IRAQI Academic Scientific Journals
Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ) Vol.26, No.2, October 2021, pp.150-157

طريقة جديدة لإدارة ملف الطاقة الكهربائية في العراق: محطة طاقة افتراضية(VPP)

احمد علي خلف
electrical.ahmad2013i@gmail.com

عمر شرف الدين يحيى
o.yehya@uomosul.edu.iq

جامعة الموصل - كلية الهندسة - قسم الهندسة الكهربائية

تاريخ الاستلام: 2/5/2021 تاريخ القبول: 14/7/2021

الملخص

في الوقت الحاضر، أصبح تكامل الموارد المتجددة للطاقة الكهربائية مشكلة كبيرة بالاضافة الى ان هذه الموارد لاتستطيع المشاركة في أسواق الكهرباء بسبب صغر حجمها. بالاضافة الى التقلبات التي تحصل في الشبكة الكهربائية من تغيير في التردد والزيادة في الحمل عند ساعات الذروة وغيرها مما يهدد خروج بعض الخطوط عن العمل. لذا اصبح من الواجب التفكير في اسلوب جديد يعمل على معالجة الحالات التي ورد ذكرها انفا ويمكن لمفهوم محطة الطاقة الافتراضية (Virtual power Plant VPP)تمكين مشاركة وحدات التوليد الصغيرة في الشبكة الكهربائية لمعالجة هذه المشاكل. حيث يوفر (VPP) أيضًا خدمات إضافية مثل دعم التردد ودعم القدرة التفاعلية. في هذه الورقة تم طرح مفهوم VPP وكذلك تم شرح مكوناتها وخوارزمية إدارة الطاقة لـ .VPP. ثم تم عرض نموذج VPP صغير يتكون من ثلاث منازل ذات حمل حقيقي باستخدام MATLAB-SIMULINK . تم تمثيل احد المنازل على اعتبارة مصدر للطاقة لوجود منظومة طاقة شمسية لتوليد الطاقة الكهربائية في هذا المنزل . تبين من الدراسة انه عند استخدام VPP فان المشاركة التي تبديها هذه المنظومة هي ذات نفع اقتصادي وكذلك ذات دعم للشبكة الكهربائية وفق النتائج التي تم الحصول عليها.

الكلمات الداله :

محطة الطاقة الافتراضية (VPP) ، الشبكة الصغيرة ، المقياس الذكي ، موارد الطاقة ؛ نظام تخزين الطاقة.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
https://rengj.mosuljournals.com

==========

1. المقدمة

تعد أنظمة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من أكثر أشكال توليد الكهرباء انتشارًا استنادًا إلى موارد الطاقة المتجددة [1]–[3]. ان الاهتمام المتزايد بمصادر الطاقة المتجددة بان يكون بالقرب من المستهلك. سيحدث هذا السيناريو تغييرات كبيرة في صناعة الطاقة في المستقبل القريب ، حيث سيتم الحصول على جزء كبير من الطاقة من هذه المصادر القريبة والتي تسمى Distribution Generator (DG) [4]. تم استخدام خوارزمية EMS VPP على العمل في أوضاع مختلفة ، حيث تم تصميم نموذج VPP مكون من مصدرين وحملين يمكن التحكم فيهما، ومتصلين بنظام توزيع شعاعي. [4]. اقترح [5] محطات الطاقة الافتراضية VPP باعتبارها أكثر الوسائل فعالية لتوزيع الطاقة للمدن الذكية. حيث بين الباحث الابتكار التكنولوجي الحديث والنموذج في قطاع الطاقة المعروف باسم VPPs التي تؤدي مهمة إدارة دمج مصادر الطاقة المتجددة بمرونة من خلال التخزين والتوزيع الفعال بنسب متغيرة عند الحاجة. بالإضافة إلى تحديد التحديات ، كما بين استكشاف ونمذجة الاحتمالات اللانهائية لتزويد المدن الذكية بالطاقة باستخدام تقنية VPPوإجمالي فرص الحفاظ على النظام البيئي والحفاظ على الطاقة التي توفرها، سيؤدي ذلك إلى تقليل الضغط على الشبكة الكهربائية لمعظم الاقتصادات وفي نفس الوقت يدعم مكافحة التدهور البيئي وتغير المناخ. تعد VPPs خطوة في الاتجاه الصحيح نحو استقلالية الطاقة واقتصاد الطاقة المتجددة الجديد.تم تقديم نموذج تحسين يعتمد على تقنية برمجة الأعداد الصحيحة المختلطة لإدارة مجموعات وحدات التوليد الموزعة التي تتكون من نظام إمداد طاقة وتدفئة محلي مع CHP وأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية ووحدات توليد الطاقة الحرارية. تضمن الخوارزمية المقترحة أقصى استفادة من الطاقة الحرارية والكهربائية في شبكة نظام الطاقة تظهر النتائج أن هناك زيادة بنسبة 10٪ في الفوائد عند استخدام محطات الطاقة الافتراضية وتحسينها[6].

