحديد استطاعة الأساس:

بحسب الجداول(6-4)(6-5)(6-6) فإن الخط الواحد في شبكة KV 66 يمكنه تحمل استطاعة تتراوح ما بين 70-105 MVA ، وبالتالي نختار استطاعة أساس تقدر بـ 100 MVA.

الجدول(6-4) استطاعة محولات محطات التحويل بحسب توترات الخطوط (Ashok Kumar Rajput,2023,40)

Voltage Level (A)	Transformation Capacity	
	Load Serving Substation (B)	Generation Pooling substations (C)
765 kV	9000 MVA	9000 MVA
400 kV	2500 MVA	5000 MVA
220 kV	1000 MVA	1000 MVA
132 kV	500 MVA	500 MVA
66 kV	160 MVA	160 MVA

الجدول(6-5) استطاعة محولات محطات التحويل بحسب موقعها بالشبكة (JAPAN (NTERNATIONAL COOPERATION AGENCY, 1999, A7-4)

Location of Substation	Scale
High density load area	30 MVA x 2 units, 3 units
Urban area	20 MVA x 2 units, 3 units
Rural area	10 MVA x 1 unit, 2 units

الجدول(6-6) قيمة التيار الاسمي للخط الواحد بحسب توتر الشبكة الكهربائية (JAPAN (NTERNATIONAL COOPERATION AGENCY, 1999, A7-2)

Voltage (kV)	Standard Rated Current (A)
66	1,600
20	1,600

Note: The standard rated current of busbar is decided from the estimated maximum current under the normal operation as well as under fault and/or unit outage conditions as follows:

(1) Single busbar : Outage of one 66 kV line or one unit of transformer.

(2) Double busbar : Outage of one 66 kV line or one unit of transformer when one busbar is out of service.

6-2-6-تحديد قيمة استطاعة التوليد الموزع الذي سيتم اضافته للشبكة السورية:

مؤشر الاختراق $P_I\%$: هو نسة استطاعة التوليد الموزع S_{DG} من قيمة استطاعة الحمل في الشبكة الكهربائية S_{LOAD} ، وهو يتراوح بين 20 % -30%(د.علي حمزة، 163،2011). ويبين الجدول(6-7) استطاعة الحمل الكلي في الشبكة الكهربائية السورية. في حال اخترنا أن تكون نسبة مؤشر الاختراق هي 20 % فإن قيمة استطاعة التوليد الموزع S_{DG} تحسب كما يلي:

معادلة(6-1) $S_{DG}=P_I\% * S_{LOAD} =0.2 *5.05 =1.01 [PU]$

الجدول(6-7) مجموع استطاعة الأحمال المربوطة على جزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV66

SL PU	SL MVA	Lo		Gen		Bus ID
		P Mw	Q Mvar	P Mw	Q Mvar	
0.55	49.3+23.877i	49.30	23.88	89.10	43.15	ابن النفيس
0.47	42.52+20.59i	42.52	20.59	113.09	54.77	قابون 2
0.18	16.4+7.94288i	16.40	7.94	0.00	0.00	الثورة
0.07	6+2.90591i	6.00	2.91	0.00	0.00	القصور
0.09	7.8+3.777i	7.80	3.78	0.00	0.00	برزة
0.04	4+1.9372i	4.00	1.94	0.00	0.00	المزرعة
0.00	0.251+0.12156i	0.25	0.12	0.00	0.00	الحرش
0.16	14.5+7.02267i	14.50	7.02	0.00	0.00	الأمويين
0.55	49.46+23.95457i	49.46	23.95	105.96	51.32	دمر
0.06	5.2+2.51847i	5.20	2.52	0.00	0.00	زبلطاني
0.06	5.47+2.649i	5.47	2.65	0.00	0.00	إرسال
0.22	20.2+9.7833i	20.20	9.78	0.00	0.00	الجامعة
0.24	22+10.65508i	22.00	10.66	0.00	0.00	باب شرقي
0.33	29.46+14.268i	29.46	14.27	0.00	0.00	دوار المطار
0.07	6.65+3.2207i	6.65	3.22	0.00	0.00	ميدان 1
0.25	22.5+10.897i	22.50	10.90	0.00	0.00	الجلاء
0.11	9.57+4.6349i	9.57	4.63	0.00	0.00	الشيخ حسن
0.00	0.03+0.014529i	0.03	0.01	0.00	0.00	التضامن
0.13	12+5.81186i	12.00	5.81	0.00	0.00	كفرسوسة
0.39	34.7+16.8059i	34.70	16.81	125.00	60.54	ميدان 2
0.33	29.5+14.287i	29.50	14.29	0.00	0.00	الأشمر
0.74	66.7+32.30428i	66.70	32.30	134.30	65.04	الزاهرة
5.05	**المجموع**					

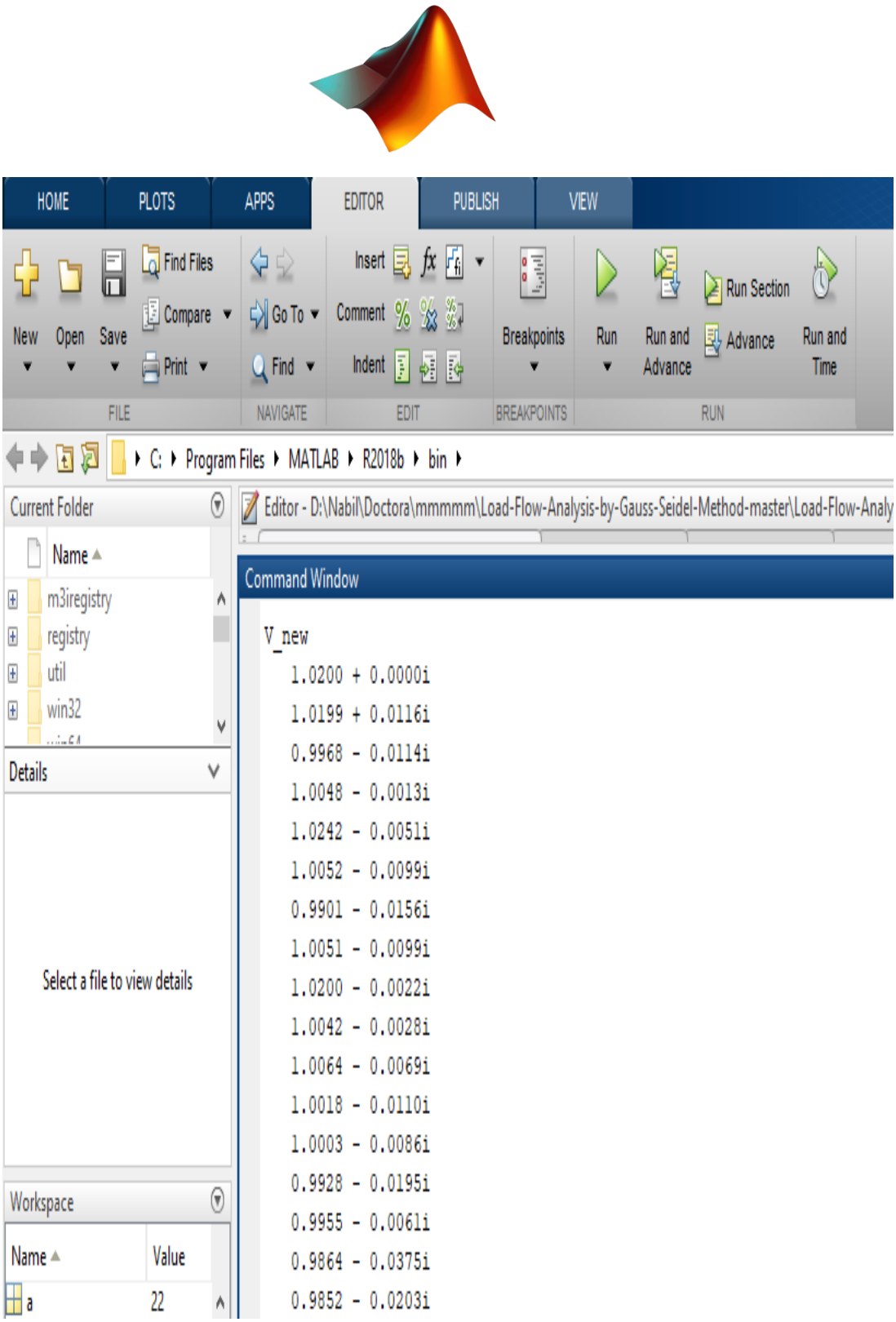
6-3- تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد باستخدام النظام متعدد العملاء لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر 66 KV :

6-3-1- برمجة عملاء الشبكة الكهربائية باستخدام النظام متعدد العملاء :

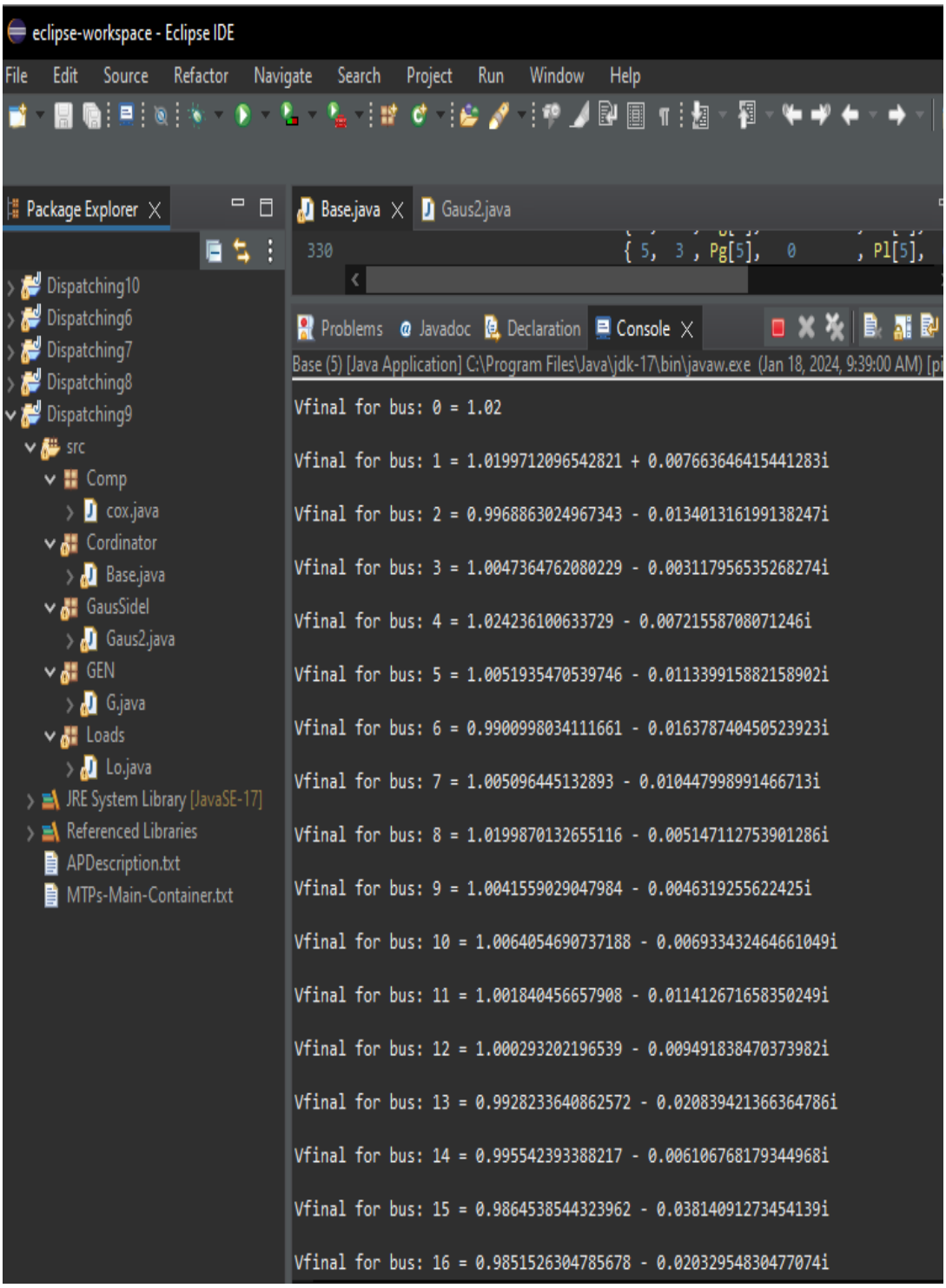
كما ذكرنا سابقا سيتم برمجة عميل المولدات وعميل الأحمال وعميل جريان الحمولة والعميل الرئيسي (المنسق) بلغة الجافا(اللغة التي تدعم النظام متعدد العملاء) باستخدام برنامج Eclips يوضح الملحق (D-1) كود البرمجة الخاصة بعملاء الشبكة الكهربائية

6-3-2- تجريب خوارزمية عميل جريان الحمولة Gause :

يتم تجريب خوارزمية عميل جريان الحمولة Gause عن طريق مقارنة نتائج قيم التوترات النهائية بين برنامج Matlab (الشكل(6-2)) وبرنامج Eclips (الشكل(6-3)) الذي يدعم النظام متعدد العملاء.



الشكل(6-2) نتائج قيم التوترات النهائية في برنامج Matlab لجزء من الشبكة السورية عند التوتر KV66



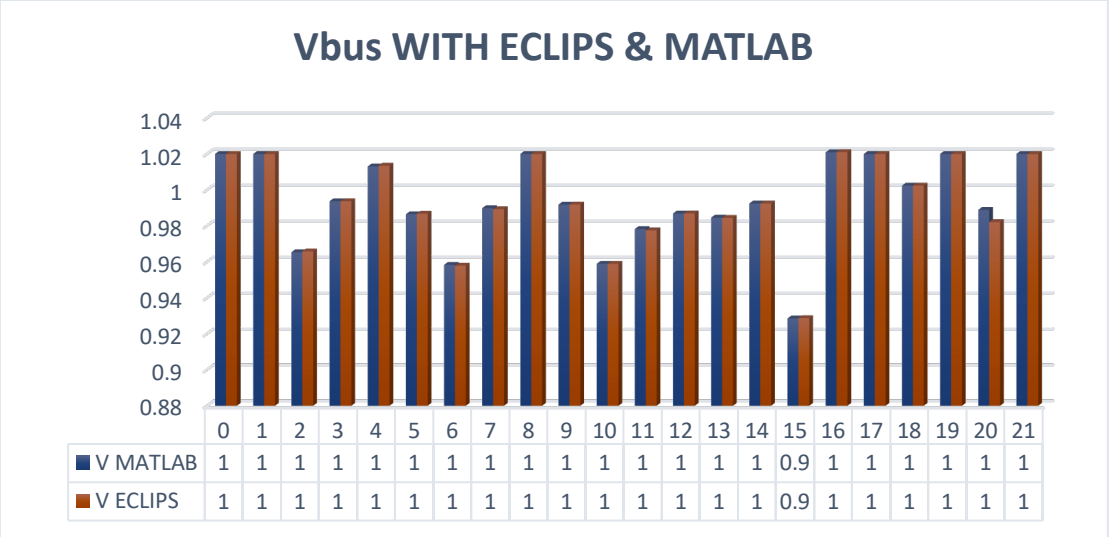
الشكل(6-3) نتائج قيم التوترات النهائية في برنامج Eclips لجزء من الشبكة السورية عند التوتر KV66

حيث يظهر الجدول(6-8) الفرق بين قيم التوترات النهائية التي تم حسابها عن طريق برنامج Matlab وبرنامج Eclips.

الجدول(6-8) الفرق بين قيم التوترات النهائية التي تم حسابها عن طريق برنامج Matlab وبرنامج Eclips

الفرق	V final by Matlap(pu)	V final by Eclips(pu)	Bus Number
0	1.02	1.02	0
0.0008-0.0192i	1.0186+0.0529i	1.0194+0.0337i	1
0.0003-0.0049i	0.9645-0.0401i	0.9648-0.045i	2
-0.0048i	0.9937-0.0025i	0.9937-0.00725i	3
0.0004-0.006i	1.013-0.0106i	1.013358-0.016619i	4
0.0002-0.004i	0.9861-0.027i	0.9863-0.031i	5
-0.0005-0.0018i	0.9575-0.0398i	0.957-0.0416i	6
-0.0006-0.001i	0.9896-0.0229i	0.989-0.0239i	7
-0.0001-0.0059i	1.02-0.0075i	1.0199-0.01337i	8
-0.0043i	0.9918-0.0073i	0.9918-0.0116i	9
0.0001i	0.958-0.0417i	0.958-0.0416i	10
-0.0008-0.0008i	0.9778-0.0305i	0.977-0.0313i	11
-0.0022i	0.9867-0.0195i	0.9867-0.02167i	12
-0.0002-0.0024i	0.9842-0.0278i	0.984-0.0302i	13
0	0.9924-0.0105i	0.9924-0.0105i	14
0.0001-0.0013i	0.9233-0.0984i	0.92336-0.0997i	15
0.0001	1.0209-0.0083i	1.021-0.0083i	16
0	1.0199-0.0137i	1.0199-0.0137i	17
-0.0001i	1.0023-0.0153i	1.0023-0.0154i	18
-0.0001-0.0035i	1.02-0.009i	1.0199-0.01249i	19
-0.0069-0.0015i	0.9869-0.0632i	0.98-0.0647i	20
-0.0001-0.0026i	1.02-0.0083i	1.0199-0.0109i	21

نلاحظ من خلال الجدول(6-8) والشكل(6-2) تطابق نتائج قيم التوترات النهائية بين البرنامجين مما يدل عل صحة الخوارزمية المخزنة في عميل جريان الحمولة.



الشكل(6-4) مخطط بياني يظهر الفرق بين قيم التوترات النهائية في برنامج Matlab وبرنامج Eclips

6-3-3- نتائج تطبيق خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي :

عند تطبيق خوارزمية التنسيق يظهر لدينا النتائج الموضحة بالجدول(6-9).

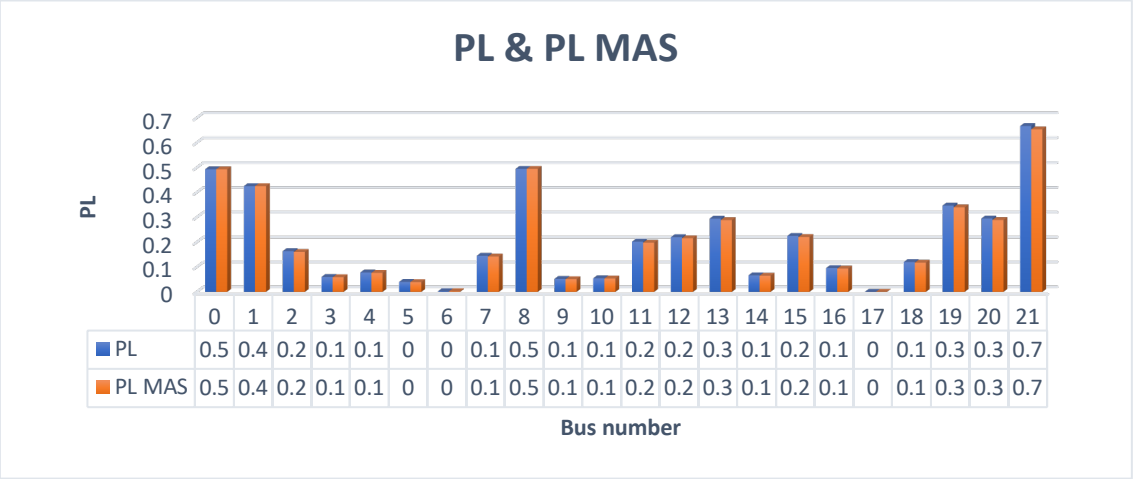
الجدول(6-9) قيمة الفائض بالاستطاعة نتيجة تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام النظام متعدد العملاء بدون وجود التوليد الموزع للشبكة الكهربائية السورية 66 KV

Spare Power (PU)	Pl decrease (2%)	Pg increase (2%)	delta P	PL (PU)	PG (PU)	Bus ID	Bus No
0.01782	0.493	0.0178	0.398	0.493	0.891	ابن النفيس	0
0.0226176	0.4252	0.0226	0.7057	0.425	1.1309	قابون 2	1
0.00328	0.1607	0	-0.164	0.164	0	الثورة	2
0.0012	0.0588	0	-0.06	0.06	0	القصور	3
0.00156	0.0764	0	-0.078	0.078	0	برزة	4
0.0008	0.0392	0	-0.04	0.04	0	المزرعة	5
0.0000502	0.0025	0	-0.0025	0.003	0	الحرش	6
0.0029	0.1421	0	-0.145	0.145	0	الأمويين	7
0.021192	0.4946	0.0212	0.565	0.495	1.0596	دمر	8
0.00104	0.051	0	-0.052	0.052	0	زبلطاني	9
0.001094	0.0536	0	-0.0547	0.055	0	إرسال	10
0.00404	0.198	0	-0.202	0.202	0	الجامعة	11
0.0044	0.2156	0	-0.22	0.22	0	باب شرقي	12
0.005892	0.2887	0	-0.2946	0.295	0	دوار المطار	13
0.00133	0.0652	0	-0.0665	0.067	0	ميدان 1	14
0.0045	0.2205	0	-0.225	0.225	0	الجلاء	15
0.001914	0.0938	0	-0.0957	0.096	0	الشيخ حسن	16
0.000006	0.0003	0	-0.0003	3E-04	0	التضامن	17
0.0024	0.1176	0	-0.12	0.12	0	كفرسوسة	18
0.025	0.3401	0.025	0.903	0.347	1.25	ميدان 2	19
0.0059	0.2891	0	-0.295	0.295	0	الأشمر	20
0.02686	0.6537	0.0269	0.676	0.667	1.343	الزاهرة	21
0.155	مجموع قيمة الاستطاعة التي يمكن طرحها للبيع في عميل الصفحات الصفراء عبر 22 خط و 29 عقدة (بينها 5 عقد توليد تقليدي) (PU)						

حيث يبين الجدول(6-9) الفرق بين استطاعة الحمل قبل وبعد تطبيق MAS ، وهذا الفرق هو قيمة الفائض بالاستطاعة التي تم تأمينها باستخدام خوارزمية العميل الرئيسي (المنسق) والتي ستطرح للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء DF.

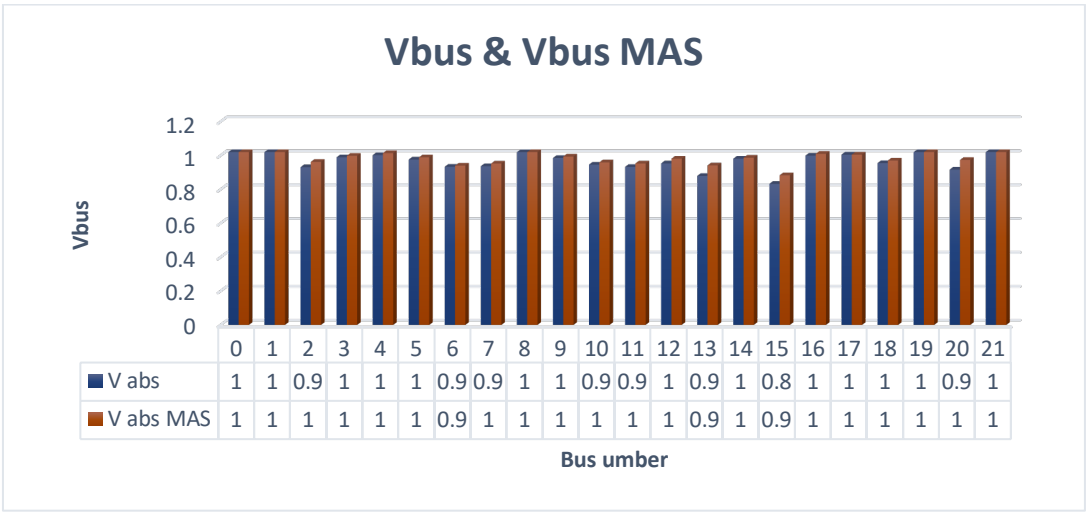
ويبين الشكل(5-5) الرسائل المتبادلة بين العملاء باستخدام منصة JADE أثناء تطبيق خوارزمية التنسيق لكن الفرق يكون بمحتوى الرسائل الذي يختلف بحسب اختلاف السيناريوهات الخاصة بالشبكة الكهربائية المدروسة.

يوضح الشكل(5-6) قيم استطاعات الحمل قبل تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء وبعده، حيث يوضح الشكل أنه تم تأمين الفائض بالاستطاعة مع الحفاظ على قيمة استطاعة الأحمال في 5 عقد من الشبكة الكهربائية (0،1،8،19،21)، ويوضح الشكل(6-6) قيم توترات العقد النهائية قبل تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء وبعده، حيث تبين أن قيم التوترات بقيت ضمن الحدود الطبيعية بعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء.



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
PL	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0	0.1	0.3	0.3	0.7
PL MAS	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0	0	0.1	0.5	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0	0.1	0.3	0.3	0.7

الشكل(5-6) قيم استطاعات الحمل قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء بدون وجود التوليد الموزع



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
V abs	1	1	0.9	1	1	1	0.9	0.9	1	1	0.9	0.9	1	0.9	1	0.8	1	1	1	1	0.9	1
V abs MAS	1	1	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1	0.9	1	0.9	1	1	1	1	1	1

الشكل(6-6) قيم توترات العقد النهائية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء بدون وجود التوليد الموزع

6-4- نتائج تطبيق خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي مع وجود التوليد الموزع :

لاحقا للفقرة رقم(3-3-6) والمعادلة رقم(6-1) سنقترح اضافة استطاعة موزعة تقدر بقيمة 0.9 PU كما يلي:

*محطة توليد شمسية عند 3 عقد وفق المواصفات التالية للعقدة الواحدة:

-عدد الألواح الشمسية 40000 لوح شمسي

-استطاعة P_{PV} المأخوذة من كل لوح تقدر وفق المعادلة(3-2) كما يلي:

P_{mppt} الاستطاعة العظمى للخلايا الضوئية بالواط وتقدر بـ 550

η_{mppt} مردود أعلى قيمة استطاعة.

η_{inv} مردود الانفرتر. حيث تقدر قيمة $\eta_{mppt}*\eta_{inv}$ بـ 0.964

η_{deg} مردود التقادم. يقدر بـ 0.958

و بالتالي فإن القيمة الكلية لاستطاعة محطة التوليد P_{PV} المقترحة تقدر تقريبا بـ 0.2 PU

*محطة توليد ريحية عند 3 عقد وفق المواصفات التالية لكل عقدة:

عدد العنفات الريحية 2 عنفة

استطاعة P_{max} المآخوذة من كل عنفة تقدر وفق المعادلة(3-1) كما يلي:

P_{max} أقصى استطاعة نحصل عليها من الريح بالواط

ρ كثافة الهواء Kg/m3 قيمتها (1.225).

A مساحة مقطع الدائر m^2 افترضنا أن نصف قطر العنفة 50 متر

V سرعة الرياح (m/s) قيمتها (4-25). افترضنا أن سرعة الرياح 12

و بالتالي فإن القيمة الكلية لاستطاعة محطة التوليد المقترحة P_{max} تقدر تقريبا بـ 0.1 PU

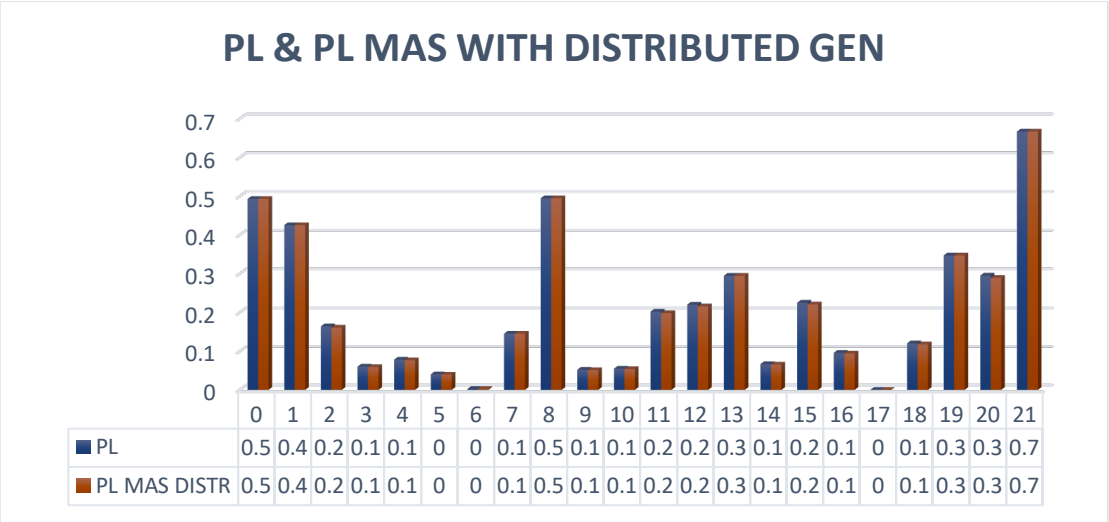
يوضح الملحق (D-2) كود البرمجة الخاصة بعملاء الشبكة الكهربائية بوجود التوليد الموزع

الجدول(6-10) قيمة الفائض بالاستطاعة نتيجة تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع للشبكة الكهربائية السورية KV 66

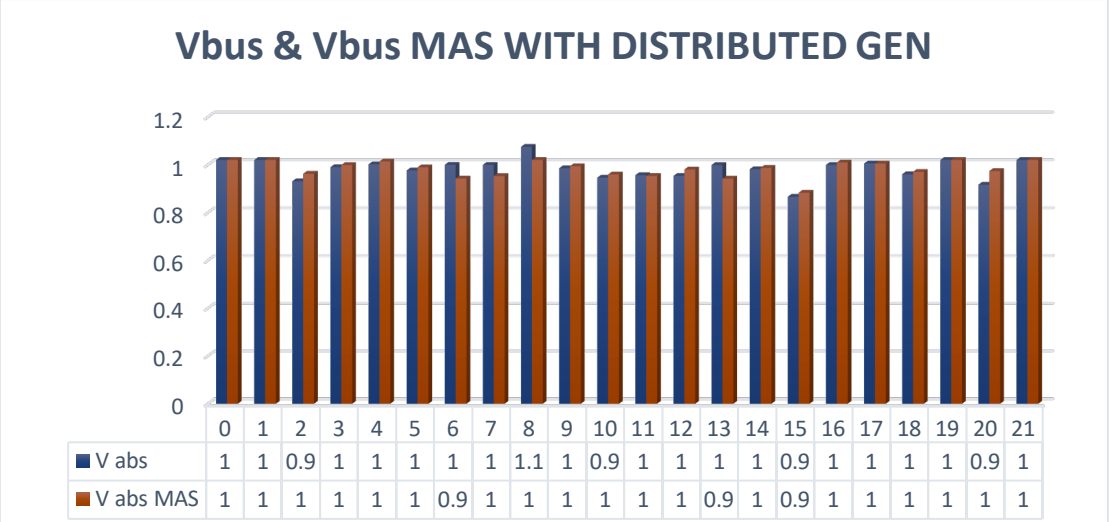
Spare Power (PU)	Pl decrease (2%)	Pg increase (2%)	delta P	PL (PU)	PG (PU)	Bus ID	Bus No
0.01782	0.493	0.01782	0.398	0.493	0.891	ابن النفيس	0
0.02262	0.4252	0.022618	0.7057	0.425	1.1309	قابون 2	1
0.00328	0.16072	0	-0.164	0.164	0	الثورة	2
0.0012	0.0588	0	-0.06	0.06	0	القصور	3
0.00156	0.07644	0	-0.078	0.078	0	برزة	4
0.0008	0.0392	0	-0.04	0.04	0	المزرعة	5
0.006	0.00251	0.006	0.2975	0.003	0.3	الحرش	6
0.006	0.145	0.006	0.155	0.145	0.3	الأمويين	7
0.02119	0.4946	0.021192	0.565	0.495	1.0596	دمر	8
0.00104	0.05096	0	-0.052	0.052	0	زبلطاني	9
0.00109	0.053606	0	-0.0547	0.055	0	إرسال	10
0.00404	0.19796	0	-0.202	0.202	0	الجامعة	11
0.0044	0.2156	0	-0.22	0.22	0	باب شرقي	12
0.006	0.2946	0.006	0.0054	0.295	0.3	دوار المطار	13
0.00133	0.06517	0	-0.0665	0.067	0	ميدان 1	14
0.0045	0.2205	0	-0.225	0.225	0	الجلاء	15
0.00191	0.093786	0	-0.0957	0.096	0	الشيخ حسن	16
6E-06	0.000294	0	-0.0003	3E-04	0	التضامن	17
0.0024	0.1176	0	-0.12	0.12	0	كفرسوسة	18
0.025	0.347	0.025	0.903	0.347	1.25	ميدان 2	19
0.0059	0.2891	0	-0.295	0.295	0	الأشمر	20
0.02686	0.667	0.02686	0.676	0.667	1.343	الزاهرة	21
0.16495	مجموع قيمة الاستطاعة التي يمكن طرحها للبيع في عميل الصفحات الصفراء عبر 22 خط و 29 عقدة (بينها 5 عقد توليد تقليدي و 3 عقد توليد موزع) (PU)						

يوضح الشكل(6-7) قيم استطاعات الحمل قبل تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء وبعده وبوجود التوليد الموزع، حيث تم تأمين قيمة أكبر من الاستطاعة المطروحة للبيع(0.165 PU) مع فصل قيمة أقل من الأحمال في الشبكة المدروسة وذلك بعد اضافة مجموعات التوليد الموزع وتطبيق خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي(المنسق)، حيث تم المحافظة على الأحمال في

العقد(0،1،6،7،8،13،19،21) بدون فصل. ويوضح الشكل(6-8) قيم توترات العقد النهائية قبل تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء وبعده بوجود التوليد الموزع، حيث تبين أن قيم التوترات بقيت ضمن الحدود الطبيعية بعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع.



الشكل(6-7) قيم استطاعات الحمل قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء وبوجود التوليد الموزع

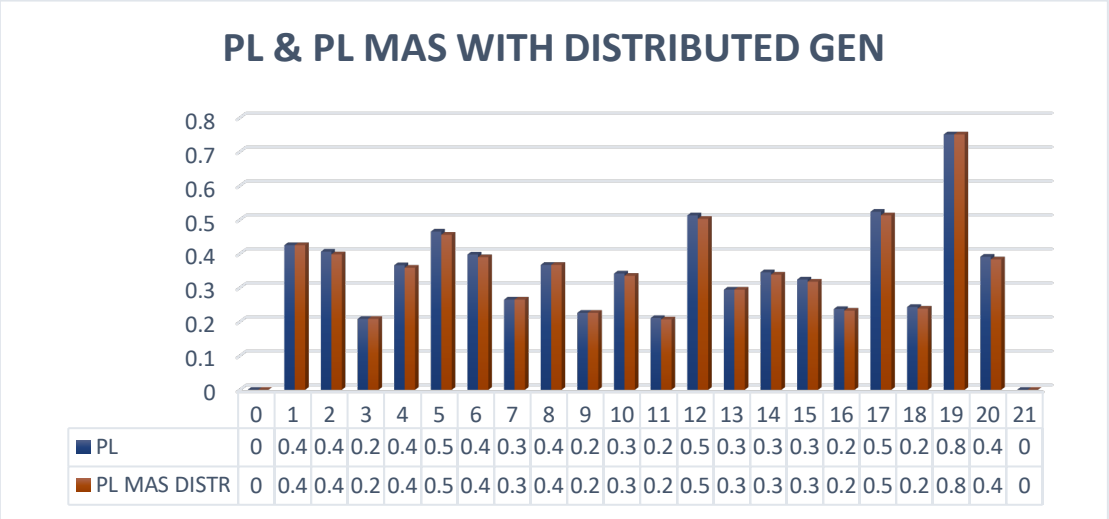


الشكل(6-8) قيم توترات العقد النهائية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع

ويبين الشكل(5-5) الرسائل المتبادلة بين العملاء باستخدام منصة JADE أثناء تطبيق خوارزمية التنسيق لكن الفرق يكون بمحتوى الرسائل الذي يختلف بحسب اختلاف السيناريوهات الخاصة بالشبكة الكهربائية المدروسة.

6-5-نتائج تطبيق خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي مع وجود التوليد الموزع عند اختيار عقدة قابون 2 كعقدة مرجعية:

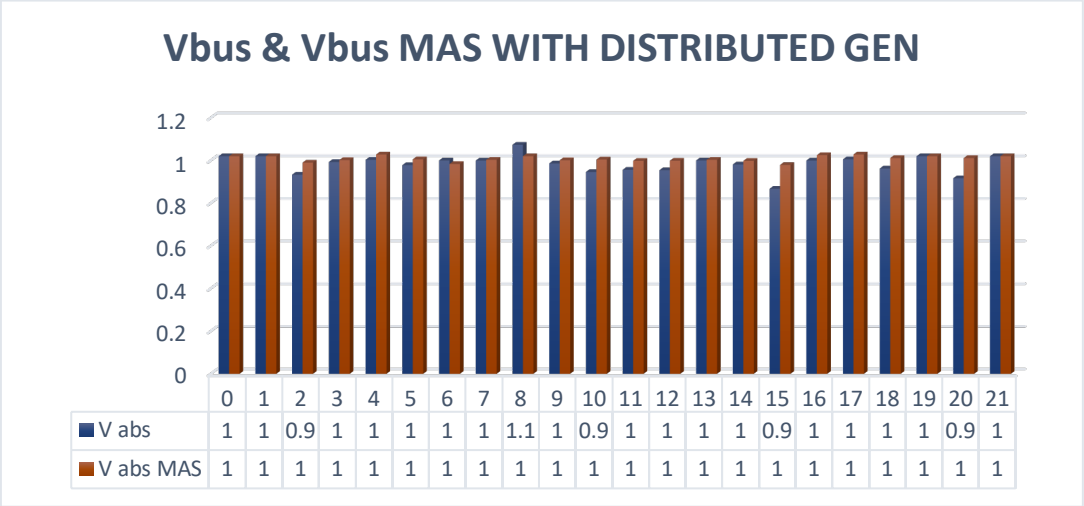
قمنا بتطبيق الحالة المذكورة في الفقرة 6-4 لكن مع تغيير العقدة المرجعية، حيث اعتبرنا أن العقدة المرجعية هي العقدة قابون 2 نظرا لأن قيمة استطاعة التوليد فيها هي الأعلى، بينما كانت العقدة المرجعية في الفقرة 6-4 هي ابن النفيس وهو أسوأ سيناريو من حيث قيم التوترات النهائية نظراً لأن استطاعة التوليد في هذه الحالة هي الأقل بين العقد. مع العلم أن التغيير الذي حصل في كود البرمجة الخاص بالعميل الرئيسي هو تغيير نوع العقدة رقم 1 من باسبار مرجعي(رقم 1) إلى باسبار مولدات (رقم2) وبالمثل نغير نوع العقدة رقم 2 من باسبار مولدات(رقم2) إلى باسبار مرجعي (رقم1).



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
PL	0	0.4	0.4	0.2	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2	0.8	0.4	0
PL MAS DISTR	0	0.4	0.4	0.2	0.4	0.5	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2	0.8	0.4	0

الشكل(6-9) قيم استطاعات الحمل قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء وبوجود التوليد الموزع عند العقدة المرجعية قابون 2

نلاحظ من خلال الشكل (6-9) أن قيمة الفائض بالاستطاعة التي تم تأمينها من خلال خوارزمية التنسيق المخزنة بالعميل الرئيسي لم تتغير نظرا لعدم تغير قيم استطاعات العقد، لكن من خلال الشكل (6-10) نلاحظ تحسن وزيادة استقرار في قيم التوترات النهائية للعقد نظرا لاختيار العقدة المرجعية ذات استطاعة التوليد الأعلى، فمثلا في العقدة رقم 6 و7 نلاحظ ارتفاع قيم التوترات في هذه العقد عن قيمها في الفقرة السابقة مع بقائها ضمن الحدود الطبيعية.



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
V abs	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1.1	1	0.9	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	0.9	1
V abs MAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

الشكل(6-10) قيم توترات العقد النهائية قبل وبعد تطبيق خوارزمية التنسيق باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع عند العقدة المرجعية قابون 2

6-6-الخاتمة:

قمنا بهذا الفصل بتطبيق خوارزمية التنسيق المقترحة باستخدام نظرية النظام متعدد العملاء على جزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV 66 وقمنا بتجريب سيناريوهات متعددة على الشبكة الكهربائية السورية ولاحظنا فعالية النظام متعدد العملاء في تطبيق الخوارزمية المقترحة وتأمين فائض بالاستطاعة يمكن الاستفادة منه في سوق الطاقة الكهربائي، مما يدل على أهمية ادخال نظرية النظام متعدد العملاء في كافة مجالات الطاقة والشبكات الكهربائية والاستفادة من خصائص ومزايا هذا النظام.

النتائج والتوصيات

أ) النتائج العامة:

1-تم دراسة نظم متعددة العملاء وتحديد بروتوكولات الاتصال المطلوبة لتنفيذ هذه النظم مع مراكز التنسيق.

2-تم اقتراح خوارزمية لتشغيل النظام متعدد العملاء زحساب جريان الحمولة بشكل آلي يمكن أن تسل عل منظومة التنسيق العمل مستقبلاً.

3-يشكل هذا العمل جزءً من الأبحاث التي تتم في مجال تطبيق النظام متعدد العملاء في الشبكات الكهربائية.

ب) النتائج التجريبية:

قمنا بتجربة الخوارزمية المقترحة على جزء من الشبكة السورية (توتر KV66) لبيان مدى امكانية تطبيق الوارزمية وحصلنا على الآتي:

1-نلاحظ عند مقارنة نتائج قيم التوترات النهائية عند تطبيق خوارزمية جريان الحمولة في برنامج matlab وبرنامج Eclips (المستخدم في برمجة النظام متعدد العملاء)، من خلال الجداول (5-1) و(6-8) **تقارب كبير في قيم التوترات النهائية مما يدل على صحة الخوارزمية وتطبيقها الذي تم برمجته داخل عميل جريان الحمولة بطريقة غاوص زايدل**

2- قمنا بالفقرة (6-3-3) بتجريب خوارزمية التنسيق باستخدام النظام متعدد العملاء على جزء من الشبكة السورية، حيث يوضح الجدول(6-9) قيمة الفائض بالاستطاعة التي يمكن نقلها عبر 22 خط و 29 عقدة (بينها 5 عقد توليد تقليدي) والتي تقدر بـ 0.155 (PU) والتي استطاع النظام متعدد العملاء تأمينها من خلال تواصل العميل الرئيسي مع عملاء المولدات والأحمال، والطلب من هذه العملاء تأمين استطاعة احتياطية من خلال إما زيادة التوليد أو انقاص الحمولة، ليتم بعدها طرح هذا الفائض بالاستطاعة للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء DF، وبالتالي نلاحظ **قدرة النظام متعدد العملاء على التنسيق فيما بينهم وتنفيذ الأعمال المطلوبة منه خلال وقت قصير وبشكل مؤتمت.**

3- قمنا بالفقرة (6-4) بتجريب خوارزمية التنسيق باستخدام النظام متعدد العملاء لكن مع افتراض وجود توليد موزع في 5 عقد من الشبكة السورية، حيث يوضح الجدول(6-10) قيمة الفائض بالاستطاعة التي يمكن نقلها عبر 22 خط و 29 عقدة (بينها 5 عقد توليد تقليدي و3 عقد توليد موزع) والتي تقدر بـ 0.165 (PU) والتي استطاع النظام متعدد العملاء تأمينها من خلال تواصل العميل الرئيسي مع عملاء المولدات والأحمال، والطلب من هذه العملاء تأمين استطاعة احتياطية من خلال إما زيادة التوليد أو

انقاص الحمولة، ليتم بعدها طرح هذا الفائض بالاستطاعة للبيع عن طريق عميل الصفحات الصفراء DF، وبالتالي نلاحظ **قدرة النظام متعدد العملاء على التعامل مع شبكات التوليد الموزع، والتغيرات المرافقة لهذه الشبكات بمرونة وفعالية، بما يضمن تنفيذ المهمات الموكلة إلى عملاء الشبكة بالشكل المطلوب، مع المحافظة على استقرار الشبكة واستمرارية التغذية للأحمال الضرورية، مما يزيد من وثوقية الشبكة الكهربائية .**

4-قمنا بالفقرة (6-5) بتجريب سيناريو جديد من خلال تغيير عقدة المرجع، ولاحظنا تحسن وزيادة استقرار في قيم التوترات النهائية للعقد نظرا لاختيار العقدة المرجعية ذات استطاعة التوليد الأعلى، إذ يمكن برمجة نظام MAS لاختيار هذه العقدة آلياً، وبالتالي **يتمتع النظام متعدد العملاء بالعديد من السمات المرغوبة مثل الاستقلالية والتفاعل الاجتماعي والتأقلم مع التغييرات، مما يجعله طريقة فعالة في للاستخدام بعمليات التحكم بالشبكات الكهربائية.**

5-يمكن للنظام متعدد العملاء العمل مهما كان شكل الشبكة (Topology) وذلك لأن التواصل بين العملاء لا يتعلق بذلك، والي سيحتاج إلى تعديل هو العميل المنفذ لجريان الحمولة فقط.