تستعرض هذه الدراسة منظومة VPP من حيث المكونات وأنظمة التشغيل. تتكون VPP بشكل أساسي من عدد من DGs بما في ذلك محطات الطاقة التقليدية القابلة للتوزيع ووحدات التوليد المتقطعة جنبًا إلى جنب مع الأحمال المرنة ووحدات التخزين. في هذه الدراسة ، تم وصف هذه المكونات بطريقة شاملة ، وتم الإشارة إلى بعض أهمها. بالإضافة إلى ذلك ، يتم تقديم أهم النتائج المتوقعة لنوعي VPP، التجاري (CVPP) و الفني (TVPP)بالتفصيل. علاوة على ذلك ، تم تصنيف ومناقشة الأدبيات المهمة المرتبطة بمكونات VPPو VPPالمستندة إلى الحرارة والطاقة CHP، و VPPمع الاستجابة للطلب DR، واستراتيجية مزايدة VPP، ومشاركة VPPفي أسواق الكهرباء [7].

ان الدافع المتزايد لتغلغل توليد الطاقة المتجددة هو ضرورة تقليل الاعتماد الحالي على مصادر الطاقة غير المتجددة. وللتعويض عن تذبذب القدرة ، تم تقديم منهجية تحكم مختلفة باستخدام VPP . من خلال دراسات المحاكاة التي تم إجراؤها باستخدام MATLAB / Simulink يتم التحقق من أداء VPPالمصممة . حيث تم دراسة تذبذب الطاقة الشمسية باستخدام محطة طاقة

افتراضية مركزية. وكذلك تم دراسة نظام استجابة الطلب لمحطة الطاقة الافتراضية لموازنة تقلبات الطاقة الشمسية [8].

تُظهر نتائج المحاكاة الإدارة الفعالة للشبكة المعقدة بسبب تغذية الأحمال على أساس الأولوية يمكن تعويض انقطاع التيار الكهربائي في وحدة واحدة من خلال إعطاء الأولوية الأقل لشبكة الطاقة الرئيسية. يوضح التحقيق الذي أجرته مؤسسة Frontier Economicsأن برنامج VPPيعتمد عليه لخفض فواتير الكهرباء للأسر المشاركة بحوالي 30٪ [9].

تم تصنيف الطاقة المتجددة وسعر السوق والطلب على الحمل كعوامل رئيسية لعدم اليقين ، وتم تقديم مراجعة شاملة لهذه العوامل الثلاثة. بناءً على التصنيف ، يتم تلخيص الأوصاف الرياضية التفصيلية. وبعد ذلك ، يتم تلخيص أهداف وقيود التحسين ، التي تم تبنيها لتحسين الأداء التشغيلي لـ VPP بشكل منهجي [10].