ج) التوصيات:

-من التوصيات تأمين البنى التحتية المناسبة لتفعيل استخدام نظرية النظام متعدد العملاء في التحكم بالشبكة الكهربائية، من خلال تأمين شبكات التواصل بين العملاء وتأمين نهايات التحكم التي تتيح لكل عميل تنفيذ المهام التحكمية الخاصة به خلال الزمن الحقيقي للتشغيل

-الانتقال من مركزية التحكم في الشبكات الكهربائية الى اللامركزية، بحيث يصبح هناك عميل رئيسي لكل جزء من الشبكة الكهربائية مسؤول عن التنسيق بين التوليد والأحمال في هذا الجزء من الشبكة، وينسق بالمقابل مع العملاء الرئيسيين لباقي أجزاء الشبكة الكهربائية، مما يؤدي إلى سرعة بالأداء ودقة بالنتائج.

الملاحق

ملحق(A): الكودات الخاصة بالفصل الثالث:

تصميم العملاء لعناصر الشبكة الكهربائية.

A-1-برمجة عميل المولدات:

يتم برمجة عميل المولدات بلغة الجافا التي هي لغة البرمجة الخاصة بالنظام متعدد العملاء ، باستخدام برنامج Eclips الذي يدعم لغة البرمجة الجافا، وتتم البرمجة بحسب الكود التالي:

```
1   package GEN;
2   import Comp.cox;
3   import Loads.Lo;
4   import jade.core.Agent;
6   public class G extends Agent{
9   public double Pg;
10  public static double Qg;
11  public static double Sg;
12  public static double cosph;
13  public static double GIncrease;
14  public static double GSpare;
15  public static double priceG;
16  public double getPg() {
17  return this.Pg;
18  }
19  public void setPg(double pg) {
20  this.Pg = pg;
21  }
22  public static double getQg() {
23  return Qg;
24  }
25  public static void setQg(double qg) {
26  Qg = qg;
27  }
28  public static double getSg() {
```

```
29 return Sg;
30 }
31 public static void setSg(double sg) {
32 Sg = sg;
33 }
34 public static double getCosph() {
35 return cosph;
36 }
37 public static void setCosph(double cosph) {
38 G.cosph = cosph;
39 }
40 public static double getGIncrease() {
41 return GIncrease;
42 }
43 public static void setGIncrease(double gIncrease) {
44 GIncrease = gIncrease;
45 }
46 public static double getGSpare() {
47 return GSpare;
48 }
49 public static void setGSpare(double gSpare) {
50 GSpare = gSpare;
51 }
52 public static double getPriceG() {
53 return priceG;
54 }
55 public static void setPriceG(double priceG) {
56 G.priceG = priceG;
57 }
58 public static double calcPW(double r,double v,double n) {
59 return ((0.5*(3.14*r*r)*1.22*(v*v*v))*0.000001*0.59)*n; // MW,N عدد لمراوح
60 }
61 public static double calcPpv(double pmppt,double nmppt,double ninv,double
ndeg,double n) {
62 return pmppt*nmppt*ninv*ndeg*0.000001*n;
63 }
```

A-2-برمجة عميل الحمل:

يتم برمجة عميل الحمل بلغة الجافا التي هي لغة البرمجة الخاصة بالنظام متعدد العملاء ، باستخدام برنامج Eclips الذي يدعم لغة البرمجة الجافا، وتتم البرمجة بحسب الكود التالي:

```
1  package Loads;
2  import GEN.G;
3  import jade.core.Agent;
4
5  public class Lo extends Agent{
6
7  public double Pl;
8  public static double Ql;
9  public static double Sl;
10 public static double cosphl;
11 public static double ldecrease;
12 public static double lcontrolable;
13 public static double bestprice;
14 public double getPl() {
15 return this.Pl;
16 }
17 public void setPl(double pl) {
18 this.Pl = pl;
19 }
20 public static double getQl() {
21 return Ql;
22 }
23 public static void setQl(double ql) {
24 Ql = ql;
25 }
26 public static double getSl() {
27 return Sl;
28 }
29 public static void setSl(double sl) {
30 Sl = sl;
```

```
31  }
32  public static double getCosphl() {
33  return cosphl;
34  }
35  public static void setCosphl(double cosphl) {
36  Lo.cosphl = cosphl;
37  }
38  public static double getLdecrease() {
39  return ldecrease;
40  }
41  public static void setLdecrease(double ldecrease) {
42  Lo.ldecrease = ldecrease;
43  }
44  public static double getLcontrolable() {
45  return lcontrolable;
46  }
47  public static void setLcontrolable(double lcontrolable) {
48  Lo.lcontrolable = lcontrolable;
49  }
50  public static double getBestprice() {
51  return bestprice;
52  }
53  public static void setBestprice(double bestprice) {
54  Lo.bestprice = bestprice;
55  }
```

A-3-برمجة عميل جريان الحمولة Gause:

يتم تطبيق الخوارزمية الموضحة بالشكل(3-4) داخل عميل جريان الحمولة عن طريق الكود التالي والمكتوب بلغة الجافا في برنامج Eclips:

```
1   package GausSidel;
2   import java.util.*;
3   import java.util.stream.DoubleStream;
4   import java.lang.Math;
5   import Comp.cox;
6   import GEN.G;
7   import Loads.Lo;
```

```
8   import jade.core.Agent;
9   public class Gaus2 extends Agent{
10  public static cox[] calcV(double [][] Line,double [][] bus){
11  // Base Values
12  double Vbase = 380;
13  double MVAbase = 100;
14  double alpha = 1.6; // Accelarating Factor
15  // Line data to be given by the user as the input.
16  // R - Resistance
17  // X - Reactance
18  // G - Conductance
19  // B - Susceptance
20  // Y/2 - Shunt admittance
21  int a=Line.length;
22  int [] inbus=new int[a];
23  for(int v=0;v<a;v++)
24  inbus[v]=0;
25  int [] finbus=new int[a];
26  for(int v=0;v<a;v++)
27  finbus[v]=0;
28  double [] r=new double[a];
29  for(int v=0;v<a;v++)
30  r[v]=0;
31  double [] x=new double[a];
32  for(int v=0;v<a;v++)
33  x[v]=0;
34  double [] g=new double[a];
35  for(int v=0;v<a;v++)
36  g[v]=0;
37  double [] b=new double[a];
38  for(int v=0;v<a;v++)
39  b[v]=0;
40  double [] sh=new double[a];
41  for(int v=0;v<a;v++)
42  sh[v]=0;
43  cox [] z=new cox[a];
44  for(int v=0;v<a;v++)
45  z[v]=new cox(0,0);
46  cox [] y=new cox[a];
47  for(int v=0;v<a;v++)
48  y[v]=new cox(0,0);
49  cox [] s=new cox[a];
50  for(int v=0;v<a;v++)
51  s[v]=new cox(0,0);
52  for(int v=0;v<a;v++) // From bus number
53  inbus[v]=(int)Line[v][0];
54  for(int v=0;v<a;v++) // To bus number
55  finbus[v]=(int)Line[v][1];
```

```
56  for(int v=0;v<a;v++) // Resistance, R
57  r[v]=Line[v][2];
58  for(int v=0;v<a;v++) // Reactance, X
59  x[v]=Line[v][3];
60  for(int v=0;v<a;v++) //Conductance, G
61  g[v]=Line[v][4];
62  for(int v=0;v<a;v++) //Susceptance, B
63  b[v]=Line[v][5];
64  for(int v=0;v<a;v++) //Shunt or Ground Admittance
65  sh[v]=Line[v][6];
66  for(int v=0;v<a;v++) //Impedance
67  z[v]=new cox(r[v],x[v]);
68  for(int v=0;v<a;v++) //Admittance
69  y[v]=new cox(g[v],b[v]);
70  for(int v=0;v<a;v++) //Shunt from bus to the ground
71  s[v]=new cox(0,sh[v]);
72  int maxa = inbus[0];
73  for (int v = 1; v < inbus.length; v++)
74  maxa = Math.max(maxa, inbus[v]);
75  int maxb = finbus[0];
76  for (int v = 1; v < finbus.length; v++)
77  maxb = Math.max(maxb, finbus[v]);
78  int totbus = Math.max(maxa,maxb);
79  int totbuses =totbus+1;// total no. of buses
80  int totbranch=inbus.length; // no. of branches
81  cox [][] Y=new cox[totbuses][totbranch]; //Initialising YBus
82  for(int u=0;u<Y.length;u++)
83  for(int v=0;v<Y[u].length;v++)
84  Y[u][v]=new cox(0,0);
85  cox [][] S=new cox[totbuses][totbranch]; //Initialising YBus
86  for(int u=0;u<S.length;u++)
87  for(int v=0;v<S[u].length;v++)
88  S[u][v]=new cox(0,0);
89  for (int v=0;v<totbuses;v++)
90  {Y[inbus[v]][finbus[v]]=new cox(-y[v].re,-y[v].im);
91  Y[finbus[v]][inbus[v]]=new cox(-y[v].re,-y[v].im);
92  }
93  for (int v=0;v<totbuses;v++)
94  {S[inbus[v]][finbus[v]]=new cox(s[v].re,s[v].im);
95  S[finbus[v]][inbus[v]]=new cox(s[v].re,s[v].im);
96  }
97  for(int u=0;u<totbuses;u++)
98  for(int v=0;v<totbuses;v++)
99  if(u!=v)
100 Y[u][u]=(Y[u][u]).minus((Y[u][v]).plus(S[u][v]));
101 // Bus data to be given by the user as the input.
102 ////////////////////////////////////////////////
103 // Note:- Bus Types - Symbol
```

```
104  // Slack Bus - 1
105  // Generator Bus - 2
106  // Load Bus - 3
107  ////////////////////////////////////////////
108  int e=bus.length;
109  double [] busno=new double[e];
110  for(int v=0;v<e;v++)
111  busno[v]=0;
112  double [] bustyp=new double[e];
113  for(int v=0;v<e;v++)
114  bustyp[v]=0;
115  double [] GENMW=new double[e];
116  for(int v=0;v<e;v++)
117  GENMW[v]=0;
118  double [] GENMVAR=new double[e];
119  for(int v=0;v<e;v++)
120  GENMVAR[v]=0;
121  double [] LoadMW=new double[e];
122  for(int v=0;v<e;v++)
123  LoadMW[v]=0;
124  double [] LoadMVAR=new double[e];
125  for(int v=0;v<e;v++)
126  LoadMVAR[v]=0;
127  double [] V=new double[e];
128  for(int v=0;v<e;v++)
129  V[v]=0;
130  double [] del=new double[e];
131  double [] dell=new double[e];
132  for(int v=0;v<e;v++)
133  dell[v]=0;
134  double [] Qmin=new double[e];
135  for(int v=0;v<e;v++)
136  Qmin[v]=0;
137  double [] Qmax=new double[e];
138  for(int v=0;v<e;v++)
139  Qmax[v]=0;
140  double [] P=new double[e];
141  for(int v=0;v<e;v++)
142  P[v]=0;
143  double [] Q=new double[e];
144  for(int v=0;v<e;v++)
145  Q[v]=0;
146  double dpm = 0;
147  cox temp12=new cox(0,0);
148  cox temp13=new cox(0,0);
149  cox [] Vorig=new cox[e];
150  for(int v=0;v<e;v++)
151  Vorig[v]=new cox(0,0);
```

```
cox [] Vnew=new cox[e];
for(int v=0;v<e;v++)
Vnew[v]=new cox(0,0);
cox [] temp1=new cox[e];
cox [] Vidx_new=new cox[e];
for(int v=0;v<e;v++)
Vidx_new[v]=new cox(0,0);
cox [] Vidx_new_acc=new cox[e];
for(int v=0;v<e;v++)
Vidx_new_acc[v]=new cox(0,0);
cox [] SMVA=new cox[e];
for(int v=0;v<e;v++)
SMVA[v]=new cox(0,0);
cox [] temp=new cox[e];
cox [] V_temp=new cox[e];
for(int v=0;v<e;v++)
V_temp[v]=new cox(0,0);
cox [] dv=new cox[e];
for(int v=0;v<e;v++)
dv[v]=new cox(0,0);
//Compute reactive power 'Q' for the voltage controlled buses.
for(int v=0;v<e;v++) // Bus Number
busno[v]=bus[v][0];
for(int v=0;v<e;v++) // Bus Type
bustyp[v]=bus[v][1];
for(int v=0;v<e;v++) // Active Power Generated
GENMW[v]=bus[v][2];
for(int v=0;v<e;v++) // Reactive Power Generated
GENMVAR[v]=bus[v][3];
for(int v=0;v<e;v++) //Active Power Demanded
LoadMW[v]=bus[v][4];
for(int v=0;v<e;v++) //Reactive Power Demanded
LoadMVAR[v]=bus[v][5];
for(int v=0;v<e;v++) // Initial Bus Voltages
V[v]=bus[v][6];
for(int v=0;v<e;v++) //Initial Bus Angles
{dell[v]=bus[v][7];
del[v]=Math.toRadians(dell[v]);}
for(int v=0;v<e;v++) //Minimum limit on the reactive power
Qmin[v]=bus[v][8];
for(int v=0;v<e;v++) //Maximum limit on the reactive power
Qmax[v]=bus[v][9];
for(int v=0;v<e;v++) // Pi = PGi - PLi, Active Power at i'th bus
P[v]=(GENMW[v] - LoadMW[v])/MVAbase;
for(int v=0;v<e;v++) //Qi = QGi - QLi, Reactive Power at i'th bus.
Q[v]=(GENMVAR[v] - LoadMVAR[v])/MVAbase;
for(int v=0;v<e;v++) //Qi = QGi - QLi, Reactive Power at i'th bus.
SMVA[v]=new cox(P[v],Q[v]);
```

```
for(int v=0;v<e;v++)
{
Vorig[v]=new cox(V[v]*Math.cos(del[v]),V[v]*Math.sin(del[v]));
Vnew[v]=Vorig[v];
}
// Start the iterations.
int tot_buses = busno.length;
int iter = 1;
while(dpm< 0.09)
{
for (int idx=0;idx<tot_buses;idx++)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp1[v]=new cox(0,0);
temp13=new cox(0,0);
// Computing new voltages for all the load buses.
if (bustyp[idx]== 3)//////
{
for (int n=0;n<tot_buses;n++) {
if (n!= idx)
temp1[n] =(temp1[n]).plus((Y[idx][n]).times(Vnew[n]));
temp13=(temp13).plus(temp1[n]);
}
Vidx_new[idx]=
(((SMVA[idx].conjugate()).divides(Vnew[idx])).minus(temp13)).divide
s(Y[idx][idx]);
Vidx_new_acc[idx]=                                (Vnew[idx].times(1-
alpha)).plus(Vidx_new[idx].times(alpha));
Vnew[idx]=Vidx_new_acc[idx];
}
// Computing Q values for all the voltage controlled buses.
for (int j=0;j<tot_buses;j++)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp[v]=new cox(0,0);
if (bustyp[j]== 2)
{
for (int k=0;k<tot_buses;k++)
temp[k]=temp[k].plus((Vnew[j]).times((Y[j][k]).times(Vnew[k])));
Q[j] = -temp[j].im;
if (Q[j]< Qmin[j])
Q[j]=Qmin[j];
if (Q[j] > Qmax[j])
Q[j] = Qmax[j];
}
}
// Computing new voltages for the voltage controlled buses.
if (bustyp[idx]== 2)
{
```

```
246 for(int v=0;v<e;v++)
247 temp1[v]=new cox(0,0);
248 temp12=new cox(0,0);
249 for (int n=0;n<tot_buses;n++)
250 {if (n!= idx)
251 temp1[n] =(temp1[n]).plus((Y[idx][n]).times(Vnew[n]));
252 temp12=(temp12).plus(temp1[n]);
253 }
    Vidx_new[idx]=
254 (((SMVA[idx].conjugate()).divides(Vnew[idx])).minus(temp12)).divide
    s(Y[idx][idx]);
    V_temp[idx]                                                    =
255 ((Vidx_new[idx]).times(Vnew[idx])).times(1/Vidx_new[idx].abs());
256 Vnew[idx]= V_temp[idx];
257 }
258 }
259 for(int f=0;f<e;f++)
260 dv[f]=(Vorig[f]).minus(Vnew[f]);
261 for(int f=0;f<a;f++) {
262 if(dpm<dv[f].abs())
263 dpm=dv[f].abs();}
264 if (dpm > 0.00001)
265 for(int f=0;f<e;f++)
266 Vorig[f]=Vnew[f];
267 iter = iter + 1;
268 }
269 return Vnew;}
```

الملحق(B): الكودات الخاصة بالفصل الرابع: تمثيل حاسوبي لشبكة كهربائية نموذجية:

B-1-برمجة عميل المولدات للشبكة الكهربائية النموذجية:

تم برمجة عميل المولدات بواسطة برنامج Eclips بلغة الجافا كما يلي:

```
1  package GEN;
2  import Comp.cox;
3  import Loads.Lo;
4  import jade.core.Agent;
5
6  public class G extends Agent{
7
8  public double Pg;
9  public static double Qg;
10 public static double Sg;
11 public static double cosph;
12 public static double GIncrease;
13 public static double GSpare;
14 public static double priceG;
15 public double getPg() {
16 return this.Pg;
17 }
18 public void setPg(double pg) {
19 this.Pg = pg;
20 }
21 public static double getQg() {
22 return Qg;
23 }
24 public static void setQg(double qg) {
25 Qg = qg;
26 }
27 public static double getSg() {
28 return Sg;
29 }
30 public static void setSg(double sg) {
31 Sg = sg;
32 }
33 public static double getCosph() {
34 return cosph;
```

```
35  }
36  public static void setCosph(double cosph) {
37  G.cosph = cosph;
38  }
39  public static double getGIncrease() {
40  return GIncrease;
41  }
42  public static void setGIncrease(double gIncrease) {
43  GIncrease = gIncrease;
44  }
45  public static double getGSpare() {
46  return GSpare;
47  }
48  public static void setGSpare(double gSpare) {
49  GSpare = gSpare;
50  }
51  public static double getPriceG() {
52  return priceG;
53  }
54  public static void setPriceG(double priceG) {
55  G.priceG = priceG;
56  }
57  public static double calcPW(double r,double v,double n) {
58  return ((0.5*(3.14*r*r)*1.22*(v*v*v))*0.000001*0.59)*n; //
    MW,N عدد لمراوح
59  }
60  public static double calcPpv(double pmppt,double nmppt,double
    ninv,double ndeg,double n) {
61  return pmppt*nmppt*ninv*ndeg*0.000001*n;
62  }
63  public static void main(String[] args) {
64  int a=4;
65  G[] Ge=new G[a];
66  G Ge0=new G();
67  Ge0.setPg(0);
68  Ge0.setGIncrease(0);
69  Ge0.setPriceG(0);
70  G Ge1=new G();
71  Ge1.setPg(0);
72  Ge1.setGIncrease(0);
73  Ge0.setPriceG(0);
74  G Ge2=new G();
75  Ge2.setPg(0);
76  Ge2.setGIncrease(0);
77  Ge2.setPriceG(0);
78  G Ge3=new G();
79  Ge3.setPg(318);
```

```
80 Ge3.setGIncrease(0.2);
81 Ge3.setPriceG(0);
82 }
83 }
```

B-2-برمجة عميل الأحمال للشبكة الكهربائية النموذجية:

تم برمجة عميل الأحمال بواسطة برنامج Eclips بلغة الجافا كما يلي:

```
1  package Loads;
2  import GEN.G;
3  import jade.core.Agent;
4
5  public class Lo extends Agent{
6
7  public double Pl;
8  public static double Ql;
9  public static double Sl;
10 public static double cosphl;
11 public static double ldecrease;
12 public static double lcontrolable;
13 public static double bestprice;
14 public double getPl() {
15 return this.Pl;
16 }
17 public void setPl(double pl) {
18 this.Pl = pl;
19 }
20 public static double getQl() {
21 return Ql;
22 }
23 public static void setQl(double ql) {
24 Ql = ql;
25 }
26 public static double getSl() {
27 return Sl;
28 }
29 public static void setSl(double sl) {
30 Sl = sl;
31 }
32 public static double getCosphl() {
33 return cosphl;
34 }
35 public static void setCosphl(double cosphl) {
36 Lo.cosphl = cosphl;
37 }
38 public static double getLdecrease() {
```

```
39 return ldecrease;
40 }
41 public static void setLdecrease(double ldecrease) {
42 Lo.ldecrease = ldecrease;
43 }
44 public static double getLcontrolable() {
45 return lcontrolable;
46 }
47 public static void setLcontrolable(double lcontrolable)
   {
48 Lo.lcontrolable = lcontrolable;
49 }
50 public static double getBestprice() {
51 return bestprice;
52 }
53 public static void setBestprice(double bestprice) {
54 Lo.bestprice = bestprice;
55 }
56 public static void main(String[] args) {
57 int b=4;
58 Lo[] L=new Lo[b];
59 Lo L0=new Lo();
60 L0.setPl(50);
61 L0.setLdecrease(0);
62 L0.setBestprice(0.2);
63 Lo L1=new Lo();
64 L1.setPl(170);
65 L1.setLdecrease(0);
66 L1.setBestprice(0.2);
67 Lo L2=new Lo();
68 L2.setPl(200);
69 L2.setLdecrease(0.2);
70 L2.setBestprice(0);
71 Lo L3=new Lo();
72 L3.setPl(80);
73 L3.setLdecrease(0.2);
74 L3.setBestprice(3);
75 }
76 }
```

B-3-برمجة عميل جريان الحمولة بطريقة غاوص-زايدل للشبكة الكهربائية النموذجية:

تم برمجة عميل جريان الحمولة بطريقة غاوص-زايدل وفق الخوارزمية المذكورة سابقاً بالشكل(3-4) بواسطة برنامج Eclips بلغة الجافا كما يلي:

```
1   package GausSidel;
2   import java.util.*;
3   import java.util.stream.DoubleStream;
4   import java.lang.Math;
5   import Comp.cox;
6   import GEN.G;
7   import Loads.Lo;
8   import jade.core.Agent;
9   public class Gaus2 extends Agent{
10  public static cox[] calcV(double [][] Line,double [][] bus){
11  // Base Values
12  double Vbase = 380;
13  double MVAbase = 100;
14  double alpha = 1.6; // Accelarating Factor
15  // Line data to be given by the user as the input.
16  // R - Resistance
17  // X - Reactance
18  // G - Conductance
19  // B - Susceptance
20  // Y/2 - Shunt admittance
21  int a=Line.length;
22  int [] inbus=new int[a];
23  for(int v=0;v<a;v++)
24  inbus[v]=0;
25  int [] finbus=new int[a];
26  for(int v=0;v<a;v++)
27  finbus[v]=0;
28  double [] r=new double[a];
29  for(int v=0;v<a;v++)
30  r[v]=0;
31  double [] x=new double[a];
32  for(int v=0;v<a;v++)
33  x[v]=0;
34  double [] g=new double[a];
35  for(int v=0;v<a;v++)
36  g[v]=0;
37  double [] b=new double[a];
38  for(int v=0;v<a;v++)
39  b[v]=0;
40  double [] sh=new double[a];
41  for(int v=0;v<a;v++)
42  sh[v]=0;
43  cox [] z=new cox[a];
44  for(int v=0;v<a;v++)
45  z[v]=new cox(0,0);
46  cox [] y=new cox[a];
47  for(int v=0;v<a;v++)
48  y[v]=new cox(0,0);
```

```
49  cox [] s=new cox[a];
50  for(int v=0;v<a;v++)
51  s[v]=new cox(0,0);
52  for(int v=0;v<a;v++) // From bus number
53  inbus[v]=(int)Line[v][0];
54  for(int v=0;v<a;v++) // To bus number
55  finbus[v]=(int)Line[v][1];
56  for(int v=0;v<a;v++) // Resistance, R
57  r[v]=Line[v][2];
58  for(int v=0;v<a;v++) // Reactance, X
59  x[v]=Line[v][3];
60  for(int v=0;v<a;v++) //Conductance, G
61  g[v]=Line[v][4];
62  for(int v=0;v<a;v++) //Susceptance, B
63  b[v]=Line[v][5];
64  for(int v=0;v<a;v++) //Shunt or Ground Admittance
65  sh[v]=Line[v][6];
66  for(int v=0;v<a;v++) //Impedance
67  z[v]=new cox(r[v],x[v]);
68  for(int v=0;v<a;v++) //Admittance
69  y[v]=new cox(g[v],b[v]);
70  for(int v=0;v<a;v++) //Shunt from bus to the ground
71  s[v]=new cox(0,sh[v]);
72  int maxa = inbus[0];
73  for (int v = 1; v < inbus.length; v++)
74  maxa = Math.max(maxa, inbus[v]);
75  int maxb = finbus[0];
76  for (int v = 1; v < finbus.length; v++)
77  maxb = Math.max(maxb, finbus[v]);
78  int totbus = Math.max(maxa,maxb);
79  int totbuses =totbus+1;// total no. of buses
80  int totbranch=inbus.length; // no. of branches
81  cox [][] Y=new cox[totbuses][totbranch]; //Initialising YBus
82  for(int u=0;u<Y.length;u++)
83  for(int v=0;v<Y[u].length;v++)
84  Y[u][v]=new cox(0,0);
85  cox [][] S=new cox[totbuses][totbranch]; //Initialising YBus
86  for(int u=0;u<S.length;u++)
87  for(int v=0;v<S[u].length;v++)
88  S[u][v]=new cox(0,0);
89  for (int v=0;v<totbuses;v++)
90  {Y[inbus[v]][finbus[v]]=new cox(-y[v].re,-y[v].im);
91  Y[finbus[v]][inbus[v]]=new cox(-y[v].re,-y[v].im);
92  }
93  for (int v=0;v<totbuses;v++)
94  {S[inbus[v]][finbus[v]]=new cox(s[v].re,s[v].im);
95  S[finbus[v]][inbus[v]]=new cox(s[v].re,s[v].im);
96  }
```

```
97  for(int u=0;u<totbuses;u++)
98  for(int v=0;v<totbuses;v++)
99  if(u!=v)
100 Y[u][u]=(Y[u][u]).minus((Y[u][v]).plus(S[u][v]));
101 // Bus data to be given by the user as the input.
102 ////////////////////////////////////////////////
103 // Note:- Bus Types - Symbol
104 // Slack Bus - 1
105 // Generator Bus - 2
106 // Load Bus - 3
107 ////////////////////////////////////////////////
108 int e=bus.length;
109 double [] busno=new double[e];
110 for(int v=0;v<e;v++)
111 busno[v]=0;
112 double [] bustyp=new double[e];
113 for(int v=0;v<e;v++)
114 bustyp[v]=0;
115 double [] GENMW=new double[e];
116 for(int v=0;v<e;v++)
117 GENMW[v]=0;
118 double [] GENMVAR=new double[e];
119 for(int v=0;v<e;v++)
120 GENMVAR[v]=0;
121 double [] LoadMW=new double[e];
122 for(int v=0;v<e;v++)
123 LoadMW[v]=0;
124 double [] LoadMVAR=new double[e];
125 for(int v=0;v<e;v++)
126 LoadMVAR[v]=0;
127 double [] V=new double[e];
128 for(int v=0;v<e;v++)
129 V[v]=0;
130 double [] del=new double[e];
131 double [] dell=new double[e];
132 for(int v=0;v<e;v++)
133 dell[v]=0;
134 double [] Qmin=new double[e];
135 for(int v=0;v<e;v++)
136 Qmin[v]=0;
137 double [] Qmax=new double[e];
138 for(int v=0;v<e;v++)
139 Qmax[v]=0;
140 double [] P=new double[e];
141 for(int v=0;v<e;v++)
142 P[v]=0;
143 double [] Q=new double[e];
144 for(int v=0;v<e;v++)
```

```
145 Q[v]=0;
146 double dpm = 0;
147 cox temp12=new cox(0,0);
148 cox temp13=new cox(0,0);
149 cox [] Vorig=new cox[e];
150 for(int v=0;v<e;v++)
151 Vorig[v]=new cox(0,0);
152 cox [] Vnew=new cox[e];
153 for(int v=0;v<e;v++)
154 Vnew[v]=new cox(0,0);
155 cox [] temp1=new cox[e];
156 cox [] Vidx_new=new cox[e];
157 for(int v=0;v<e;v++)
158 Vidx_new[v]=new cox(0,0);
159 cox [] Vidx_new_acc=new cox[e];
160 for(int v=0;v<e;v++)
161 Vidx_new_acc[v]=new cox(0,0);
162 cox [] SMVA=new cox[e];
163 for(int v=0;v<e;v++)
164 SMVA[v]=new cox(0,0);
165 cox [] temp=new cox[e];
166 cox [] V_temp=new cox[e];
167 for(int v=0;v<e;v++)
168 V_temp[v]=new cox(0,0);
169 cox [] dv=new cox[e];
170 for(int v=0;v<e;v++)
171 dv[v]=new cox(0,0);
172 //Compute reactive power 'Q' for the voltage controlled buses.
173 for(int v=0;v<e;v++) // Bus Number
174 busno[v]=bus[v][0];
175 for(int v=0;v<e;v++) // Bus Type
176 bustyp[v]=bus[v][1];
177 for(int v=0;v<e;v++) // Active Power Generated
178 GENMW[v]=bus[v][2];
179 for(int v=0;v<e;v++) // Reactive Power Generated
180 GENMVAR[v]=bus[v][3];
181 for(int v=0;v<e;v++) //Active Power Demanded
182 LoadMW[v]=bus[v][4];
183 for(int v=0;v<e;v++) //Reactive Power Demanded
184 LoadMVAR[v]=bus[v][5];
185 for(int v=0;v<e;v++) // Initial Bus Voltages
186 V[v]=bus[v][6];
187 for(int v=0;v<e;v++) //Initial Bus Angles
188 {dell[v]=bus[v][7];
189 del[v]=Math.toRadians(dell[v]);}
190 for(int v=0;v<e;v++) //Minimum limit on the reactive power
191 Qmin[v]=bus[v][8];
192 for(int v=0;v<e;v++) //Maximum limit on the reactive power
```

```
Qmax[v]=bus[v][9];
for(int v=0;v<e;v++) // Pi = PGi - PLi, Active Power at i'th bus
P[v]=(GENMW[v] - LoadMW[v])/MVAbase;
for(int v=0;v<e;v++) //Qi = QGi - QLi, Reactive Power at i'th bus.
Q[v]=(GENMVAR[v] - LoadMVAR[v])/MVAbase;
for(int v=0;v<e;v++) //Qi = QGi - QLi, Reactive Power at i'th bus.
SMVA[v]=new cox(P[v],Q[v]);
for(int v=0;v<e;v++)
{
Vorig[v]=new cox(V[v]*Math.cos(del[v]),V[v]*Math.sin(del[v]));
Vnew[v]=Vorig[v];
}
// Start the iterations.
int tot_buses = busno.length;
int iter = 1;
while(dpm< 0.09)
{
for (int idx=0;idx<tot_buses;idx++)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp1[v]=new cox(0,0);
temp13=new cox(0,0);
// Computing new voltages for all the load buses.
if (bustyp[idx]== 3)//////
{
for (int n=0;n<tot_buses;n++) {
if (n!= idx)
temp1[n] =(temp1[n]).plus((Y[idx][n]).times(Vnew[n]));
temp13=(temp13).plus(temp1[n]);
}
Vidx_new[idx]=
(((SMVA[idx].conjugate()).divides(Vnew[idx])).minus(temp13)).divides(Y[idx][idx]);
Vidx_new_acc[idx]= (Vnew[idx].times(1-alpha)).plus(Vidx_new[idx].times(alpha));
Vnew[idx]=Vidx_new_acc[idx];
}
// Computing Q values for all the voltage controlled buses.
for (int j=0;j<tot_buses;j++)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp[v]=new cox(0,0);
if (bustyp[j]== 2)
{
for (int k=0;k<tot_buses;k++)
temp[k]=temp[k].plus((Vnew[j]).times((Y[j][k]).times(Vnew[k])));
Q[j] = -temp[j].im;
if (Q[j]< Qmin[j])
Q[j]=Qmin[j];
if (Q[j] > Qmax[j])
Q[j] = Qmax[j];
```

```
241 }
242 }
243 // Computing new voltages for the voltage controlled buses.
244 if (bustyp[idx]== 2)
245 {
246 for(int v=0;v<e;v++)
247 temp1[v]=new cox(0,0);
248 temp12=new cox(0,0);
249 for (int n=0;n<tot_buses;n++)
250 {if (n!= idx)
251 temp1[n] =(temp1[n]).plus((Y[idx][n]).times(Vnew[n]));
252 temp12=(temp12).plus(temp1[n]);
253 }
254  Vidx_new[idx]=
 (((SMVA[idx].conjugate()).divides(Vnew[idx])).minus(temp12)).divides(Y[idx][idx]);
255 V_temp[idx] = ((Vidx_new[idx]).times(Vnew[idx])).times(1/Vidx_new[idx].abs());
256 Vnew[idx]= V_temp[idx];
257 }
258 }
259 for(int f=0;f<e;f++)
260 dv[f]=(Vorig[f]).minus(Vnew[f]);
261 for(int f=0;f<a;f++) {
262 if(dpm<dv[f].abs())
263 dpm=dv[f].abs();}
264 if (dpm > 0.00001)
265 for(int f=0;f<e;f++)
266 Vorig[f]=Vnew[f];
267 iter = iter + 1;
268 }
269 return Vnew;}
```

الملحق(C): الكودات الخاصة بالفصل الخامس: بناء خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد بوجود التوليد الموزع لشبكة الكهرباء النموذجية و تطبيقها باستخدام النظام متعدد العملاء

C-1- برمجة العميل الرئيسي (المنسق):

يتم برمجة العميل الرئيسي وفق الخوارزمية الموضحة بالشكل(5-2) بلغة الجافا عن طريق برنامج Eclips كما يلي:

```
package Cordinator;
import java.util.*;
import GEN.G;
import Loads.Lo;
import GausSidel.Gaus2;
import java.lang.Math;
import Comp.cox;
import jade.core.Agent;

public class Base extends Agent{
public static void main(String[] args) {

// Line data to be given by the user as the input.
// R - Resistance
// X - Reactance
// G - Conductance
// B - Susceptance
// Y/2 - Shunt admittance
// |From|To | R | X | G | B | Y/2 |
// |Bus |Bus| pu | pu | pu | pu | pu |
double[][] Lines = {{1, 4, 0.39 , 0.92 , 0.56 ,-1.32 , 0.00000},
{1, 9, 0.49 , 1.15 , 0.45 ,-1.06 , 0.00000},
{1, 2, 0.58 , 1.38 , 0.37 ,-0.88 , 0.00000},
{1, 3, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{0, 4, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{0, 12, 0.58 , 1.38 , 0.37 ,-0.88 , 0.00000},
{0, 5, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{0, 10, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{5, 2, 0.24 , 0.58 , 0.89 ,-2.12 , 0.00000},
{5, 6, 0.13 , 0.43 , 0.75 ,-2.55 , 0.00000},
{5, 7, 0.14 , 0.48 , 0.68 ,-2.29 , 0.00000},
```

```
{5, 3, 0.07 , 0.25 , 1.32 ,-4.47 , 0.00000},
{11, 18, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{11, 10, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{11, 7, 0.24 , 0.58 , 0.89 ,-2.12 , 0.00000},
{11, 15, 0.09 , 0.31 , 1.05 ,-3.58 , 0.00000},
{7, 6, 0.09 , 0.31 , 1.05 ,-3.58 , 0.00000},
{7, 8, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{21, 13, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{21, 17, 0.12 , 0.28 , 1.81 ,-4.30 , 0.00000},
{21, 16, 0.10 , 0.23 , 2.23 ,-5.29 , 0.00000},
{21, 20, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{19, 18, 0.13 , 0.30 , 1.72 ,-4.07 , 0.00000},
{19, 17, 0.22 , 0.53 , 0.97 ,-2.30 , 0.00000},
{19, 20, 0.49 , 1.15 , 0.45 ,-1.06 , 0.00000},
{12, 13, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.46 , 0.00000},
{12, 9, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.46 , 0.00000},
{14, 16, 0.21 , 0.51 , 1.01 ,-2.40 , 0.00000},
{14, 18, 0.15 , 0.35 , 1.49 ,-3.53 , 0.00000}};
int aa=Lines.length;
int [] inbuses=new int[aa];
for(int v=0;v<aa;v++)
inbuses[v]=0;
int [] finbuses=new int[aa];
for(int v=0;v<aa;v++)
finbuses[v]=0;
for(int v=0;v<aa;v++) // From bus number
inbuses[v]=(int)Lines[v][0];
for(int v=0;v<aa;v++) // To bus number
finbuses[v]=(int)Lines[v][1];
int maxaa = inbuses[0];
for (int v = 1; v < inbuses.length; v++)
maxaa = Math.max(maxaa, inbuses[v]);

int maxbb = finbuses[0];
for (int v = 1; v < finbuses.length; v++)
maxbb = Math.max(maxbb, finbuses[v]);

int totbuses = Math.max(maxaa,maxbb);
int totb =totbuses+1;// total no. of buses
System.out.print("bus number="+totb);
System.out.println();
Scanner read=new Scanner(System.in);
Lo L0=new Lo();
L0.setPl(49.3);
L0.setLdecrease(0.02);
L0.setBestprice(1);
Lo L1=new Lo();
L1.setPl(42.5);
```

```
L1.setLdecrease(0.02);
L1.setBestprice(3);
Lo L2=new Lo();
L2.setPl(16.4);
L2.setLdecrease(0.02);
L2.setBestprice(2);
Lo L3=new Lo();
L3.setPl(6);
L3.setLdecrease(0.02);
L3.setBestprice(3);
Lo L4=new Lo();
L4.setPl(7.8);
L4.setLdecrease(0.02);
L4.setBestprice(2);
Lo L5=new Lo();
L5.setPl(4);
L5.setLdecrease(0.02);
L5.setBestprice(3);
Lo L6=new Lo();
L6.setPl(0.25);
L6.setLdecrease(0.02);
L6.setBestprice(2);
Lo L7=new Lo();
L7.setPl(14.5);
L7.setLdecrease(0.02);
L7.setBestprice(3);
Lo L8=new Lo();
L8.setPl(49.46);
L8.setLdecrease(0.02);
L8.setBestprice(2);
Lo L9=new Lo();
L9.setPl(5.2);
L9.setLdecrease(0.02);
L9.setBestprice(3);
Lo L10=new Lo();
L10.setPl(5.47);
L10.setLdecrease(0.02);
L10.setBestprice(2);
Lo L11=new Lo();
L11.setPl(20.2);
L11.setLdecrease(0.02);
L11.setBestprice(3);
Lo L12=new Lo();
L12.setPl(22);
L12.setLdecrease(0.02);
L12.setBestprice(2);
Lo L13=new Lo();
L13.setPl(29.46);
```

```
L13.setLdecrease(0.02);
L13.setBestprice(3);
Lo L14=new Lo();
L14.setPl(6.65);
L14.setLdecrease(0.02);
L14.setBestprice(2);
Lo L15=new Lo();
L15.setPl(22.5);
L15.setLdecrease(0.02);
L15.setBestprice(3);
Lo L16=new Lo();
L16.setPl(9.57);
L16.setLdecrease(0.02);
L16.setBestprice(2);
Lo L17=new Lo();
L17.setPl(0.03);
L17.setLdecrease(0.02);
L17.setBestprice(3);
Lo L18=new Lo();
L18.setPl(12);
L18.setLdecrease(0.02);
L18.setBestprice(2);
Lo L19=new Lo();
L19.setPl(34.7);
L19.setLdecrease(0.02);
L19.setBestprice(3);
Lo L20=new Lo();
L20.setPl(29.5);
L20.setLdecrease(0.02);
L20.setBestprice(2);
Lo L21=new Lo();
L21.setPl(66.7);
L21.setLdecrease(0.02);
L21.setBestprice(1);
G Ge0=new G();
Ge0.setPg(89.1);
Ge0.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(2);
G Ge1=new G();
Ge1.setPg(113.088);
Ge1.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(3);
G Ge2=new G();
Ge2.setPg(0);
Ge2.setGIncrease(0);
Ge2.setPriceG(0);
G Ge3=new G();
Ge3.setPg(0);
```

```
Ge3.setGIncrease(0);
Ge3.setPriceG(0);
G Ge4=new G();
Ge4.setPg(0);
Ge4.setGIncrease(0);
Ge4.setPriceG(0);
G Ge5=new G();
Ge5.setPg(0);
Ge5.setGIncrease(0);
Ge5.setPriceG(0);
G Ge6=new G();
Ge6.setPg(0);
Ge6.setGIncrease(0);
Ge6.setPriceG(3);
G Ge7=new G();
Ge7.setPg(0);
Ge7.setGIncrease(0);
Ge7.setPriceG(0);
G Ge8=new G();
Ge8.setPg(105.96);
Ge8.setGIncrease(0);
Ge8.setPriceG(3);
G Ge9=new G();
Ge9.setPg(0);
Ge9.setGIncrease(0);
Ge9.setPriceG(0);
G Ge10=new G();
Ge10.setPg(0);
Ge10.setGIncrease(0);
Ge10.setPriceG(0);
G Ge11=new G();
Ge11.setPg(0);
Ge11.setGIncrease(0);
Ge11.setPriceG(0);
G Ge12=new G();
Ge12.setPg(0);
Ge12.setGIncrease(0);
Ge12.setPriceG(0);
G Ge13=new G();
Ge13.setPg(0);
Ge13.setGIncrease(0);
Ge13.setPriceG(0);
G Ge14=new G();
Ge14.setPg(0);
Ge14.setGIncrease(0);
Ge14.setPriceG(0);
G Ge15=new G();
Ge15.setPg(0);
```

```
Ge15.setGIncrease(0);
Ge15.setPriceG(2);
G Ge16=new G();
Ge16.setPg(0);
Ge16.setGIncrease(0);
Ge16.setPriceG(0);
G Ge17=new G();
Ge17.setPg(0);
Ge17.setGIncrease(0);
Ge17.setPriceG(0);
G Ge18=new G();
Ge18.setPg(0);
Ge18.setGIncrease(0);
Ge18.setPriceG(0);
G Ge19=new G();
Ge19.setPg(125);
Ge19.setGIncrease(0);
Ge19.setPriceG(3);
G Ge20=new G();
Ge20.setPg(0);
Ge20.setGIncrease(0);
Ge20.setPriceG(0);
G Ge21=new G();
Ge21.setPg(134.3);
Ge21.setGIncrease(0);
Ge21.setPriceG(3);
// Bus data to be given by the user as the input.
////////////////////////////////////////////////
//Note:- Bus Types - Symbol
// Slack Bus - 1
//Generator Bus - 2
// Load Bus - 3
////////////////////////////////////////////////
// | Generation | Load |
//|Bus|Type|P(MW) |Q(MVAR) |P(MW) | Q(MVAR) | V,pu |delta|Qmin|Qmax|
double[][] buses ={{ 0 , 1 , Ge0.getPg() , 59.14 ,L0.Pl , 000000 , 1.02, 0.0, 0.1,
0.2},
{ 1 , 2 , Ge1.getPg() , 84.82 ,L1.Pl , 20.543 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 2 , 3 , Ge2.getPg() , 0 ,L2.Pl , 10.238 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 3 , 3 , Ge3.getPg() , 0 ,L3.Pl , 3.6000 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 4 , 3 , Ge4.getPg() , 0 ,L4.Pl , 5.1210 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 5 , 3 , Ge5.getPg() , 0 ,L5.Pl , 6.6270 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 6 , 3 , Ge6.getPg() , 0 ,L6.Pl , 21.031 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 7 , 3 , Ge7.getPg() , 0 ,L7.Pl , 16.183 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 8 , 2 , Ge8.getPg() , 68.112 ,L8.Pl , 20.380 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 9 , 3 , Ge9.getPg() , 0 ,L9.Pl , 3.9400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{10 , 3 , Ge10.getPg(), 0 ,L10.Pl , 9.8700 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{11 , 3 , Ge11.getPg(), 0 ,L11.Pl , 11.400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{12 , 3 , Ge12.getPg(), 0 ,L12.Pl , 8.3780 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
```

```
{13 , 3 , Ge13.getPg(), 0 ,L13.Pl , 16.960 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{14 , 3 , Ge14.getPg(), 0 ,L14.Pl , 5.4580 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{15 , 3 , Ge15.getPg(), 0 ,L15.Pl , 10.170 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{16 , 3 , Ge16.getPg(), 0 ,L16.Pl , 3.3800 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{17 , 3 , Ge17.getPg(), 0 ,L17.Pl , 13.014 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{18 , 3 , Ge18.getPg(), 0 ,L18.Pl , 13.790 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{19 , 2 , Ge19.getPg(), 81.57 ,L19.Pl , 24.750 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{20 , 3 , Ge20.getPg(), 0 ,L20.Pl , 12.021 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{21 , 2 , Ge21.getPg(), 74.45 ,L21.Pl , 000000 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2}};
int b=buses.length;
cox [] Vfinal=new cox[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Vfinal[v]=new cox(0,0);
G[] Gen=new G[b];
Lo[] Ll=new Lo[b];
for(int x=0;x<b;x++)
Gen[x] = new G();
for(int x=0;x<b;x++)
Ll[x] = new Lo();
double [] deltaP=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
deltaP[v]=0;
double [] Pg=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pg[v]=0;
double [] Pgnew=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pgnew[v]=0;
double [] Pl=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pl[v]=0;
double [] Plnew=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Plnew[v]=0;
double [] Pricep=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pricep[v]=0;
double [] GIncrease=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
GIncrease[v]=0;
double [] Ldecrease=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Ldecrease[v]=0;
for(int v=0;v<b;v++)
{
Vfinal[v]=Gaus2.calcV(Lines,buses)[v];
System.out.println();
System.out.println("Vfinal for bus: "+v+" = "+Vfinal[v]);
```

```
}
for(int x=0;x<b;x++)
{
Pg[x]=buses[x][2]/100;
System.out.println();
System.out.println("Pg on bus: "+x+" = "+Pg[x]);
}
for(int x=0;x<b;x++)
{
Pl[x]=buses[x][4]/100;
System.out.println();
System.out.println("Pl on bus: "+x+" = "+Pl[x]);
}
for(int v=0;v<b;v++)
{
deltaP[v]=Gaus2.calcP(Lines,buses)[v];
System.out.println();
System.out.println("delta P for bus: "+v+" = "+deltaP[v]);
}
for(int k=0;k<b;k++)
{
if(Pg[k]>0)
{
if(deltaP[k]>0)
{
//Gen[k].setGSpare(deltaP[k]);
System.out.println("Gen: "+k+" has spare= "+Pg[k]*0.02);
Pricep[k]=Ge(k).getPriceG();
System.out.println("Price for sealling P for Gen: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
GIncrease[k]=Ge(k).getGIncrease();
System.out.println("P for Gen: "+k+" can increas by rate : "+GIncrease[k]);
if(GIncrease[k]>0)
{
Pgnew[k]=Pg[k]*(1+GIncrease[k]);
deltaP[k]=Pgnew[k]-Pl[k];
System.out.println("Pg for bus: "+k+"becom = "+Pgnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("Gen: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=Ge(k).getPriceG();
System.out.println("Price for sealling P for Gen: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
System.out.println("Gen: "+k+" has no spare");
```

```
Ldecrease[k]=L(k).getLdecrease();
System.out.println("P for Load: "+k+" can decreased by rate : "+Ldecrease[k]);
if(Ldecrease[k]>0)
{
Plnew[k]=(1-Ldecrease[k])*Pl[k];
deltaP[k]=Pg[k]-Plnew[k];
System.out.println("Pl for bus: "+k+"becom = "+Plnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+Pl[k]*Ldecrease[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
}
else
{ Plnew[k]=Pl[k];
System.out.println("bus: "+k+" has no spare");
}
}
}
else
{ Pgnew[k]=Pg[k];
System.out.println("Gen: "+k+" has no spare");
}
}}
else{
Ldecrease[k]=L(k).getLdecrease();
System.out.println("P for Load: "+k+" can decreased by rate : "+Ldecrease[k]);
if(Ldecrease[k]>0)
{
Plnew[k]=(1-Ldecrease[k])*Pl[k];
deltaP[k]=Pg[k]-Plnew[k];
System.out.println("Pl for bus: "+k+"becom = "+Plnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+Pl[k]*Ldecrease[k]);
```

```
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
}
else
{ Plnew[k]=Pl[k];
System.out.println("bus: "+k+" has no spare");
}
}
}
// Bus data to be given by the user as the input.
////////////////////////////////////////////////
//Note:- Bus Types - Symbol
// Slack Bus - 1
//Generator Bus - 2
// Load Bus - 3
////////////////////////////////////////////////
// | Generation | Load |
//|Bus|Type| P(MW) |Q(MVAR) |P(MW) | Q(MVAR) | V,pu |delta|Qmin|Qmax|
double[][] busesnew = {{ 0, 1 , Pgnew[0], 59.14 , Plnew[0], 000000 , 1.02, 0.0,
0.1, 0.2},
{ 1, 2 , Pgnew[1], 84.82 , Plnew[1], 20.543 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 2, 3 , Pgnew[2], 0 , Plnew[2], 10.238 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 3, 3 , Pgnew[3], 0 , Plnew[3], 3.6000 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 4, 3 , Pgnew[4], 0 , Plnew[4], 5.1210 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 5, 3 , Pgnew[5], 0 , Plnew[5], 6.6270 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 6, 3 , Pgnew[6], 0 , Plnew[6], 21.031 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 7, 3 , Pgnew[7], 0 , Plnew[7], 16.183 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 8, 2 , Pgnew[8], 68.112 , Plnew[8], 20.380 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 9, 3 , Pgnew[9], 0 , Plnew[9], 3.9400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{10, 3 , Pgnew[10], 0 , Plnew[10], 9.8700 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{11, 3 , Pgnew[11], 0 , Plnew[11], 11.400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{12, 3 , Pgnew[12], 0 , Plnew[12], 8.3780 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{13, 3 , Pgnew[13], 0 , Plnew[13], 16.960 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{14, 3 , Pgnew[14], 0 , Plnew[14], 5.4580 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{15, 3 , Pgnew[15], 0 , Plnew[15], 10.170 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{16, 3 , Pgnew[16], 0 , Plnew[16], 3.3800 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{17, 3 , Pgnew[17], 0 , Plnew[17], 13.014 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{18, 3 , Pgnew[18], 0 , Plnew[18], 13.790 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{19, 2 , Pgnew[19], 81.57 , Plnew[19], 24.750 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{20, 3 , Pgnew[20], 0 , Plnew[20], 12.021 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{21, 2 , Pgnew[21], 74.45 , Plnew[21], 000000 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2}};
for(int v=0;v<b;v++)
{
Vfinal[v]=Gaus2.calcV(Lines,busesnew)[v];
System.out.println();
System.out.println("Vfinal for bus: "+v+" = "+Vfinal[v]);
}
}
```

```
private static Lo L(int k) {
// TODO Auto-generated method stub
return null;
}

private static G Ge(int k) {
// TODO Auto-generated method stub
return null;
}}
```