اقترح الباحث في الدراسة [11] نهجًا جديدًا حيث يقرر نظام إدارة الطاقة لمحطة الطاقة الافتراضية جدولة الطاقة المثلى ليس على أساس بعض السياسات المحددة مسبقًا ، ولكن بناءً على حل مشكلة التحسين. قرار الجدولة ديناميكي لأنه يعتمد على عوامل متغيرة ، لا يمكن التنبؤ بها بشكل كامل ، مثل توافر المصادر المتجددة ، وسعر الطاقة الكهربائية ، وطلب الأحمال التي يمكن التحكم فيها والتي لا يمكن السيطرة عليها وإمكانية تخزين أو إطلاق الطاقة المخزنة. يتم حساب الحل الأمثل وفقًا لدالة تكلفة جديدة تأخذ في الاعتبار التكاليف المباشرة فقط.

تم تقديم 9 مشاريع نموذجية لبرنامج VPP [12]، والتي يتم توزيعها بشكل أساسي في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا. بالإضافة إلى ذلك ، يجلب VPPأيضًا تحديات في تخصيص الموارد ونظام التشغيل والتحكم وتكنولوجيا الاتصالات ومعاملات الطاقة مع تطور صناعة الطاقة المتجددة ، سيزداد عدد DERsالمشتت بمرور الوقت. تتحول أنظمة الطاقة في جميع أنحاء العالم إلى التصغير واللامركزية. بصفتها وحدة ذكية واحدة قابلة للتوزيع في عمليات نظام الطاقة بالإضافة إلى وحدة قابلة للتداول المرنة في أسواق الكهرباء بالجملة ، يجب على VPP تجميع وتحسين وتنسيق ومراقبة DERsالتي تغطي التوليد الموزع ونظام تخزين الطاقة والحمل القابل للتحكم. يمكن لـ VPP الاستفادة الكاملة من موارد جانب التوليد وجانب المستخدم لتحقيق التفاعل بين شبكة الطاقة والمستخدمين .

يتكون VPPبشكل أساسي من نظام مركزي لإدارة الطاقة. يتواصل هذا النظام مع مصادر الطاقة الموزعة المختلفة (التي قد تتكون من مصادر الطاقة المتجددة). توجد مصادر الطاقة الموزعة هذه في مواقع مختلفة. تم إجراء تحليل لمحطة الطاقة الافتراضية التي تدمج مصادر الطاقة المتجددة الموزعة باستخدام MATLAB / Simulink. حيث يوضح التحليل النقدي للمحاكاة الظروف المختلفة لنقل الطاقة في بيئة متكاملة [13].

ان من واجبات VPPهي توقعات الأسعار ، وتوقعات الطلب ، وتوقعات الطقس ، وتوقعات الإنتاج ، وإلقاء الأحمال ، واتخاذ قرار ذكي ولتجميع البيانات وتحسينها. تم اختبار ومحاكاة هذا النظام الضخم باستخدام Matlab Simulink[14]. تم تصميم محطة الطاقة الافتراضية على أنها تجميع لتوليد الطاقة المتجددة وتخزين الطاقة المتصل بنظام التوزيع من خلال العاكس [15].

ان المراجعات الادبية لإدارة ملف الطاقة في أنظمة الشبكات الصغيرة باستخدام الطاقات المتجددة ، يعد من الجوانب المهمة للكثير من الباحثين بالاضافة الى تحليل مقارن لأهداف التحسين المختلفة ، والقيود ، ونهج الحلول ، وأدوات المحاكاة المطبقة على كل من الشبكات الصغيرة المترابطة والمعزولة[16].

توفر هذه الورقة [17] خوارزمية تحسين لإدارة VPP والمكون من عدد كبير من العملاء الذين لديهم أجهزة يتم التحكم فيها حراريًا. تحدد الخوارزمية ، بناءً على التحكم المباشر في الحمل DLC، جداول التحكم المثلى التي يجب أن يطبقها المجمع على الأجهزة التي يمكن التحكم فيها من VPPمن أجل تحسين تقليل الحمل خلال فترة تحكم محددة ظهر النتائج أن النموذج المطور يوفر نهجًا فعالًا لتوليد عروض خفض الأحمال لـ VPP.