C-2-تجريب خوارزمية عميل جريان الحمولة Gause على الشبكة النموذجية:

يتم تجريب وارزمية عميل جريان الحمولة على الشبكة النموذجية عن طريق مقارنة نتائج جريان الحمولة وحساب توترات العقد النهائية بين برنامجين (Eclips) الذي يدعم النظام متعدد العملاء وبرنامج (Matlab). وفيما يلي سنوضح برمجة خوارزمية جريان الحمولة عن طريق برنامج Matlab:

```
clear all;
%% Base Values
V_base = 230e3;
MVA_base = 100;
alpha = 1.6;              % Accelarating Factor

%% Take line data as the input from the user.
 %           |From|To |    R    |    X    |    G    |    B    | Total  |   Y/2   |
 %           |Bus |Bus|    pu   |    pu   |    pu   |    pu   | charging|   pu    |
 linedata [ 1      2    0.01008   0.05040   3.81563  -19.0781    10.25   0.05125;
           1       3    0.00744   0.03720   5.16956  -25.8478     7.75   0.03875;
           2       4    0.00744   0.03720   5.16956  -25.8478     7.75   0.03875;
           3       4    0.01272   0.06360   3.02371  -15.1185    12.75   0.06375;];
%% From the line data given, generate the Ybus matrix.
init_bus = linedata(:,1);                % From bus number
final_bus = linedata(:,2);               % To bus number
r = linedata(:,3);                       % Resistance, R
x = linedata(:,4);                       % Reactance, X
g = linedata(:,5);                       % Conductance, G
b = linedata(:,6);                       % Susceptance, B
s = linedata(:,8);                       % Shunt or Ground Admittance
z = r + 1i*x;                            % Impedance
y = g + 1i*b;                            % Admittance
s = 1i*s;                                % Shunt from bus to the ground

tot_buses = max(max(init_bus),max(final_bus));          % total no. of buses
tot_branches = length(init_bus);                        %  no.  of  branches
Ybus = zeros(tot_buses,tot_branches);                   %  Initialising  YBus
sbus = zeros(tot_buses,tot_branches);
```

```
for          a          =          1:tot_buses
    Ybus(init_bus(a),final_bus(a))   =   -y(a);
    Ybus(final_bus(a),init_bus(a)) = -y(a);
end

for          b          =          1:tot_buses
    sbus(init_bus(b),final_bus(b))   =   s(b);
    sbus(final_bus(b),init_bus(b)) = s(b);
end
for  b  =1:tot_buses
for c = 1:tot_buses
if c ~= b
Ybus(b,b) = Ybus(b,b) - Ybus(b,c) + sbus(b,c);
end
end
end
  %% Take bus data as the input from the user.
                %%%%
```

```
      % Computing new voltages for all the load buses.
      if bus_type(idx) == 3
 for b = 1:tot_buses if
       b ~= idx
       temp1 = temp1 + Ybus(idx,b)*V_new(b);
      end
 end
Vidx_new = ((P(idx)-1i*Q(idx))/V_new(idx) - temp1)/Ybus(idx,idx);
Vidx_new_acc = (1-alpha)*V_new(idx) + alpha*Vidx_new;
V_new(idx) = Vidx_new_acc;
end
% Computing Q values for all the voltage controlled buses.
for a = 1:tot_buses
          temp = 0;
  if bus_type(a) == 2 for
       b = 1:tot_buses
          temp = temp + V_new(a)*Ybus(a,b)*V_new(b);
       end
       Q(a) = -imag(temp);
       if Q(a) < Qmin(a)
            Q(a) = Qmin(a);
       end
       if Q(a) > Qmax(a)
            Q(a) = Qmax(a);
       end
       end
       end
   % Computing new voltages for the voltage controlled buses.
   if bus_type(idx) == 2
   for b = 1:tot_buses
        if b ~= idx
          temp1 = temp1 + Ybus(idx,b)*V_new(b);
         end
       end
Vidx_new = ((P(idx)-1i*Q(idx))/V_new(idx) - temp1)/Ybus(idx,idx); V_temp =
Vidx_new*V_new(idx)/abs(Vidx_new);
V_new(idx) = V_temp;
end
end
 disp(['Iteration     no:     ',num2str(iter)])
 disp(V_orig)

 if max(V_orig - V_new) > 0.00001
 V_orig = V_new;
 end
 iter    =
 iter + 1;
 end
```

الملحق(D): الكودات الخاصة بالفصل السادس: الدراسة العملية

تطبيق خوارزمية تنسيق عمل محطات التوليد باستخدام النظام متعدد العملاء بوجود التوليد الموزع لجزء من الشبكة الكهربائية السورية عند التوتر KV 66

D-1-برمجة عملاء الشبكة الكهربائية باستخدام النظام متعدد العملاء :

كما ذكرنا سابقا سيتم برمجة عميل المولدات وعميل الأحمال وعميل جريان الحمولة والعميل الرئيسي (المنسق) بلغة الجافا(اللغة التي تدعم النظام متعدد العملاء) باستخدام برنامج Eclips كما يلي:

كود البرمجة الخاص بعميل المولدات:

```
package GEN;
import Comp.cox;
import Loads.Lo;
import jade.core.Agent;

public class G extends Agent{


public double Pg;
public static double Qg;
public static double Sg;
public static double cosph;
public static double GIncrease;
public static double GSpare;
public static double priceG;
public double getPg() {
return this.Pg;
}
public void setPg(double pg) {
this.Pg = pg;
}
public static double getQg() {
return Qg;
}
public static void setQg(double qg) {
Qg = qg;
}
```

```
public static double getSg() {
return Sg;
}
public static void setSg(double sg) {
Sg = sg;
}
public static double getCosph() {
return cosph;
}
public static void setCosph(double cosph) {
G.cosph = cosph;
}
public static double getGIncrease() {
return GIncrease;
}
public static void setGIncrease(double gIncrease) {
GIncrease = gIncrease;
}
public static double getGSpare() {
return GSpare;
}
public static void setGSpare(double gSpare) {
GSpare = gSpare;
}
public static double getPriceG() {
return priceG;
}
public static void setPriceG(double priceG) {
G.priceG = priceG;
}
public static double calcPW(double r,double v,double n) {
return ((0.5*(3.14*r*r)*1.225*(v*v*v))*0.000001*0.59)*n; // MW,N عدد لمراوح
}
public static double calcPpv(double pmppt,double nmppt,double ninv,double
ndeg,double n) {
return pmppt*nmppt*ninv*ndeg*0.000001*n;
}
public static void main(String[] args) {
int a=22;
G[] Ge=new G[a];
G Ge0=new G();
Ge0.setPg(89.1);
Ge0.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(2);
G Ge1=new G();
Ge1.setPg(113.088);
Ge1.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(3);
G Ge2=new G();
```

```
Ge2.setPg(0);
Ge2.setGIncrease(0);
Ge2.setPriceG(0);
G Ge3=new G();
Ge3.setPg(0);
Ge3.setGIncrease(0);
Ge3.setPriceG(0);
G Ge4=new G();
Ge4.setPg(0);
Ge4.setGIncrease(0);
Ge4.setPriceG(0);
G Ge5=new G();
Ge5.setPg(0);
Ge5.setGIncrease(0);
Ge5.setPriceG(0);
G Ge6=new G();
Ge6.setPg(0);
Ge6.setGIncrease(0);
Ge6.setPriceG(3);
G Ge7=new G();
Ge7.setPg(0);
Ge7.setGIncrease(0);
Ge7.setPriceG(0);
G Ge8=new G();
Ge8.setPg(105.96);
Ge8.setGIncrease(0);
Ge8.setPriceG(3);
G Ge9=new G();
Ge9.setPg(0);
Ge9.setGIncrease(0);
Ge9.setPriceG(0);
G Ge10=new G();
Ge10.setPg(0);
Ge10.setGIncrease(0);
Ge10.setPriceG(0);
G Ge11=new G();
Ge11.setPg(0);
Ge11.setGIncrease(0);
Ge11.setPriceG(0);
G Ge12=new G();
Ge12.setPg(0);
Ge12.setGIncrease(0);
Ge12.setPriceG(0);
G Ge13=new G();
Ge13.setPg(0);
Ge13.setGIncrease(0);
Ge13.setPriceG(0);
G Ge14=new G();
```

```
Ge14.setPg(0);
Ge14.setGIncrease(0);
Ge14.setPriceG(0);
G Ge15=new G();
Ge15.setPg(0);
Ge15.setGIncrease(0);
Ge15.setPriceG(2);
G Ge16=new G();
Ge16.setPg(0);
Ge16.setGIncrease(0);
Ge16.setPriceG(0);
G Ge17=new G();
Ge17.setPg(0);
Ge17.setGIncrease(0);
Ge17.setPriceG(0);
G Ge18=new G();
Ge18.setPg(0);
Ge18.setGIncrease(0);
Ge18.setPriceG(0);
G Ge19=new G();
Ge19.setPg(125);
Ge19.setGIncrease(0);
Ge19.setPriceG(3);
G Ge20=new G();
Ge20.setPg(0);
Ge20.setGIncrease(0);
Ge20.setPriceG(0);
G Ge21=new G();
Ge21.setPg(134.3);
Ge21.setGIncrease(0);
Ge21.setPriceG(3);
}
}
```

كود البرمجة الخاص بعميل الأحمال:

```
package Loads;
import GEN.G;
import jade.core.Agent;

public class Lo extends Agent{

public double Pl;
public static double Ql;
public static double Sl;
public static double cosphl;
```

```
public static double ldecrease;
public static double lcontrolable;
public static double bestprice;
public double getPl() {
return this.Pl;
}
public void setPl(double pl) {
this.Pl = pl;
}
public static double getQl() {
return Ql;
}
public static void setQl(double ql) {
Ql = ql;
}
public static double getSl() {
return Sl;
}
public static void setSl(double sl) {
Sl = sl;
}
public static double getCosphl() {
return cosphl;
}
public static void setCosphl(double cosphl) {
Lo.cosphl = cosphl;
}
public static double getLdecrease() {
return ldecrease;
}
public static void setLdecrease(double ldecrease) {
Lo.ldecrease = ldecrease;
}
public static double getLcontrolable() {
return lcontrolable;
}
public static void setLcontrolable(double lcontrolable)
{
Lo.lcontrolable = lcontrolable;
}
public static double getBestprice() {
return bestprice;
}
public static void setBestprice(double bestprice) {
Lo.bestprice = bestprice;
}
public static void main(String[] args) {
int b=22;
Lo L0=new Lo();
```

```
L0.setPl(49.3);
L0.setLdecrease(0.02);
L0.setBestprice(1);
Lo L1=new Lo();
L1.setPl(42.5);
L1.setLdecrease(0.02);
L1.setBestprice(3);
Lo L2=new Lo();
L2.setPl(16.4);
L2.setLdecrease(0.02);
L2.setBestprice(2);
Lo L3=new Lo();
L3.setPl(6);
L3.setLdecrease(0.02);
L3.setBestprice(3);
Lo L4=new Lo();
L4.setPl(7.8);
L4.setLdecrease(0.02);
L4.setBestprice(2);
Lo L5=new Lo();
L5.setPl(4);
L5.setLdecrease(0.02);
L5.setBestprice(3);
Lo L6=new Lo();
L6.setPl(0.25);
L6.setLdecrease(0.02);
L6.setBestprice(2);
Lo L7=new Lo();
L7.setPl(14.5);
L7.setLdecrease(0.02);
L7.setBestprice(3);
Lo L8=new Lo();
L8.setPl(49.46);
L8.setLdecrease(0.02);
L8.setBestprice(2);
Lo L9=new Lo();
L9.setPl(5.2);
L9.setLdecrease(0.02);
L9.setBestprice(3);
Lo L10=new Lo();
L10.setPl(5.47);
L10.setLdecrease(0.02);
L10.setBestprice(2);
Lo L11=new Lo();
L11.setPl(20.2);
L11.setLdecrease(0.02);
L11.setBestprice(3);
Lo L12=new Lo();
```

```
L12.setPl(22);
L12.setLdecrease(0.02);
L12.setBestprice(2);
Lo L13=new Lo();
L13.setPl(29.46);
L13.setLdecrease(0.02);
L13.setBestprice(3);
Lo L14=new Lo();
L14.setPl(6.65);
L14.setLdecrease(0.02);
L14.setBestprice(2);
Lo L15=new Lo();
L15.setPl(22.5);
L15.setLdecrease(0.02);
L15.setBestprice(3);
Lo L16=new Lo();
L16.setPl(9.57);
L16.setLdecrease(0.02);
L16.setBestprice(2);
Lo L17=new Lo();
L17.setPl(0.03);
L17.setLdecrease(0.02);
L17.setBestprice(3);
Lo L18=new Lo();
L18.setPl(12);
L18.setLdecrease(0.02);
L18.setBestprice(2);
Lo L19=new Lo();
L19.setPl(34.7);
L19.setLdecrease(0.02);
L19.setBestprice(3);
Lo L20=new Lo();
L20.setPl(29.5);
L20.setLdecrease(0.02);
L20.setBestprice(2);
Lo L21=new Lo();
L21.setPl(66.7);
L21.setLdecrease(0.02);
L21.setBestprice(1);
}
}
```

كود البرمجة الخاص بعميل جريان الحمولة:

```
package GausSidel;
import java.util.*;
```

```
import java.util.stream.DoubleStream;
import java.lang.Math;
import Comp.cox;
import GEN.G;
import Loads.Lo;
import jade.core.Agent;
public class Gaus2 extends Agent{
public static cox[] calcV(double [][] Line,double [][] bus){
// Base Values
double Vbase = 66;
double MVAbase = 100;
double alpha = 1.6; // Accelarating Factor
int a=Line.length;
int [] inbus=new int[a];
int [] finbus=new int[a];
double [] r=new double[a];
double [] x=new double[a];
double [] g=new double[a];
double [] b=new double[a];
double [] sh=new double[a];
cox [] z=new cox[a];
cox [] y=new cox[a];
cox [] s=new cox[a];
for(int v=0;v<a;v++) {
inbus[v]=0;
finbus[v]=0;
r[v]=0;
x[v]=0;
g[v]=0;
b[v]=0;
sh[v]=0;
z[v]=new cox(0,0);
y[v]=new cox(0,0);
s[v]=new cox(0,0);
inbus[v]=(int)Line[v][0];
finbus[v]=(int)Line[v][1];
r[v]=Line[v][2];
x[v]=Line[v][3];
g[v]=Line[v][4];
b[v]=Line[v][5];
sh[v]=Line[v][6];
z[v]=new cox(r[v],x[v]);
y[v]=new cox(g[v],b[v]);
s[v]=new cox(0,sh[v]);}

int maxa = inbus[0];
for (int v = 1; v < inbus.length; v++)
maxa = Math.max(maxa, inbus[v]);
```

```
int maxb = finbus[0];
for (int v = 1; v < finbus.length; v++)
maxb = Math.max(maxb, finbus[v]);
int totbus = Math.max(maxa,maxb);
//System.out.println();
//System.out.println("totbus="+totbus);
//System.out.println();
int totbuses =totbus+1;// total no. of buses
int totbranch=inbus.length; // no. of branches
//System.out.println();
//System.out.println("totbranch="+totbranch);
//System.out.println();

cox [][] Y=new cox[totbranch][totbranch]; //Initialising YBus
//System.out.println();
//System.out.println("Y.length="+Y.length);
//System.out.println();

for(int u=0;u<Y.length;u++)
for(int v=0;v<Y[u].length;v++)
Y[u][v]=new cox(0,0);

cox [][] S=new cox[totbranch][totbranch]; //Initialising YBus
for(int u=0;u<S.length;u++)
for(int v=0;v<S[u].length;v++)
S[u][v]=new cox(0,0);

for (int v=0;v<totbranch;v++)
{Y[inbus[v]][finbus[v]]=new cox(-y[v].re,-y[v].im);
//System.out.println("Y["+inbus[v]+"]["+finbus[v]+"]="+Y[inbus[v]][finbus[v]]);
Y[finbus[v]][inbus[v]]=new cox(-y[v].re,-y[v].im);
//System.out.println("Y["+finbus[v]+"]["+inbus[v]+"]="+Y[finbus[v]][inbus[v]]);
S[inbus[v]][finbus[v]]=new cox(s[v].re,s[v].im);
S[finbus[v]][inbus[v]]=new cox(s[v].re,s[v].im);}

for(int u=0;u<totbranch;u++)
for(int v=0;v<totbranch;v++)
if(u!=v)
Y[u][u]=(Y[u][u]).minus((Y[u][v]).plus(S[u][v]));
//for(int u=0;u<totbuses;u++){
//System.out.println();
//for(int v=0;v<totbuses;v++){
//System.out.println("Y["+u+"]["+v+"]="+Y[u][v]);System.out.println();}
//System.out.println();}
// Bus data to be given by the user as the input.
////////////////////////////////////////////////
// Note:- Bus Types - Symbol
// Slack Bus - 1
```

```
// Generator Bus - 2
// Load Bus - 3
////////////////////////////////////////////////
int e=bus.length;
double [] busno=new double[e];
double [] bustyp=new double[e];
double [] GENMW=new double[e];
double [] GENMVAR=new double[e];
double [] LoadMW=new double[e];
double [] LoadMVAR=new double[e];
double [] V=new double[e];
double [] del=new double[e];
double [] dell=new double[e];
double [] Qmin=new double[e];
double [] Qmax=new double[e];
double [] P=new double[e];
double [] Q=new double[e];
double dpm = 0;
cox temp12=new cox(0,0);
cox temp13=new cox(0,0);
cox [] Vorig=new cox[e];
cox [] Vnew=new cox[e];
cox [] temp1=new cox[e];
cox [] Vidx_new=new cox[e];
cox [] Vidx_new_acc=new cox[e];
cox [] SMVA=new cox[e];
cox [] temp=new cox[e];
cox [] V_temp=new cox[e];
cox [] dv=new cox[e];

for(int v=0;v<e;v++) {
busno[v]=0;
bustyp[v]=0;
GENMW[v]=0;
GENMVAR[v]=0;
LoadMW[v]=0;
LoadMVAR[v]=0;
V[v]=0;
del[v]=0;
dell[v]=0;
Qmin[v]=0;
Qmax[v]=0;
P[v]=0;
Q[v]=0;
Vorig[v]=new cox(0,0);
Vnew[v]=new cox(0,0);
Vidx_new[v]=new cox(0,0);
Vidx_new_acc[v]=new cox(0,0);
```

```
SMVA[v]=new cox(0,0);
V_temp[v]=new cox(0,0);
temp[v]=new cox(0,0);
dv[v]=new cox(0,0);}
//Compute reactive power 'Q' for the voltage controlled buses.
for(int v=0;v<e;v++) { // Bus Number
busno[v]=bus[v][0];
bustyp[v]=bus[v][1];
GENMW[v]=bus[v][2];
GENMVAR[v]=bus[v][3];
LoadMW[v]=bus[v][4];
LoadMVAR[v]=bus[v][5];
V[v]=bus[v][6];dell[v]=bus[v][7];
del[v]=Math.toRadians(dell[v]);
Qmin[v]=bus[v][8];
Qmax[v]=bus[v][9];
P[v]=(GENMW[v] - LoadMW[v])/MVAbase;
Q[v]=(GENMVAR[v] - LoadMVAR[v])/MVAbase;
SMVA[v]=new cox(P[v],Q[v]);
Vorig[v]=new cox(V[v]*Math.cos(del[v]),V[v]*Math.sin(del[v]));
Vnew[v]=Vorig[v];
}
// Start the iterations.
// The iteration will continue until the difference between two
//consecutive % voltage values becomes less than 0.00001.
//int tot_buses = busno.length;
int iter = 1;
cox [][] yy=new cox[1][1];
yy[0][0]=new cox(0,0);
while(dpm< 0.0002)
{
for (int idx=0;idx<e;idx++)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp1[v]=new cox(0,0);
temp13=new cox(0,0);
// Computing new voltages for all the load buses.
if (bustyp[idx]== 3)
{
for (int n=0;n<e;n++){
if (n!= idx)
temp1[n] =(temp1[n]).plus((Y[idx][n]).times(Vnew[n]));
temp13=(temp13).plus(temp1[n]);}
Vidx_new[idx]=
(((SMVA[idx].conjugate()).divides(Vnew[idx])).minus(temp13)).divides(Y[idx][idx]);
//System.out.println();
//System.out.println("Vidx_new["+idx+"]= "+Vidx_new[idx]);
//System.out.println();
Vidx_new_acc[idx]= (Vnew[idx].times(1-alpha)).plus(Vidx_new[idx].times(alpha));
```

```
Vnew[idx]=Vidx_new_acc[idx];
}
// Computing Q values for all the voltage controlled buses.
for (int j=0;j<e;j++)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp[v]=new cox(0,0);
if (bustyp[j]== 2)
{
for (int k=0;k<e;k++)
temp[k]=temp[k].plus((Vnew[j]).times((Y[j][k]).times(Vnew[k])));
Q[j] = -temp[j].im;
if (Q[j]< Qmin[j])
Q[j]=Qmin[j];
if (Q[j] > Qmax[j])
Q[j] = Qmax[j];
}
}
// Computing new voltages for the voltage controlled buses.
if (bustyp[idx]== 2)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp1[v]=new cox(0,0);
temp12=new cox(0,0);
for (int n=0;n<e;n++)
{if (n!= idx)
temp1[n] =(temp1[n]).plus((Y[idx][n]).times(Vnew[n]));
temp12=(temp12).plus(temp1[n]);
}
Vidx_new[idx]=
(((SMVA[idx].conjugate()).divides(Vnew[idx])).minus(temp12)).divides(Y[idx][idx]);
V_temp[idx] = ((Vidx_new[idx]).times(Vnew[idx])).times(1/Vidx_new[idx].abs());
Vnew[idx]= V_temp[idx];
}
}
for(int f=0;f<e;f++)
dv[f]=(Vorig[f]).minus(Vnew[f]);
for(int f=0;f<e;f++)
{
if(dpm<dv[f].abs())
dpm=dv[f].abs();
}
if (dpm > 0.00001)
for(int f=0;f<e;f++)
Vorig[f]=Vnew[f];
iter = iter + 1;
}
return Vnew;}
```