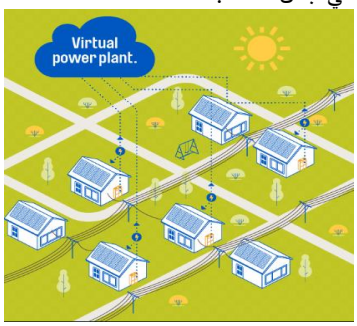
الهدف من VPP في [18] هو تقليل تكلفة التشغيل الإجمالية ، مع الأخذ في الاعتبار تكلفة فقدان الطاقة في فترة زمنية 24 ساعة. لحل المشكلة ، تم اقتراح خوارزمية الإمبريالية التنافسية (ICA)، وهي خوارزمية تحسين الكشف عن مجريات الأمور لتحديد إدارة الطاقة المثلى لـ VPP مع RESs وتخزين طاقة البطارية (BSS) والتحكم في الحمل في دراسة حالة.

في هذا البحث تم بناء انموذج حاسوبي باستخدام Matlab Simulink لمنظومة المحطة الافتراضية. حيث تم بناء مجموعتين من المنازل ذات احمال مختلفة وماخوذة من بيانات منازل حقيقية. المجوعة الاولى عبارة عن احمال فقط وتم حساب كافة الطاقة والقدرة التي يسحبها كل منزل من الشبكة الكهربائية. بينما المجموعة الثانية تم اخذ بنظر الاعتبار وجود مصدر طاقة شمسية في احد المنازل واعتباره مصدر للطاقة الافتراضية.

تم تحليل البيانات والنتائج ومقارنتها مع بيانات حقيقة للتاكد من صحة الانموذج. تم ترتيب ورقة البحث على النحو التالي: يصف القسم التالي محطة الطاقة الافتراضية والية عملها . اما القسم الثاني يستعرض التمثيل الحاسوبي للنموذج باستخدام برنامج Matlab Simulink . بينما القسم الثالث يصف نتائج التمثيل في حالة مدتها يوم واحد ولكلا الحالتين.

2. محطة الطاقة الافتراضية (VPP)

محطة الطاقة الافتراضية (VPP) وهي عبارة عن محطة طاقة موزعة على السحابة تقوم بجمع قدرات موارد الطاقة الموزعة الغير متجانسة (DER) لأغراض تعزيز توليد الطاقة ، فضلاً عن تداول أو بيع الطاقة في سوق الكهرباء. محطة الطاقة الافتراضية عبارة عن شبكة من وحدات توليد الطاقة اللامركزية والمتوسطة الحجم مثل مزارع الرياح وحدائق الطاقة الشمسية ووحدات الطاقة بالإضافة إلى مستهلكي الطاقة وأنظمة التخزين المرنة كما موضحة بالشكل (1). يتم إرسال الوحدات المترابطة من خلال غرفة التحكم المركزية لمحطة الطاقة الافتراضية ولكنها مع ذلك تظل مستقلة في تشغيلها وملكيتها. الهدف من محطة الطاقة الافتراضية هو تخفيف الحمل على الشبكة عن طريق التوزيع الذكي للطاقة التي تولدها الوحدات الفردية خلال فترات ذروة الحمل. بالإضافة إلى ذلك ، يتم تداول توليد الطاقة المشترك واستهلاك الطاقة للوحدات المتصلة بالشبكة في محطة الطاقة الافتراضية في تبادل الطاقة.



الشكل (1) محطة الطاقة الافتراضية VPP

3. الحافز لإجراء البحث

تبين الدراسات المهتمة بمصادر الطاقة ان مصادر الطاقة التقليدية ستنضب خلال فترة قصيرة من الزمن وذلك بسبب التزايد السكاني الكبير في العالم مما يؤدي الى تزايد استهلاك الطاقة وبشكل خاص مشتقات النفط بسبب استخدامها في مختلف المجالات وهذه المصادر غير متجددة وتنتج كميات كبيرة من

الغازات التي ترفع مستويات التلوث وتسبب اضرار كبيرة بالبيئة وتساهم في ظاهرة الاحتباس الحراري. بالإضافة الى ذلك فان محطة الطاقة الافتراضية تقوم بتخفيف الحمل على الشبكة عن طريق التوزيع الذكي للطاقة التي تولدها الوحدات الفردية خلال فترات ذروة الحمل.

وفي ظل هذا التلوث الكبير وازمة الطاقة التي يوجهها العالم في وقتنا الحالي تبرز اهمية استثمار مصادر الطاقة المتجددة النظيفة Renewable Energy Resources كحل بديل. لذا بدأ الاهتمام بالبحث عن مصادر بديلة للطاقة (طاقة الشمس – طاقة الرياح – طاقة المياه – طاقة الامواج) وكيفية استثمارها من اجل تخفيف الضغط على الشبكة الكهربائية وتقليل الأحمال عليها بتوزيع الطاقة المولدة من المحطات الفردية خلال فترات ذروة الأحمال ومن اهم هذه الاستثمارات هي محطة الطاقة الافتراضية (VPP) بالإضافة إلى ذلك يتم تداول الطاقة المولدة مع الطاقة المستهلكة لعناصر الشبكة في محطة الطاقة الافتراضية ضمن بورصة الطاقة.

والنقطة الاهم بالبحث هي الابتعاد عن عشوائية الربط والتوزيع الحاصل في بعض الاحيان لمنظومات الطاقة المتجددة والاستفادة منها الى اقصى حد في دعم منظومة الطاقة الكهربائية الوطنية في ساعات الذروة وكذلك عند حصول الاقطاعات المتكررة.

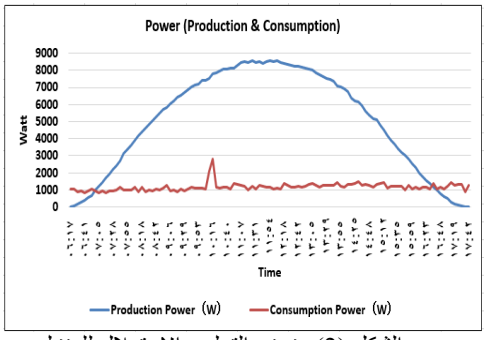
4. المشكلة البحثية

ان الاحمال المتولدة في ساعات الذروة من شانها ان تؤدي في بعض الاحيان الى فصل أحد المغذيات عن الشبكة للتقليل من الضغط الحاصل عليها. بالإضافة الى ذلك، قد تدخل في بعض الاحيان ايضا احمال مفاجئة الى الشبكة كبعض المصانع او المنشآت من شانها عمل اضطرابات في منظومة الطاقة الكهربائية. لذا باتت قضية تلبية حاجة الطاقة الكهربائية في العراق مصدر قلق رئيسي ومتزايد لقطاع الكهرباء بالبلاد لذوي الاختصاص والمسؤولين على حدا سواء، إذ المختصون قلقون من إمكانية تلبية ذروة الطلب حالياً وفي المستقبل القريب، ولاسيما أنه الآن التجهيز بمقدار نحو 50-60% مما هو مطلوب.

لذا يتطلب البحث لإيجاد حلول جديدة وجذرية لازمة الكهرباء في العراق وعملا استثنائيا ودؤوبا لذا لابد من ايجاد اسس وحلول الغرض منها تقليل الضغط على الشبكة الوطنية والاعتماد على المصادر المستدامة في تجهيز الطاقة وتحسين طرق استثمارها ومن اهم هذه الاستثمارات هي محطات الطاقة الافتراضية VPP.

كذلك من الامور الملفتة للنظر، وهو التوجه في كثير من مناطق العراق الى نصب منظومات الطاقة الشمسية في الكثير من المنازل السكنية . لكن لازالت الفكرة الاهم من الاستفادة في هذه المنظومات الموزعة غير مدروسة وغير مسلط عليها الضوء بشكل كبير.

كذلك مشكلات استخدام الطاقة الشمسية بدون تخطيط حيث يكون التجهيز كبير جدا مقارنة بالحمل المنزلي وبدون استغلال التوليد الزائد عن حاجة المنزل ومثال على ذلك الشكل (2) يوضح بيانات لمنظومة طاقة شمية لاحد المنازل في مدينة الموصل. حيث اخذت القراءات من الساعة السادسة صباحا وحتى الساعة السابعة مساءا ويظهر واضحا من الشكل بان الطاقة المستهلكة اقل بكثير من الطاقة المتولدة في المنظومة.