كود البرمجة الخاص بالعميل الرئيسي (المنسق):

```
package Cordinator;
import java.util.*;
import GEN.G;
import Loads.Lo;
import GausSidel.Gaus2;
import java.lang.Math;
import Comp.cox;
import jade.core.Agent;

public class Base extends Agent{
public static void main(String[] args) {

// Line data to be given by the user as the input.
// R - Resistance
// X - Reactance
// G - Conductance
// B - Susceptance
// Y/2 - Shunt admittance
// |From|To | R | X | G | B | Y/2 |
// |Bus |Bus| pu | pu | pu | pu | pu |
double[][] Lines = {{1, 4, 0.39 , 0.92 , 0.56 ,-1.32 , 0.00000},
{1, 9, 0.49 , 1.15 , 0.45 ,-1.06 , 0.00000},
{1, 2, 0.58 , 1.38 , 0.37 ,-0.88 , 0.00000},
{1, 3, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{0, 4, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{0, 12, 0.58 , 1.38 , 0.37 ,-0.88 , 0.00000},
{0, 5, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{0, 10, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{5, 2, 0.24 , 0.58 , 0.89 ,-2.12 , 0.00000},
{5, 6, 0.13 , 0.43 , 0.75 ,-2.55 , 0.00000},
{5, 7, 0.14 , 0.48 , 0.68 ,-2.29 , 0.00000},
{5, 3, 0.07 , 0.25 , 1.32 ,-4.47 , 0.00000},
{11, 18, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{11, 10, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{11, 7, 0.24 , 0.58 , 0.89 ,-2.12 , 0.00000},
{11, 15, 0.09 , 0.31 , 1.05 ,-3.58 , 0.00000},
{7, 6, 0.09 , 0.31 , 1.05 ,-3.58 , 0.00000},
{7, 8, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{21, 13, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{21, 17, 0.12 , 0.28 , 1.81 ,-4.30 , 0.00000},
{21, 16, 0.10 , 0.23 , 2.23 ,-5.29 , 0.00000},
{21, 20, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{19, 18, 0.13 , 0.30 , 1.72 ,-4.07 , 0.00000},
```

```
{19, 17, 0.22 , 0.53 , 0.97 ,-2.30 , 0.00000},
{19, 20, 0.49 , 1.15 , 0.45 ,-1.06 , 0.00000},
{12, 13, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.46 , 0.00000},
{12, 9, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.46 , 0.00000},
{14, 16, 0.21 , 0.51 , 1.01 ,-2.40 , 0.00000},
{14, 18, 0.15 , 0.35 , 1.49 ,-3.53 , 0.00000}};
int aa=Lines.length;
int [] inbuses=new int[aa];
for(int v=0;v<aa;v++)
inbuses[v]=0;
int [] finbuses=new int[aa];
for(int v=0;v<aa;v++)
finbuses[v]=0;
for(int v=0;v<aa;v++) // From bus number
inbuses[v]=(int)Lines[v][0];
for(int v=0;v<aa;v++) // To bus number
finbuses[v]=(int)Lines[v][1];
int maxaa = inbuses[0];
for (int v = 1; v < inbuses.length; v++)
maxaa = Math.max(maxaa, inbuses[v]);

int maxbb = finbuses[0];
for (int v = 1; v < finbuses.length; v++)
maxbb = Math.max(maxbb, finbuses[v]);

int totbuses = Math.max(maxaa,maxbb);
int totb =totbuses+1;// total no. of buses
System.out.print("bus number="+totb);
System.out.println();
Scanner read=new Scanner(System.in);
Lo L0=new Lo();
L0.setPl(49.3);
L0.setLdecrease(0.02);
L0.setBestprice(1);
Lo L1=new Lo();
L1.setPl(42.5);
L1.setLdecrease(0.02);
L1.setBestprice(3);
Lo L2=new Lo();
L2.setPl(16.4);
L2.setLdecrease(0.02);
L2.setBestprice(2);
Lo L3=new Lo();
L3.setPl(6);
L3.setLdecrease(0.02);
L3.setBestprice(3);
Lo L4=new Lo();
L4.setPl(7.8);
```

```
L4.setLdecrease(0.02);
L4.setBestprice(2);
Lo L5=new Lo();
L5.setPl(4);
L5.setLdecrease(0.02);
L5.setBestprice(3);
Lo L6=new Lo();
L6.setPl(0.25);
L6.setLdecrease(0.02);
L6.setBestprice(2);
Lo L7=new Lo();
L7.setPl(14.5);
L7.setLdecrease(0.02);
L7.setBestprice(3);
Lo L8=new Lo();
L8.setPl(49.46);
L8.setLdecrease(0.02);
L8.setBestprice(2);
Lo L9=new Lo();
L9.setPl(5.2);
L9.setLdecrease(0.02);
L9.setBestprice(3);
Lo L10=new Lo();
L10.setPl(5.47);
L10.setLdecrease(0.02);
L10.setBestprice(2);
Lo L11=new Lo();
L11.setPl(20.2);
L11.setLdecrease(0.02);
L11.setBestprice(3);
Lo L12=new Lo();
L12.setPl(22);
L12.setLdecrease(0.02);
L12.setBestprice(2);
Lo L13=new Lo();
L13.setPl(29.46);
L13.setLdecrease(0.02);
L13.setBestprice(3);
Lo L14=new Lo();
L14.setPl(6.65);
L14.setLdecrease(0.02);
L14.setBestprice(2);
Lo L15=new Lo();
L15.setPl(22.5);
L15.setLdecrease(0.02);
L15.setBestprice(3);
Lo L16=new Lo();
L16.setPl(9.57);
```

```
L16.setLdecrease(0.02);
L16.setBestprice(2);
Lo L17=new Lo();
L17.setPl(0.03);
L17.setLdecrease(0.02);
L17.setBestprice(3);
Lo L18=new Lo();
L18.setPl(12);
L18.setLdecrease(0.02);
L18.setBestprice(2);
Lo L19=new Lo();
L19.setPl(34.7);
L19.setLdecrease(0.02);
L19.setBestprice(3);
Lo L20=new Lo();
L20.setPl(29.5);
L20.setLdecrease(0.02);
L20.setBestprice(2);
Lo L21=new Lo();
L21.setPl(66.7);
L21.setLdecrease(0.02);
L21.setBestprice(1);
G Ge0=new G();
Ge0.setPg(89.1);
Ge0.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(2);
G Ge1=new G();
Ge1.setPg(113.088);
Ge1.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(3);
G Ge2=new G();
Ge2.setPg(0);
Ge2.setGIncrease(0);
Ge2.setPriceG(0);
G Ge3=new G();
Ge3.setPg(0);
Ge3.setGIncrease(0);
Ge3.setPriceG(0);
G Ge4=new G();
Ge4.setPg(0);
Ge4.setGIncrease(0);
Ge4.setPriceG(0);
G Ge5=new G();
Ge5.setPg(0);
Ge5.setGIncrease(0);
Ge5.setPriceG(0);
G Ge6=new G();
Ge6.setPg(0);
```

```
Ge6.setGIncrease(0);
Ge6.setPriceG(3);
G Ge7=new G();
Ge7.setPg(0);
Ge7.setGIncrease(0);
Ge7.setPriceG(0);
G Ge8=new G();
Ge8.setPg(105.96);
Ge8.setGIncrease(0);
Ge8.setPriceG(3);
G Ge9=new G();
Ge9.setPg(0);
Ge9.setGIncrease(0);
Ge9.setPriceG(0);
G Ge10=new G();
Ge10.setPg(0);
Ge10.setGIncrease(0);
Ge10.setPriceG(0);
G Ge11=new G();
Ge11.setPg(0);
Ge11.setGIncrease(0);
Ge11.setPriceG(0);
G Ge12=new G();
Ge12.setPg(0);
Ge12.setGIncrease(0);
Ge12.setPriceG(0);
G Ge13=new G();
Ge13.setPg(0);
Ge13.setGIncrease(0);
Ge13.setPriceG(0);
G Ge14=new G();
Ge14.setPg(0);
Ge14.setGIncrease(0);
Ge14.setPriceG(0);
G Ge15=new G();
Ge15.setPg(0);
Ge15.setGIncrease(0);
Ge15.setPriceG(2);
G Ge16=new G();
Ge16.setPg(0);
Ge16.setGIncrease(0);
Ge16.setPriceG(0);
G Ge17=new G();
Ge17.setPg(0);
Ge17.setGIncrease(0);
Ge17.setPriceG(0);
G Ge18=new G();
Ge18.setPg(0);
```

```
Ge18.setGIncrease(0);
Ge18.setPriceG(0);
G Ge19=new G();
Ge19.setPg(125);
Ge19.setGIncrease(0);
Ge19.setPriceG(3);
G Ge20=new G();
Ge20.setPg(0);
Ge20.setGIncrease(0);
Ge20.setPriceG(0);
G Ge21=new G();
Ge21.setPg(134.3);
Ge21.setGIncrease(0);
Ge21.setPriceG(3);
// Bus data to be given by the user as the input.
/////////////////////////////////////////////////
//Note:- Bus Types - Symbol
// Slack Bus - 1
//Generator Bus - 2
// Load Bus - 3
/////////////////////////////////////////////////
// | Generation | Load |
//|Bus|Type|P(MW) |Q(MVAR) |P(MW) | Q(MVAR) | V,pu |delta|Qmin|Qmax|
double[][] buses ={{ 0 , 1 , Ge0.getPg() , 59.14 ,L0.Pl , 000000 , 1.02, 0.0, 0.1,
0.2},
{ 1 , 2 , Ge1.getPg() , 84.82 ,L1.Pl , 20.543 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 2 , 3 , Ge2.getPg() , 0 ,L2.Pl , 10.238 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 3 , 3 , Ge3.getPg() , 0 ,L3.Pl , 3.6000 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 4 , 3 , Ge4.getPg() , 0 ,L4.Pl , 5.1210 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 5 , 3 , Ge5.getPg() , 0 ,L5.Pl , 6.6270 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 6 , 3 , Ge6.getPg() , 0 ,L6.Pl , 21.031 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 7 , 3 , Ge7.getPg() , 0 ,L7.Pl , 16.183 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 8 , 2 , Ge8.getPg() , 68.112 ,L8.Pl , 20.380 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 9 , 3 , Ge9.getPg() , 0 ,L9.Pl , 3.9400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{10 , 3 , Ge10.getPg(), 0 ,L10.Pl , 9.8700 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{11 , 3 , Ge11.getPg(), 0 ,L11.Pl , 11.400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{12 , 3 , Ge12.getPg(), 0 ,L12.Pl , 8.3780 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{13 , 3 , Ge13.getPg(), 0 ,L13.Pl , 16.960 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{14 , 3 , Ge14.getPg(), 0 ,L14.Pl , 5.4580 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{15 , 3 , Ge15.getPg(), 0 ,L15.Pl , 10.170 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{16 , 3 , Ge16.getPg(), 0 ,L16.Pl , 3.3800 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{17 , 3 , Ge17.getPg(), 0 ,L17.Pl , 13.014 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{18 , 3 , Ge18.getPg(), 0 ,L18.Pl , 13.790 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{19 , 2 , Ge19.getPg(), 81.57 ,L19.Pl , 24.750 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{20 , 3 , Ge20.getPg(), 0 ,L20.Pl , 12.021 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{21 , 2 , Ge21.getPg(), 74.45 ,L21.Pl , 000000 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2}};
int b=buses.length;
cox [] Vfinal=new cox[b];
for(int v=0;v<b;v++)
```

```
Vfinal[v]=new cox(0,0);
G[] Gen=new G[b];
Lo[] Ll=new Lo[b];
for(int x=0;x<b;x++)
Gen[x] = new G();
for(int x=0;x<b;x++)
Ll[x] = new Lo();
double [] deltaP=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
deltaP[v]=0;
double [] Pg=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pg[v]=0;
double [] Pgnew=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pgnew[v]=0;
double [] Pl=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pl[v]=0;
double [] Plnew=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Plnew[v]=0;
double [] Pricep=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pricep[v]=0;
double [] GIncrease=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
GIncrease[v]=0;
double [] Ldecrease=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Ldecrease[v]=0;
for(int v=0;v<b;v++)
{
Vfinal[v]=Gaus2.calcV(Lines,buses)[v];
System.out.println();
System.out.println("Vfinal for bus: "+v+" = "+Vfinal[v]);
}
for(int x=0;x<b;x++)
{
Pg[x]=buses[x][2]/100;
System.out.println();
System.out.println("Pg on bus: "+x+" = "+Pg[x]);
}
for(int x=0;x<b;x++)
{
Pl[x]=buses[x][4]/100;
System.out.println();
System.out.println("Pl on bus: "+x+" = "+Pl[x]);
```

```
}
for(int v=0;v<b;v++)
{
deltaP[v]=Gaus2.calcP(Lines,buses)[v];
System.out.println();
System.out.println("delta P for bus: "+v+" = "+deltaP[v]);
}
for(int k=0;k<b;k++)
{
if(Pg[k]>0)
{
if(deltaP[k]>0)
{
//Gen[k].setGSpare(deltaP[k]);
System.out.println("Gen: "+k+" has spare= "+Pg[k]*0.02);
Pricep[k]=Ge(k).getPriceG();
System.out.println("Price for sealling P for Gen: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
GIncrease[k]=Ge(k).getGIncrease();
System.out.println("P for Gen: "+k+" can increas by rate : "+GIncrease[k]);
if(GIncrease[k]>0)
{
Pgnew[k]=Pg[k]*(1+GIncrease[k]);
deltaP[k]=Pgnew[k]-Pl[k];
System.out.println("Pg for bus: "+k+"becom = "+Pgnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("Gen: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=Ge(k).getPriceG();
System.out.println("Price for sealling P for Gen: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
System.out.println("Gen: "+k+" has no spare");
Ldecrease[k]=L(k).getLdecrease();
System.out.println("P for Load: "+k+" can decreased by rate : "+Ldecrease[k]);
if(Ldecrease[k]>0)
{
Plnew[k]=(1-Ldecrease[k])*Pl[k];
deltaP[k]=Pg[k]-Plnew[k];
System.out.println("Pl for bus: "+k+"becom = "+Plnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
```

```
}
else
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+Pl[k]*Ldecrease[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
}
else
{ Plnew[k]=Pl[k];
System.out.println("bus: "+k+" has no spare");
}
}
}
else
{ Pgnew[k]=Pg[k];
System.out.println("Gen: "+k+" has no spare");
}
}}
else{
Ldecrease[k]=L(k).getLdecrease();
System.out.println("P for Load: "+k+" can decreased by rate : "+Ldecrease[k]);
if(Ldecrease[k]>0)
{
Plnew[k]=(1-Ldecrease[k])*Pl[k];
deltaP[k]=Pg[k]-Plnew[k];
System.out.println("Pl for bus: "+k+"becom = "+Plnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+Pl[k]*Ldecrease[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
}
else
{ Plnew[k]=Pl[k];
System.out.println("bus: "+k+" has no spare");
}
}
}
// Bus data to be given by the user as the input.
//////////////////////////////////////////////////
```

```
//Note:- Bus Types - Symbol
// Slack Bus - 1
//Generator Bus - 2
// Load Bus - 3
////////////////////////////////////////////
// | Generation | Load |
//|Bus|Type| P(MW) |Q(MVAR) |P(MW) | Q(MVAR) | V,pu |delta|Qmin|Qmax|
double[][] busesnew = {{ 0, 1 , Pgnew[0], 59.14 , Plnew[0], 000000 , 1.02, 0.0,
0.1, 0.2},
{ 1, 2 , Pgnew[1], 84.82 , Plnew[1], 20.543 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 2, 3 , Pgnew[2], 0 , Plnew[2], 10.238 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 3, 3 , Pgnew[3], 0 , Plnew[3], 3.6000 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 4, 3 , Pgnew[4], 0 , Plnew[4], 5.1210 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 5, 3 , Pgnew[5], 0 , Plnew[5], 6.6270 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 6, 3 , Pgnew[6], 0 , Plnew[6], 21.031 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 7, 3 , Pgnew[7], 0 , Plnew[7], 16.183 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 8, 2 , Pgnew[8], 68.112 , Plnew[8], 20.380 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 9, 3 , Pgnew[9], 0 , Plnew[9], 3.9400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{10, 3 , Pgnew[10], 0 , Plnew[10], 9.8700 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{11, 3 , Pgnew[11], 0 , Plnew[11], 11.400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{12, 3 , Pgnew[12], 0 , Plnew[12], 8.3780 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{13, 3 , Pgnew[13], 0 , Plnew[13], 16.960 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{14, 3 , Pgnew[14], 0 , Plnew[14], 5.4580 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{15, 3 , Pgnew[15], 0 , Plnew[15], 10.170 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{16, 3 , Pgnew[16], 0 , Plnew[16], 3.3800 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{17, 3 , Pgnew[17], 0 , Plnew[17], 13.014 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{18, 3 , Pgnew[18], 0 , Plnew[18], 13.790 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{19, 2 , Pgnew[19], 81.57 , Plnew[19], 24.750 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{20, 3 , Pgnew[20], 0 , Plnew[20], 12.021 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{21, 2 , Pgnew[21], 74.45 , Plnew[21], 000000 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2}};
for(int v=0;v<b;v++)
{
Vfinal[v]=Gaus2.calcV(Lines,busesnew)[v];
System.out.println();
System.out.println("Vfinal for bus: "+v+" = "+Vfinal[v]);
}
}

private static Lo L(int k) {
// TODO Auto-generated method stub
return null;
}

private static G Ge(int k) {
// TODO Auto-generated method stub
return null;
}}
```

D-2- تطبيق خوارزمية التنسيق المخزنة في العميل الرئيسي مع وجود التوليد الموزع :