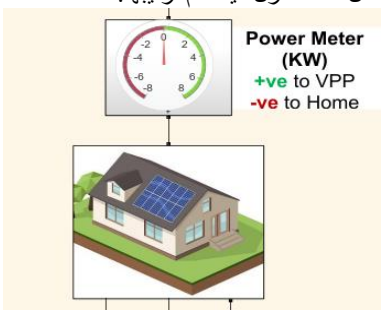


الشكل (2) منحني التوليد والاستهلال للمنزل

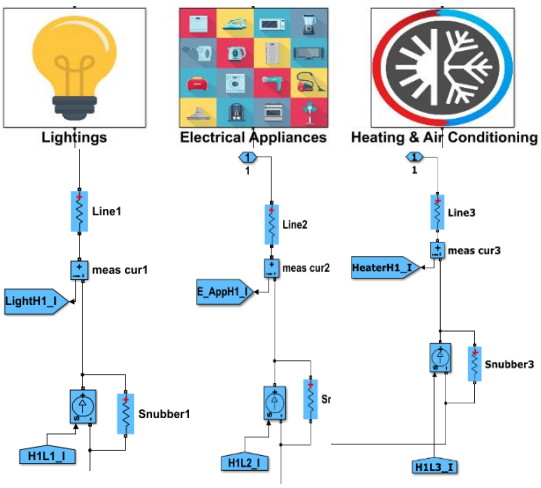
5. التمثيل الحاسوبي لانموذج VPP

تم تمثيل الانموذج الحاسوبي باستخدام برنامج Matlab Simulink ، حيث تم بناء انموذجين للمحاكاة. الانموذج الاول يتكون من ثلاث منازل وفي كل منزل هنالك عدة انواع من الاحمال (انارة –اجهزة منزلية – اجهزة التبريد والتكييف) وتمثل لمدة 24 ساعة. تم اخذ قرارات حقيقية للمنازل على مدى 24 ساعة في يوم مشمس في احد ايام الصيف. ربطت هذه المنازل الى الشبكة الكهربائية الوطنية وجهزت هذه المنازل بمقاييس لقراءة كمية الطاقة الكهربائية المسحوبة من الشبكة اثناء تشغيل الاحمال المختلفة. كذلك تم حساب الكلفة بالدينار العراقي لكل منزل على حدا وكذلك مجتمعين لمعرفة التكلفة الحقيقة التي يدفعها المشتخدم للكهرباء. وللمزيد من التوضيح سيتم شرح فقرات التمثيل واحدة تلو الاخرى وعلى النحو التالي:

المنازل : تم تمثيل المنازل الثلاثة على انها منازل حقيقة تسحب طاقة كهربائية من الشبكة اثناء عمل الاحمال الكهربائية خلال 24 ساعة . يبين الشكل (3) المنزل المصمم بينما يبن الشكل (4) الاحمال داخل هذا المنزل كيف تم ترتيبها.

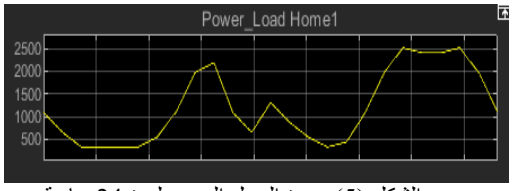


الشكل (3) تمثيل المنزل.



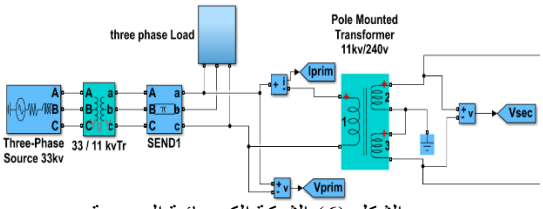
الشكل (4) تمثيل الاحمال داخل المنزل

ان تشغيل الاحمال داخل المنزل يخضع الى عدة متغيرات منها الحاجة الى تشغيل هذا الجهاز من عدمة . بالاضافة الى طبيعة الاجهزة والانارة المستخدمة صباحا او مساءا، لذا تم اخذ قرارات حقيقة لمنزل وتم عمل محاكاة لهذا المنزل. الشكل (5) يبين الطاقة الكهربائية التي يسحبها المنزل من الشبكة اثناء دورة الحمل اليومي والتي هي لمدة 24 ساعة.



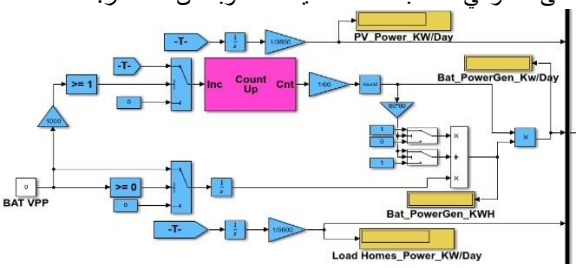
الشكل (5) دورة الحمل اليومي لمدة 24 ساعة

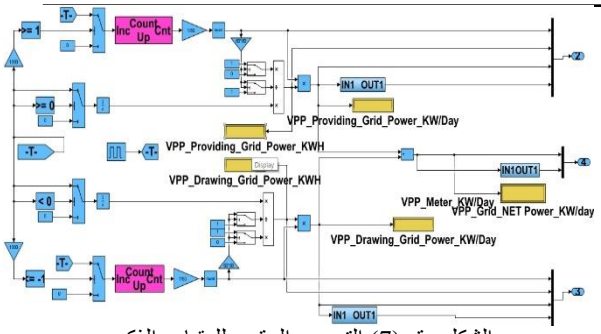
الشبكة الكهربائية: تم تمثيل الشبكة الكهربائية عبارة عن مصدر ثلاثي الطور عمومي متكون من مولد ذو فولتية 33 كيلو فولت وزاويه طور صفر وتردد 50 هرتز. ربط هذا المصدر الثلاثي الطور الى محولة ذات مقننات 11 كيلو فولت وطول خط بحدود 1 كيلو متر والشكل (6) يوضح الشبكة الكهربائية العمومية كيف تم تمثيلها.



الشكل (6) الشبكة الكهربائية العمومية

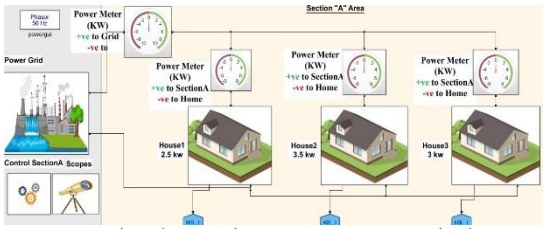
المقياس الذكي: تم تصميم مقياس ذكي رقمي يعمل على حساب كمية الطاقة الكهربائية المسحوبة من المصدر والمولدة من النظام الشمسي وكذلك يقوم هذا المقياس بحساب كم التكلفة اليومية والشهرية المدفوعة الى شركة الكهرباء الوطنية. الشكل رقم (7) يبين التصميم الرقمي للمقياس الذكي. حيث يبين كيفية حساب التكلفة بالدينار العراقي للطاقة الكهربائية التي يستهلكها المنزل يوميا وشهريا وعلى التعرفة التي وضعتها وزارة الكهرباء العراقية. حيث تم وضع مقياس ذكي لكل منزل وكذلك مقياس على العمومي لحساب الطاقة الكلية المسحوبة من المصدر.





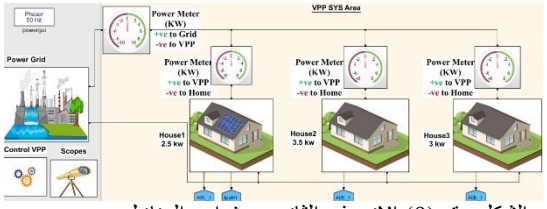
الشكل رقم (7) التصميم الرقمي للمقياس الذكي

الانموذج الاول: تم تمثيل هذا الانموذج على اعتباره مكون من ثلاثة منازل وان ذروة الحمل للمنزل الاول تصل الى 2.5 كيلو واط. بينما ذروة الحمل للمنزل الثاني بحدود 3.5 كيلو واط وكذلك المنزل الثالث بحدود 3 كيلو واط وكما مبين بالشكل (8).