كود البرمجة الخاص بعميل المولدات:

```
package GEN;
import Comp.cox;
import Loads.Lo;
import jade.core.Agent;

public class G extends Agent{


public double Pg;
public static double Qg;
public static double Sg;
public static double cosph;
public static double GIncrease;
public static double GSpare;
public static double priceG;
public double getPg() {
return this.Pg;
}
public void setPg(double pg) {
this.Pg = pg;
}
public static double getQg() {
return Qg;
}
public static void setQg(double qg) {
Qg = qg;
}
public static double getSg() {
return Sg;
}
public static void setSg(double sg) {
Sg = sg;
}
public static double getCosph() {
return cosph;
}
public static void setCosph(double cosph) {
G.cosph = cosph;
}
```

```
public static double getGIncrease() {
return GIncrease;
}
public static void setGIncrease(double gIncrease) {
GIncrease = gIncrease;
}
public static double getGSpare() {
return GSpare;
}
public static void setGSpare(double gSpare) {
GSpare = gSpare;
}
public static double getPriceG() {
return priceG;
}
public static void setPriceG(double priceG) {
G.priceG = priceG;
}
public static double calcPW(double r,double v,double n) {
return ((0.5*(3.14*r*r)*1.225*(v*v*v))*0.000001*0.59)*n; // MW,N عدد لمراوح
}
public static double calcPpv(double pmppt,double nmppt,double ninv,double
ndeg,double n) {
return pmppt*nmppt*ninv*ndeg*0.000001*n;
}
public static void main(String[] args) {
int a=22;
G[] Ge=new G[a];
G Ge0=new G();
Ge0.setPg(89.1);
Ge0.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(2);
G Ge1=new G();
Ge1.setPg(113.088);
Ge1.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(3);
G Ge2=new G();
Ge2.setPg(0);
Ge2.setGIncrease(0);
Ge2.setPriceG(0);
G Ge3=new G();
Ge3.setPg(0);
Ge3.setGIncrease(0);
Ge3.setPriceG(0);
G Ge4=new G();
Ge4.setPg(0);
Ge4.setGIncrease(0);
Ge4.setPriceG(0);
G Ge5=new G();
```

```
Ge5.setPg(0);
Ge5.setGIncrease(0);
Ge5.setPriceG(0);
G Ge6=new G();
Ge6.setPg(G.calcPpv(550,0.964,1,0.958,40000)+G.calcPW(50,12,2));
Ge6.setGIncrease(0);
Ge6.setPriceG(3);
G Ge7=new G();
Ge7.setPg(G.calcPpv(550,0.964,1,0.958,40000)+G.calcPW(50,12,2));
Ge7.setGIncrease(0);
Ge7.setPriceG(0);
G Ge8=new G();
Ge8.setPg(105.96);
Ge8.setGIncrease(0);
Ge8.setPriceG(3);
G Ge9=new G();
Ge9.setPg(0);
Ge9.setGIncrease(0);
Ge9.setPriceG(0);
G Ge10=new G();
Ge10.setPg(0);
Ge10.setGIncrease(0);
Ge10.setPriceG(0);
G Ge11=new G();
Ge11.setPg(0);
Ge11.setGIncrease(0);
Ge11.setPriceG(0);
G Ge12=new G();
Ge12.setPg(0);
Ge12.setGIncrease(0);
Ge12.setPriceG(0);
G Ge13=new G();
Ge13.setPg(G.calcPpv(550,0.964,1,0.958,40000)+G.calcPW(50,12,2));
Ge13.setGIncrease(0);
Ge13.setPriceG(0);
G Ge14=new G();
Ge14.setPg(0);
Ge14.setGIncrease(0);
Ge14.setPriceG(0);
G Ge15=new G();
Ge15.setPg(0);
Ge15.setGIncrease(0);
Ge15.setPriceG(2);
G Ge16=new G();
Ge16.setPg(0);
Ge16.setGIncrease(0);
Ge16.setPriceG(0);
G Ge17=new G();
```

```
Ge17.setPg(0);
Ge17.setGIncrease(0);
Ge17.setPriceG(0);
G Ge18=new G();
Ge18.setPg(0);
Ge18.setGIncrease(0);
Ge18.setPriceG(0);
G Ge19=new G();
Ge19.setPg(125);
Ge19.setGIncrease(0);
Ge19.setPriceG(3);
G Ge20=new G();
Ge20.setPg(0);
Ge20.setGIncrease(0);
Ge20.setPriceG(0);
G Ge21=new G();
Ge21.setPg(134.3);
Ge21.setGIncrease(0);
Ge21.setPriceG(3);
}
}
```

كود البرمجة الخاص بعميل الأحمال:

```
package Loads;
import GEN.G;
import jade.core.Agent;

public class Lo extends Agent{

public double Pl;
public static double Ql;
public static double Sl;
public static double cosphl;
public static double ldecrease;
public static double lcontrolable;
public static double bestprice;
public double getPl() {
return this.Pl;
}
public void setPl(double pl) {
this.Pl = pl;
}
public static double getQl() {
return Ql;
}
public static void setQl(double ql) {
Ql = ql;
```

```
}
public static double getSl() {
return Sl;
}
public static void setSl(double sl) {
Sl = sl;
}
public static double getCosphl() {
return cosphl;
}
public static void setCosphl(double cosphl) {
Lo.cosphl = cosphl;
}
public static double getLdecrease() {
return ldecrease;
}
public static void setLdecrease(double ldecrease) {
Lo.ldecrease = ldecrease;
}
public static double getLcontrolable() {
return lcontrolable;
}
public static void setLcontrolable(double lcontrolable)
{
Lo.lcontrolable = lcontrolable;
}
public static double getBestprice() {
return bestprice;
}
public static void setBestprice(double bestprice) {
Lo.bestprice = bestprice;
}
public static void main(String[] args) {
int b=22;
Lo L0=new Lo();
L0.setPl(49.3);
L0.setLdecrease(0.02);
L0.setBestprice(1);
Lo L1=new Lo();
L1.setPl(42.5);
L1.setLdecrease(0.02);
L1.setBestprice(3);
Lo L2=new Lo();
L2.setPl(16.4);
L2.setLdecrease(0.02);
L2.setBestprice(2);
Lo L3=new Lo();
L3.setPl(6);
L3.setLdecrease(0.02);
```

```
L3.setBestprice(3);
Lo L4=new Lo();
L4.setPl(7.8);
L4.setLdecrease(0.02);
L4.setBestprice(2);
Lo L5=new Lo();
L5.setPl(4);
L5.setLdecrease(0.02);
L5.setBestprice(3);
Lo L6=new Lo();
L6.setPl(0.25);
L6.setLdecrease(0.02);
L6.setBestprice(2);
Lo L7=new Lo();
L7.setPl(14.5);
L7.setLdecrease(0.02);
L7.setBestprice(3);
Lo L8=new Lo();
L8.setPl(49.46);
L8.setLdecrease(0.02);
L8.setBestprice(2);
Lo L9=new Lo();
L9.setPl(5.2);
L9.setLdecrease(0.02);
L9.setBestprice(3);
Lo L10=new Lo();
L10.setPl(5.47);
L10.setLdecrease(0.02);
L10.setBestprice(2);
Lo L11=new Lo();
L11.setPl(20.2);
L11.setLdecrease(0.02);
L11.setBestprice(3);
Lo L12=new Lo();
L12.setPl(22);
L12.setLdecrease(0.02);
L12.setBestprice(2);
Lo L13=new Lo();
L13.setPl(29.46);
L13.setLdecrease(0.02);
L13.setBestprice(3);
Lo L14=new Lo();
L14.setPl(6.65);
L14.setLdecrease(0.02);
L14.setBestprice(2);
Lo L15=new Lo();
L15.setPl(22.5);
L15.setLdecrease(0.02);
```

```
L15.setBestprice(3);
Lo L16=new Lo();
L16.setPl(9.57);
L16.setLdecrease(0.02);
L16.setBestprice(2);
Lo L17=new Lo();
L17.setPl(0.03);
L17.setLdecrease(0.02);
L17.setBestprice(3);
Lo L18=new Lo();
L18.setPl(12);
L18.setLdecrease(0.02);
L18.setBestprice(2);
Lo L19=new Lo();
L19.setPl(34.7);
L19.setLdecrease(0.02);
L19.setBestprice(3);
Lo L20=new Lo();
L20.setPl(29.5);
L20.setLdecrease(0.02);
L20.setBestprice(2);
Lo L21=new Lo();
L21.setPl(66.7);
L21.setLdecrease(0.02);
L21.setBestprice(1);
}
}
```

كود البرمجة الخاص بعميل جريان الحمولة:

```
package GausSidel;
import java.util.*;
import java.util.stream.DoubleStream;
import java.lang.Math;
import Comp.cox;
import GEN.G;
import Loads.Lo;
import jade.core.Agent;
public class Gaus2 extends Agent{
public static cox[] calcV(double [][] Line,double [][] bus){
// Base Values
double Vbase = 66;
double MVAbase = 100;
double alpha = 1.6; // Accelarating Factor
int a=Line.length;
int [] inbus=new int[a];
```

```
int [] finbus=new int[a];
double [] r=new double[a];
double [] x=new double[a];
double [] g=new double[a];
double [] b=new double[a];
double [] sh=new double[a];
cox [] z=new cox[a];
cox [] y=new cox[a];
cox [] s=new cox[a];
for(int v=0;v<a;v++) {
inbus[v]=0;
finbus[v]=0;
r[v]=0;
x[v]=0;
g[v]=0;
b[v]=0;
sh[v]=0;
z[v]=new cox(0,0);
y[v]=new cox(0,0);
s[v]=new cox(0,0);
inbus[v]=(int)Line[v][0];
finbus[v]=(int)Line[v][1];
r[v]=Line[v][2];
x[v]=Line[v][3];
g[v]=Line[v][4];
b[v]=Line[v][5];
sh[v]=Line[v][6];
z[v]=new cox(r[v],x[v]);
y[v]=new cox(g[v],b[v]);
s[v]=new cox(0,sh[v]);}

int maxa = inbus[0];
for (int v = 1; v < inbus.length; v++)
maxa = Math.max(maxa, inbus[v]);
int maxb = finbus[0];
for (int v = 1; v < finbus.length; v++)
maxb = Math.max(maxb, finbus[v]);
int totbus = Math.max(maxa,maxb);
//System.out.println();
//System.out.println("totbus="+totbus);
//System.out.println();
int totbuses =totbus+1;// total no. of buses
int totbranch=inbus.length; // no. of branches
//System.out.println();
//System.out.println("totbranch="+totbranch);
//System.out.println();

cox [][] Y=new cox[totbranch][totbranch]; //Initialising YBus
```

```
//System.out.println();
//System.out.println("Y.length="+Y.length);
//System.out.println();

for(int u=0;u<Y.length;u++)
for(int v=0;v<Y[u].length;v++)
Y[u][v]=new cox(0,0);

cox [][] S=new cox[totbranch][totbranch]; //Initialising YBus
for(int u=0;u<S.length;u++)
for(int v=0;v<S[u].length;v++)
S[u][v]=new cox(0,0);

for (int v=0;v<totbranch;v++)
{Y[inbus[v]][finbus[v]]=new cox(-y[v].re,-y[v].im);
//System.out.println("Y["+inbus[v]+"]["+finbus[v]+"]="+Y[inbus[v]][finbus[v]]);
Y[finbus[v]][inbus[v]]=new cox(-y[v].re,-y[v].im);
//System.out.println("Y["+finbus[v]+"]["+inbus[v]+"]="+Y[finbus[v]][inbus[v]]);
S[inbus[v]][finbus[v]]=new cox(s[v].re,s[v].im);
S[finbus[v]][inbus[v]]=new cox(s[v].re,s[v].im);}

for(int u=0;u<totbranch;u++)
for(int v=0;v<totbranch;v++)
if(u!=v)
Y[u][u]=(Y[u][u]).minus((Y[u][v]).plus(S[u][v]));
//for(int u=0;u<totbuses;u++){
//System.out.println();
//for(int v=0;v<totbuses;v++){
//System.out.println("Y["+u+"]["+v+"]="+Y[u][v]);System.out.println();}
//System.out.println();}
// Bus data to be given by the user as the input.
////////////////////////////////////////////////
// Note:- Bus Types - Symbol
// Slack Bus - 1
// Generator Bus - 2
// Load Bus - 3
////////////////////////////////////////////////
int e=bus.length;
double [] busno=new double[e];
double [] bustyp=new double[e];
double [] GENMW=new double[e];
double [] GENMVAR=new double[e];
double [] LoadMW=new double[e];
double [] LoadMVAR=new double[e];
double [] V=new double[e];
double [] del=new double[e];
double [] dell=new double[e];
double [] Qmin=new double[e];
```

```
double [] Qmax=new double[e];
double [] P=new double[e];
double [] Q=new double[e];
double dpm = 0;
cox temp12=new cox(0,0);
cox temp13=new cox(0,0);
cox [] Vorig=new cox[e];
cox [] Vnew=new cox[e];
cox [] temp1=new cox[e];
cox [] Vidx_new=new cox[e];
cox [] Vidx_new_acc=new cox[e];
cox [] SMVA=new cox[e];
cox [] temp=new cox[e];
cox [] V_temp=new cox[e];
cox [] dv=new cox[e];

for(int v=0;v<e;v++) {
busno[v]=0;
bustyp[v]=0;
GENMW[v]=0;
GENMVAR[v]=0;
LoadMW[v]=0;
LoadMVAR[v]=0;
V[v]=0;
del[v]=0;
dell[v]=0;
Qmin[v]=0;
Qmax[v]=0;
P[v]=0;
Q[v]=0;
Vorig[v]=new cox(0,0);
Vnew[v]=new cox(0,0);
Vidx_new[v]=new cox(0,0);
Vidx_new_acc[v]=new cox(0,0);
SMVA[v]=new cox(0,0);
V_temp[v]=new cox(0,0);
temp[v]=new cox(0,0);
dv[v]=new cox(0,0);}
//Compute reactive power 'Q' for the voltage controlled buses.
for(int v=0;v<e;v++) { // Bus Number
busno[v]=bus[v][0];
bustyp[v]=bus[v][1];
GENMW[v]=bus[v][2];
GENMVAR[v]=bus[v][3];
LoadMW[v]=bus[v][4];
LoadMVAR[v]=bus[v][5];
V[v]=bus[v][6];dell[v]=bus[v][7];
del[v]=Math.toRadians(dell[v]);
```

```
Qmin[v]=bus[v][8];
Qmax[v]=bus[v][9];
P[v]=(GENMW[v] - LoadMW[v])/MVAbase;
Q[v]=(GENMVAR[v] - LoadMVAR[v])/MVAbase;
SMVA[v]=new cox(P[v],Q[v]);
Vorig[v]=new cox(V[v]*Math.cos(del[v]),V[v]*Math.sin(del[v]));
Vnew[v]=Vorig[v];
}
// Start the iterations.
// The iteration will continue until the difference between two
//consecutive % voltage values becomes less than 0.00001.
//int tot_buses = busno.length;
int iter = 1;
cox [][] yy=new cox[1][1];
yy[0][0]=new cox(0,0);
while(dpm< 0.0002)
{
for (int idx=0;idx<e;idx++)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp1[v]=new cox(0,0);
temp13=new cox(0,0);
// Computing new voltages for all the load buses.
if (bustyp[idx]== 3)
{
for (int n=0;n<e;n++){
if (n!= idx)
temp1[n] =(temp1[n]).plus((Y[idx][n]).times(Vnew[n]));
temp13=(temp13).plus(temp1[n]);}
Vidx_new[idx]=
(((SMVA[idx].conjugate()).divides(Vnew[idx])).minus(temp13)).divides(Y[idx][idx]);
//System.out.println();
//System.out.println("Vidx_new["+idx+"]= "+Vidx_new[idx]);
//System.out.println();
Vidx_new_acc[idx]= (Vnew[idx].times(1-alpha)).plus(Vidx_new[idx].times(alpha));
Vnew[idx]=Vidx_new_acc[idx];
}
// Computing Q values for all the voltage controlled buses.
for (int j=0;j<e;j++)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp[v]=new cox(0,0);
if (bustyp[j]== 2)
{
for (int k=0;k<e;k++)
temp[k]=temp[k].plus((Vnew[j]).times((Y[j][k]).times(Vnew[k])));
Q[j] = -temp[j].im;
if (Q[j]< Qmin[j])
Q[j]=Qmin[j];
```

```
if (Q[j] > Qmax[j])
Q[j] = Qmax[j];
}
}
// Computing new voltages for the voltage controlled buses.
if (bustyp[idx]== 2)
{
for(int v=0;v<e;v++)
temp1[v]=new cox(0,0);
temp12=new cox(0,0);
for (int n=0;n<e;n++)
{if (n!= idx)
temp1[n] =(temp1[n]).plus((Y[idx][n]).times(Vnew[n]));
temp12=(temp12).plus(temp1[n]);
}
Vidx_new[idx]=
(((SMVA[idx].conjugate()).divides(Vnew[idx])).minus(temp12)).divides(Y[idx][idx]);
V_temp[idx] = ((Vidx_new[idx]).times(Vnew[idx])).times(1/Vidx_new[idx].abs());
Vnew[idx]= V_temp[idx];
}
}
for(int f=0;f<e;f++)
dv[f]=(Vorig[f]).minus(Vnew[f]);
for(int f=0;f<e;f++)
{
if(dpm<dv[f].abs())
dpm=dv[f].abs();
}
if (dpm > 0.00001)
for(int f=0;f<e;f++)
Vorig[f]=Vnew[f];
iter = iter + 1;
}
return Vnew;}
```

كود البرمجة الخاص بالعميل الرئيسي(المنسق):

```
package Cordinator;
import java.util.*;
import GEN.G;
import Loads.Lo;
import GausSidel.Gaus2;
import java.lang.Math;
import Comp.cox;
import jade.core.Agent;

public class Base extends Agent{
public static void main(String[] args) {
```

```
// Line data to be given by the user as the input.
// R - Resistance
// X - Reactance
// G - Conductance
// B - Susceptance
// Y/2 - Shunt admittance
// |From|To | R | X | G | B | Y/2 |
// |Bus |Bus| pu | pu | pu | pu | pu |
double[][] Lines = {{1, 4, 0.39 , 0.92 , 0.56 ,-1.32 , 0.00000},
{1, 9, 0.49 , 1.15 , 0.45 ,-1.06 , 0.00000},
{1, 2, 0.58 , 1.38 , 0.37 ,-0.88 , 0.00000},
{1, 3, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{0, 4, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{0, 12, 0.58 , 1.38 , 0.37 ,-0.88 , 0.00000},
{0, 5, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{0, 10, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{5, 2, 0.24 , 0.58 , 0.89 ,-2.12 , 0.00000},
{5, 6, 0.13 , 0.43 , 0.75 ,-2.55 , 0.00000},
{5, 7, 0.14 , 0.48 , 0.68 ,-2.29 , 0.00000},
{5, 3, 0.07 , 0.25 , 1.32 ,-4.47 , 0.00000},
{11, 18, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{11, 10, 0.44 , 1.04 , 0.50 ,-1.18 , 0.00000},
{11, 7, 0.24 , 0.58 , 0.89 ,-2.12 , 0.00000},
{11, 15, 0.09 , 0.31 , 1.05 ,-3.58 , 0.00000},
{7, 6, 0.09 , 0.31 , 1.05 ,-3.58 , 0.00000},
{7, 8, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.64 , 0.00000},
{21, 13, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{21, 17, 0.12 , 0.28 , 1.81 ,-4.30 , 0.00000},
{21, 16, 0.10 , 0.23 , 2.23 ,-5.29 , 0.00000},
{21, 20, 0.29 , 0.69 , 0.74 ,-1.76 , 0.00000},
{19, 18, 0.13 , 0.30 , 1.72 ,-4.07 , 0.00000},
{19, 17, 0.22 , 0.53 , 0.97 ,-2.30 , 0.00000},
{19, 20, 0.49 , 1.15 , 0.45 ,-1.06 , 0.00000},
{12, 13, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.46 , 0.00000},
{12, 9, 0.19 , 0.46 , 1.12 ,-2.46 , 0.00000},
{14, 16, 0.21 , 0.51 , 1.01 ,-2.40 , 0.00000},
{14, 18, 0.15 , 0.35 , 1.49 ,-3.53 , 0.00000}};
int aa=Lines.length;
int [] inbuses=new int[aa];
for(int v=0;v<aa;v++)
inbuses[v]=0;
int [] finbuses=new int[aa];
for(int v=0;v<aa;v++)
finbuses[v]=0;
for(int v=0;v<aa;v++) // From bus number
inbuses[v]=(int)Lines[v][0];
for(int v=0;v<aa;v++) // To bus number
```

```
finbuses[v]=(int)Lines[v][1];
int maxaa = inbuses[0];
for (int v = 1; v < inbuses.length; v++)
maxaa = Math.max(maxaa, inbuses[v]);

int maxbb = finbuses[0];
for (int v = 1; v < finbuses.length; v++)
maxbb = Math.max(maxbb, finbuses[v]);

int totbuses = Math.max(maxaa,maxbb);
int totb =totbuses+1;// total no. of buses
System.out.print("bus number="+totb);
System.out.println();
Scanner read=new Scanner(System.in);
Lo L0=new Lo();
L0.setPl(49.3);
L0.setLdecrease(0.02);
L0.setBestprice(1);
Lo L1=new Lo();
L1.setPl(42.5);
L1.setLdecrease(0.02);
L1.setBestprice(3);
Lo L2=new Lo();
L2.setPl(16.4);
L2.setLdecrease(0.02);
L2.setBestprice(2);
Lo L3=new Lo();
L3.setPl(6);
L3.setLdecrease(0.02);
L3.setBestprice(3);
Lo L4=new Lo();
L4.setPl(7.8);
L4.setLdecrease(0.02);
L4.setBestprice(2);
Lo L5=new Lo();
L5.setPl(4);
L5.setLdecrease(0.02);
L5.setBestprice(3);
Lo L6=new Lo();
L6.setPl(0.25);
L6.setLdecrease(0.02);
L6.setBestprice(2);
Lo L7=new Lo();
L7.setPl(14.5);
L7.setLdecrease(0.02);
L7.setBestprice(3);
Lo L8=new Lo();
L8.setPl(49.46);
```

```
L8.setLdecrease(0.02);
L8.setBestprice(2);
Lo L9=new Lo();
L9.setPl(5.2);
L9.setLdecrease(0.02);
L9.setBestprice(3);
Lo L10=new Lo();
L10.setPl(5.47);
L10.setLdecrease(0.02);
L10.setBestprice(2);
Lo L11=new Lo();
L11.setPl(20.2);
L11.setLdecrease(0.02);
L11.setBestprice(3);
Lo L12=new Lo();
L12.setPl(22);
L12.setLdecrease(0.02);
L12.setBestprice(2);
Lo L13=new Lo();
L13.setPl(29.46);
L13.setLdecrease(0.02);
L13.setBestprice(3);
Lo L14=new Lo();
L14.setPl(6.65);
L14.setLdecrease(0.02);
L14.setBestprice(2);
Lo L15=new Lo();
L15.setPl(22.5);
L15.setLdecrease(0.02);
L15.setBestprice(3);
Lo L16=new Lo();
L16.setPl(9.57);
L16.setLdecrease(0.02);
L16.setBestprice(2);
Lo L17=new Lo();
L17.setPl(0.03);
L17.setLdecrease(0.02);
L17.setBestprice(3);
Lo L18=new Lo();
L18.setPl(12);
L18.setLdecrease(0.02);
L18.setBestprice(2);
Lo L19=new Lo();
L19.setPl(34.7);
L19.setLdecrease(0.02);
L19.setBestprice(3);
Lo L20=new Lo();
L20.setPl(29.5);
```

```
L20.setLdecrease(0.02);
L20.setBestprice(2);
Lo L21=new Lo();
L21.setPl(66.7);
L21.setLdecrease(0.02);
L21.setBestprice(1);
G Ge0=new G();
Ge0.setPg(89.1);
Ge0.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(2);
G Ge1=new G();
Ge1.setPg(113.088);
Ge1.setGIncrease(0);
Ge0.setPriceG(3);
G Ge2=new G();
Ge2.setPg(0);
Ge2.setGIncrease(0);
Ge2.setPriceG(0);
G Ge3=new G();
Ge3.setPg(0);
Ge3.setGIncrease(0);
Ge3.setPriceG(0);
G Ge4=new G();
Ge4.setPg(0);
Ge4.setGIncrease(0);
Ge4.setPriceG(0);
G Ge5=new G();
Ge5.setPg(0);
Ge5.setGIncrease(0);
Ge5.setPriceG(0);
G Ge6=new G();
Ge6.setPg(G.calcPpv(550,0.964,1,0.958,40000)+G.calcPW(50,12,2));
Ge6.setGIncrease(0);
Ge6.setPriceG(3);
G Ge7=new G();
Ge7.setPg(G.calcPpv(550,0.964,1,0.958,40000)+G.calcPW(50,12,2));
Ge7.setGIncrease(0);
Ge7.setPriceG(0);
G Ge8=new G();
Ge8.setPg(105.96);
Ge8.setGIncrease(0);
Ge8.setPriceG(3);
G Ge9=new G();
Ge9.setPg(0);
Ge9.setGIncrease(0);
Ge9.setPriceG(0);
G Ge10=new G();
Ge10.setPg(0);
```

```
Ge10.setGIncrease(0);
Ge10.setPriceG(0);
G Ge11=new G();
Ge11.setPg(0);
Ge11.setGIncrease(0);
Ge11.setPriceG(0);
G Ge12=new G();
Ge12.setPg(0);
Ge12.setGIncrease(0);
Ge12.setPriceG(0);
G Ge13=new G();
Ge13.setPg(G.calcPpv(550,0.964,1,0.958,40000)+G.calcPW(50,12,2));
Ge13.setGIncrease(0);
Ge13.setPriceG(0);
G Ge14=new G();
Ge14.setPg(0);
Ge14.setGIncrease(0);
Ge14.setPriceG(0);
G Ge15=new G();
Ge15.setPg(0);
Ge15.setGIncrease(0);
Ge15.setPriceG(2);
G Ge16=new G();
Ge16.setPg(0);
Ge16.setGIncrease(0);
Ge16.setPriceG(0);
G Ge17=new G();
Ge17.setPg(0);
Ge17.setGIncrease(0);
Ge17.setPriceG(0);
G Ge18=new G();
Ge18.setPg(0);
Ge18.setGIncrease(0);
Ge18.setPriceG(0);
G Ge19=new G();
Ge19.setPg(125);
Ge19.setGIncrease(0);
Ge19.setPriceG(3);
G Ge20=new G();
Ge20.setPg(0);
Ge20.setGIncrease(0);
Ge20.setPriceG(0);
G Ge21=new G();
Ge21.setPg(134.3);
Ge21.setGIncrease(0);
Ge21.setPriceG(3);
// Bus data to be given by the user as the input.
////////////////////////////////////////////////
```

```
//Note:- Bus Types - Symbol
// Slack Bus - 1
//Generator Bus - 2
// Load Bus - 3
////////////////////////////////////////////
// | Generation | Load |
//|Bus|Type|P(MW) |Q(MVAR) |P(MW) | Q(MVAR) | V,pu |delta|Qmin|Qmax|
double[][] buses ={{ 0 , 1 , Ge0.getPg() , 59.14 ,L0.Pl , 000000 , 1.02, 0.0, 0.1,
0.2},
{ 1 , 2 , Ge1.getPg() , 84.82 ,L1.Pl , 20.543 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 2 , 3 , Ge2.getPg() , 0 ,L2.Pl , 10.238 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 3 , 3 , Ge3.getPg() , 0 ,L3.Pl , 3.6000 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 4 , 3 , Ge4.getPg() , 0 ,L4.Pl , 5.1210 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 5 , 3 , Ge5.getPg() , 0 ,L5.Pl , 6.6270 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 6 , 2 , Ge6.getPg() , 0 ,L6.Pl , 21.031 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 7 , 2 , Ge7.getPg() , 0 ,L7.Pl , 16.183 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 8 , 3 , Ge8.getPg() , 68.112 ,L8.Pl , 20.380 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 9 , 3 , Ge9.getPg() , 0 ,L9.Pl , 3.9400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{10 , 3 , Ge10.getPg(), 0 ,L10.Pl , 9.8700 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{11 , 3 , Ge11.getPg(), 0 ,L11.Pl , 11.400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{12 , 3 , Ge12.getPg(), 0 ,L12.Pl , 8.3780 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{13 , 2 , Ge13.getPg(), 0 ,L13.Pl , 16.960 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{14 , 3 , Ge14.getPg(), 0 ,L14.Pl , 5.4580 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{15 , 3 , Ge15.getPg(), 0 ,L15.Pl , 10.170 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{16 , 3 , Ge16.getPg(), 0 ,L16.Pl , 3.3800 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{17 , 3 , Ge17.getPg(), 0 ,L17.Pl , 13.014 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{18 , 3 , Ge18.getPg(), 0 ,L18.Pl , 13.790 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{19 , 2 , Ge19.getPg(), 81.57 ,L19.Pl , 24.750 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{20 , 3 , Ge20.getPg(), 0 ,L20.Pl , 12.021 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{21 , 2 , Ge21.getPg(), 74.45 ,L21.Pl , 000000 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2}};
int b=buses.length;
cox [] Vfinal=new cox[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Vfinal[v]=new cox(0,0);
G[] Gen=new G[b];
Lo[] Ll=new Lo[b];
for(int x=0;x<b;x++)
Gen[x] = new G();
for(int x=0;x<b;x++)
Ll[x] = new Lo();
double [] deltaP=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
deltaP[v]=0;
double [] Pg=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pg[v]=0;
double [] Pgnew=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pgnew[v]=0;
```

```
double [] Pl=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pl[v]=0;
double [] Plnew=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Plnew[v]=0;
double [] Pricep=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Pricep[v]=0;
double [] GIncrease=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
GIncrease[v]=0;
double [] Ldecrease=new double[b];
for(int v=0;v<b;v++)
Ldecrease[v]=0;
for(int v=0;v<b;v++)
{
Vfinal[v]=Gaus2.calcV(Lines,buses)[v];
System.out.println();
System.out.println("Vfinal for bus: "+v+" = "+Vfinal[v]);
}
for(int x=0;x<b;x++)
{
Pg[x]=buses[x][2]/100;
System.out.println();
System.out.println("Pg on bus: "+x+" = "+Pg[x]);
}
for(int x=0;x<b;x++)
{
Pl[x]=buses[x][4]/100;
System.out.println();
System.out.println("Pl on bus: "+x+" = "+Pl[x]);
}
for(int v=0;v<b;v++)
{
deltaP[v]=Gaus2.calcP(Lines,buses)[v];
System.out.println();
System.out.println("delta P for bus: "+v+" = "+deltaP[v]);
}
for(int k=0;k<b;k++)
{
if(Pg[k]>0)
{
if(deltaP[k]>0)
{
//Gen[k].setGSpare(deltaP[k]);
System.out.println("Gen: "+k+" has spare= "+Pg[k]*0.02);
Pricep[k]=Ge(k).getPriceG();
```

```
System.out.println("Price for sealling P for Gen: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
GIncrease[k]=Ge(k).getGIncrease();
System.out.println("P for Gen: "+k+" can increas by rate : "+GIncrease[k]);
if(GIncrease[k]>0)
{
Pgnew[k]=Pg[k]*(1+GIncrease[k]);
deltaP[k]=Pgnew[k]-Pl[k];
System.out.println("Pg for bus: "+k+"becom = "+Pgnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("Gen: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=Ge(k).getPriceG();
System.out.println("Price for sealling P for Gen: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
System.out.println("Gen: "+k+" has no spare");
Ldecrease[k]=L(k).getLdecrease();
System.out.println("P for Load: "+k+" can decreased by rate : "+Ldecrease[k]);
if(Ldecrease[k]>0)
{
Plnew[k]=(1-Ldecrease[k])*Pl[k];
deltaP[k]=Pg[k]-Plnew[k];
System.out.println("Pl for bus: "+k+"becom = "+Plnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+Pl[k]*Ldecrease[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
}
else
{ Plnew[k]=Pl[k];
System.out.println("bus: "+k+" has no spare");
}
}
}
else
{ Pgnew[k]=Pg[k];
```

```
System.out.println("Gen: "+k+" has no spare");
}
}}
else{
Ldecrease[k]=L(k).getLdecrease();
System.out.println("P for Load: "+k+" can decreased by rate : "+Ldecrease[k]);
if(Ldecrease[k]>0)
{
Plnew[k]=(1-Ldecrease[k])*Pl[k];
deltaP[k]=Pg[k]-Plnew[k];
System.out.println("Pl for bus: "+k+"becom = "+Plnew[k]);
if(deltaP[k]>0)
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+deltaP[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
else
{
System.out.println("bus: "+k+" has spare= "+Pl[k]*Ldecrease[k]);
Pricep[k]=L(k).getBestprice();
System.out.println("Price for sealling P from bus: "+k+" MW/$= "+Pricep[k]);
}
}
else
{ Plnew[k]=Pl[k];
System.out.println("bus: "+k+" has no spare");
}
}
}
// Bus data to be given by the user as the input.
/////////////////////////////////////////////////
//Note:- Bus Types - Symbol
// Slack Bus - 1
//Generator Bus - 2
// Load Bus - 3
/////////////////////////////////////////////////
// | Generation | Load |
//|Bus|Type| P(MW) |Q(MVAR) |P(MW) | Q(MVAR) | V,pu |delta|Qmin|Qmax|
double[][] busesnew = {{ 0, 1 , Pgnew[0], 59.14 , Plnew[0], 000000 , 1.02, 0.0,
0.1, 0.2},
{ 1, 2 , Pgnew[1], 84.82 , Plnew[1], 20.543 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{ 2, 3 , Pgnew[2], 0 , Plnew[2], 10.238 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 3, 3 , Pgnew[3], 0 , Plnew[3], 3.6000 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 4, 3 , Pgnew[4], 0 , Plnew[4], 5.1210 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 5, 3 , Pgnew[5], 0 , Plnew[5], 6.6270 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 6, 3 , Pgnew[6], 0 , Plnew[6], 21.031 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 7, 3 , Pgnew[7], 0 , Plnew[7], 16.183 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{ 8, 2 , Pgnew[8], 68.112 , Plnew[8], 20.380 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
```

```
{ 9, 3 , Pgnew[9], 0 , Plnew[9], 3.9400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{10, 3 , Pgnew[10], 0 , Plnew[10], 9.8700 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{11, 3 , Pgnew[11], 0 , Plnew[11], 11.400 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{12, 3 , Pgnew[12], 0 , Plnew[12], 8.3780 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{13, 3 , Pgnew[13], 0 , Plnew[13], 16.960 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{14, 3 , Pgnew[14], 0 , Plnew[14], 5.4580 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{15, 3 , Pgnew[15], 0 , Plnew[15], 10.170 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{16, 3 , Pgnew[16], 0 , Plnew[16], 3.3800 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{17, 3 , Pgnew[17], 0 , Plnew[17], 13.014 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{18, 3 , Pgnew[18], 0 , Plnew[18], 13.790 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{19, 2 , Pgnew[19], 81.57 , Plnew[19], 24.750 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2},
{20, 3 , Pgnew[20], 0 , Plnew[20], 12.021 , 1.00, 0.0, 0, 0.0},
{21, 2 , Pgnew[21], 74.45 , Plnew[21], 000000 , 1.02, 0.0, 0.1, 0.2}};
for(int v=0;v<b;v++)
{
Vfinal[v]=Gaus2.calcV(Lines,busesnew)[v];
System.out.println();
System.out.println("Vfinal for bus: "+v+" = "+Vfinal[v]);
}
}
private static Lo L(int k) {
// TODO Auto-generated method stub
return null;
}
private static G Ge(int k) {
// TODO Auto-generated method stub
return null;
}}
```

قائمة المراجع

[1] الزين، عبير ،2022–2023، *تطبيق نظرية الوكلاء المتعددين على التأهيل الذاتي لنظام الحماية للشبكات الذكية*، جامعة دمشق، 189

[2] حمزة، د علي،2010–2011، *تكامل التوليد الموزع*، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ، جامعة دمشق ، 512.

[3] ورقوزق، د هاشم،2010–2011، *طاقة الرياح (2)*، كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية ، جامعة دمشق ، 318.

[4] Ruchi Gupta, Deependra Kumar Jha, Vinod Kumar Yadav, Sanjeev Kumar, july 2013*, A Multi-Agent Framework for Operation of a Smart Grid,* Energy and Power Engineering*,7.*

[5] Fenghui Ren, Minjie Zhang and Danny Sutanto, 2011*, A Multi-Agent Solution to Distribution System Management by Considering Distributed Generators,* IEEE,10.

[6] Doha El Hafiane,Abdelmounime El Magri,Houssam Eddine Chakir,and Rachid Lajouad,2024*,A multi-agent system approach for real-time energy management and control in hybrid low-voltage microgrids,*sciencedirect,14.

[7] Silviu Marian Antohi, Maricel Adam,Alin Dragomir, Mihai Andrusca, Marian Atanasoaei, Alexandru Miron, Anamaria Iamandi, 2021, *About Communication Networks Used within Electrical Equipment,* ResearchGate, 7.

[8] Dr. Mevludin Glavic, May-2006*, Agents and Multi-Agent Systems: A Short Introduction for Power Engineers,* University of Liege, Electrical Engineering and Computer Science Department,21.

[9] Hak-Man Kim, Yujin Lim , and Tetsuo Kinoshita,2012*,An Intelligent Multiagent System for Autonomous Microgrid Operation*, energies jornal, www.mdpi.com/journal/energies

[10] Michael Wooldridge,2002,*An Introduction to Multiagent Systems,* Department of Computer Science, University of Liverpool, UK*,365.*

[11] Fatima Zahra Harmouch, Ahmed F. Ebrahim, Mohammad Mahmoudian Esfahani, Nissrine Krami, Nabil Hmina and Osama A. Mohammed, 25 june 2019*, An Optimal Energy Management System for Real-Time Operation of Multiagent-Based Microgrids Using a T-Cell Algorithm,* energies jornal, www.mdpi.com/journal/energies*,23.*

[12] Ghezlane Halhoul Merabet, Mohammed Essaaidi,Hanaa Talei, Mohamed Riduan Abid,2014*, Applications of Multi-Agent Systems in Smart Grids: A Survey,* IEEE,7.

[13] Om Prakash Mahela, Mahdi Khosravy, Neeraj Gupta, Baseem Khan, Hassan Haes Alhelou, Rajendra Mahla, Nilesh Patel, and Pierluigi Siano, 2022*, Comprehensive Overview of Multi-agent Systems for Controlling Smart Grids,* CSEE JOURNAL OF POWER AND ENERGY SYSTEMS, 17.

[14] Yuji Ueda, Takeshi Nagata, 2011, *Consideration of Smart Grid Operations by Multi-Agent,* .sciencedirect,6.

[15] X. Fan, D. Wang, S. Aksoy, A. Tbaileh, Q. Huang, T. Fu, J. Ogle, 2019, *Coordination of Transmission, Distribution and Communication Systems for Prompt Power System Recovery after Disasters,* Pacifc Northwest National Laboratory,48

[16] Yashika Vahi, and Ashrey Ignise, 2024, *DESIGNING A MULTI-AGENT SYSTEM FOR SMART GRID MANAGEMENT,* MAS Department, ArtusAI Workspaces,7.

[17] Fabio Bellifemine, Giovanni Caire, Dominic Greenwood,2004*, Developing Multi-Agent Systems with JADE,* John Wiley & Sons Ltd, , The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England, 303.

[18] Il-Yop Chung, Cheol-HeeYoo, Sang-Jin Oh,2013,*Distributed Intelligent Microgrid Control Using Mul-ti-Agent Systems,*School of Electrical Engineering, Kookmin University,6.

[19] P. Venkatesh,. V. Manikandan, S. Charles Raja, A. Srinivasan, 2012*, Electrical Power Systems: Analysis, Security and Deregulation*, PHI Learning, 516.

[20] Frank Ibarra Hernández, Carlos Alberto Canesin Ramon Zamora, Fransiska Martina, Anurag K Srivastava,IEEE 2013*, Energy Management and Control for Islanded Microgrid Using Multi-Agents*, São Paulo State University – UNESP – FE/IS Ilha Solteira - SP, Brazil, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England, 35.

[21] Raed Alcharea, Waseem Saeed, April.2021, *Evaluating Grid Connected Photovoltaic System Performance And Estimating The Produced Electric Power,* ResearchGate, 4.

[22] MOHAMMED ALKHATIM OSMAN,October 2017,*IMPLEMENTATION OF AGENT-BASED PROGRAMMING IN THE OPTIMAZIATION OF MICRO GRID ELECTRICITY STORAGE,*University of Khartoum,67

[23] Leo Raju, Immanuel Rajkumar, Kaviya Appaswamy, , 2016*, Integrated Energy Management of Micro-Grid using Multi Agent System, SSN College of Engineering, Sathyabama University, 8.*

[24] Joyer Benedict Lobo, Ameya Chandrayan, Peter Idowu*,2003, Laboratory Scale Microgrid Test-Bed Hardware Implementation,PHOEIX COTACT,25*

[25] Ashok Kumar Rajput, 2023, *Manual on Transmission Planning Criteria,* CENTRAL ELECTRICITY AUTHORITY NEWDELHI,80.

[26] Ing. Petr Kadera, 2015, *Methods for Development of Industrial Multi-Agent Systems*,Czech Technical University in Prague Faculty of Electrical Engineering*,150.*

[27] Le Chen, August 2014*, MULTI- AGENT SYSTEM-BASED SIMULATION OF A LABORATORY-SCALE MICROGRID,* The Pennsylvania State University,The Graduate School,The School of Science, Engineering and Technology, 55.

[28] THILLAINATHAN LOGENTHIRAN,2012*,MULTI-AGENT SYSTEM FOR CONTROL AND MANAGEMENT OF DISTRIBUTED POWER SYSTEMS,* UNIVERSITY OF PERADENIYA, SRI LANKA,93.

[29] Jing Xie & Chen-Ching Liu, 2017*, Multi-agent systems and their applications,* Journal of International Council on Electrical Engineering,11.

[30] Princy Khamesra, Jitendra Kasera, Rahul Mehta, 2014, *MULTIAGENT SYSTEMS BASED INTELLIGENT CONTROL OF MICROGRID*,Pacific University,7.

[31] Stephen D. J. McArthur, Senior Member, IEEE, Euan M. Davidson, Member, IEEE,Victoria M. Catterson, Member, IEEE, Aris L. Dimeas, Student Member, IEEE,Nikos D. Hatziargyriou, Senior Member, IEEE, Ferdinanda Ponci, Member, IEEE, and Toshihisa Funabashi, Senior Member, IEEE, NOVEMBER 2007*, Multi-Agent Systems for Power Engineering Applications—Part I: Concepts, Approaches, and Technical Challenges,* IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS,10.

[32] S. D. J. McArthur, E. M. Davidson, V. M. Catterson, A. L. Dimeas, N. D. Hatziargyriou, F. Ponci, T. Funabashi, NOVEMBER 2007, *Multi-Agent Systems for Power Engineering Applications—Part 2: Technologies, Standards, and Tools for Building Multi-Agent Systems*, IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS,9.

[33] M. Pipattanasomporn, Member, IEEE, H. Feroze, Student, IEEE, and S. Rahman, Fellow, IEEE,2009,*Multi-Agent Systems in a Distributed Smart Grid: Design and Implementation,* IEEE Power Systems Conference and Exposition,8.

[34] John J. Grainger, WUliam D. Stevenson, Jr. A1994*, POWER SYSTEM ANALYSIS,* McGraw-Hill Series in Electrical and Computer Engineering , 815.

[35] FELIX F. WU, FELLOW, IEEE, KHOSROW MOSLEHI, MEMBER, IEEE, AND ANJAN BOSE, FELLOW, IEEE,2005,*Power System Control Centers: Past, Present, and Future,*IEEE,19.

[36] Abhilash Kantamnenia, Laura E. Browna, Gordon Parkerb, Wayne W. Weaverc,2015*,Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak using Jason,*Michigan Technological University,294.

[37] Abhilash Kantamnenia,, Laura E. Browna, Gordon Parkerb, Wayne W. Weaverc, July 17, 2015, *Survey of Multi-Agent Systems for Microgrid Control,* Preprint submitted to Engineering Applications of Artificial Intelligence,25.

[38] Vezir Rexhepi, 2023, *The dispatch center's role in the power grid operation and control,* ELEKTROTEHNIŠKI VESTNIK-REVIEW SCIENTIFIC PAPER,9.

[39] *Kimo Fujta, Takao Sakuma, 1999, THE FEASIBILIT STUDY ON THE REHABILITIN PROJECT OF DAMASCUS AND DAMASCUS RURAL DISTRIBUTION NETWORK IN SRIAN ARAB REPUBLIC (FINAL REPORT), JAPAN INTERNATONAL COOPERATION AGENCY, 81.*

Abstract

The mechanism of operation of the multi-agent system is somewhat similar to the mechanism of operation of electrical networks, as electrical networks consist of several elements, each of which has a specific task to perform in order to deliver electrical energy to the consumer. Likewise, the multi-agent system consists of several agents, each of which has a specific goal or function to perform, and communicates with other agents to achieve the goal or goals assigned to it if necessary.

Therefore, in this research, we will benefit from some of the characteristics of the multi-agent system to apply them in electrical networks in the field of coordination, which is considered one of the most important fields in electrical networks. Given the ability of the multi-agent system to communicate between agents to complete tasks quickly and accurately, this feature is very important in the field of coordination in electrical networks, since coordination, communication and decision-making in traditional ways take time and effort and require expert operators to perform the required tasks.

At the beginning of this research, we will explain in detail the features and characteristics of the multi-agent system, then we will test the multi-agent system on a typical experimental electrical network to perform coordination tasks through an algorithm whose mission is for a main agent (coordinator) BASE to communicate between the generator agent G and the load agent L to collect information about the experimental electrical network, then the main agent sends this information to the load flow agent GAUSE to calculate the load flow and the final voltage values of the nodes and resend them to the main agent whose main mission is to secure surplus capacity either by increasing generation or by reducing some loads if possible, then it offers the surplus capacity for sale through the yellow pages agent DF. After testing this algorithm on a typical network, we will test it on a part of the Syrian electrical network at a voltage of 66 KV and with distributed generation.

Keywords: Multi-agents system, MAS, FIPA, JAVA programming language, JADE platform, Dispatching Centers, Distributed Generation, Eclips

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty of Mechanical and Electrical Engineering

Department of Electrical Power Engineering

PhD thesis in Electrical Power Systems Engineering for graduate student

Eng. Nabil Wassfy Fallouh

entitled

Development of Dispatching Centers in Syrian Power System by means of Multi Agent System with Distributed Generation

Supervised by

Professor Eng. Ghaith H.Warkozek

Scientific Supervisor

2024-2025