الشكل رقم (8) الانموذج الاول حيث المنازل عبارة عن احمال فقط

الانموذج الثاني : تم تمثيل هذه الانموذج على اعتباره مكون من ثلاثة منازل وان المنزل الاول ربطت علية منظومة طاقة شمسية وان قيمة التوليد عند ذروة التوليد تصل بحدود 5 كيلو واط . ان ذروة الحمل للمنزل الاول يصل الى 2.5 كيلو واط. بينما المنزل الثاني بحدود 3.5 كيلو واط وكذلك المنزل الثالث بحدود 3 كيلو واط وكما مبين بالشكل (9).



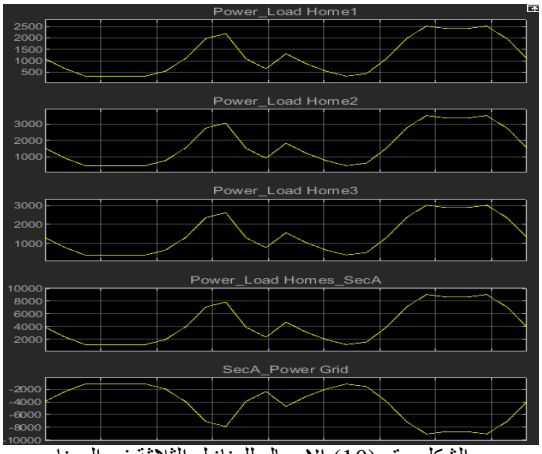
الشكل رقم (9) الانموذج الثاني حيث احد المنازل يحوي طاقة شمسية

6. السيناريوهات التي تم تنفيذها على المنازل

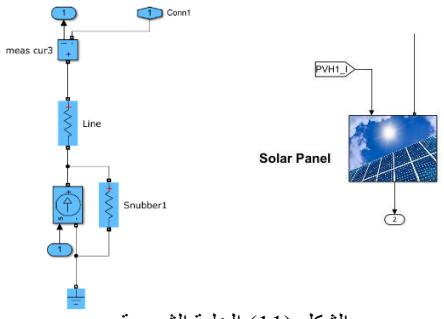
للتعمق اكثر بمفهوم استخدام منظومات الطاقة الافتراضية ، تم وضع اكثر من سيناريو للعمل وذلك من اجل بيان تاثير استخدام هذه المنظومة على اداء الشبكة الكهربائية وكذلك بيان تاثيرها على المستخدم. تم اخذ القراءات الحقيقية للمنازل ولمدة 24 ساعة بواقع 1441 قراءة (بمعنى تم اخذ القراءة لكل دقيقة) كان سيناريو العمل للمنزل الاول عند ذروة التحميل للانارة يصل بحدود نصف كيلوواط والاجهزة الكهربائية المنزلية يصل بحدود 1 كيلو واط وكما موضح بالشكل (10).

اما حصة التبريد والسخان فكانت تصل بحدود 1 كيلوواط. بينما اختلف المنزل الثاني بقيمة الذروة، حيث بلغ استهلاك التبريد والسخان بحدود 1.5 كيلو واط مع بقاء ذروة الانارة والاجهزة الكهربائية بحدود نصف كيلو و1.5 كيلوواط على التوالي. المنزل الثالث كان السيناريو له يختلف عن المنزل الاول والثاني، حيث

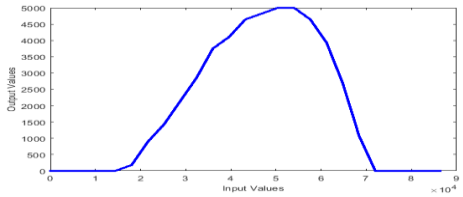
عند الذروة كانت الاحمال كما يلي: للانارة هو بحدود نصف كيلوواط والاجهزة الكهربائية المنزلية بحدود 1 كيلو واط. اما حصة التبريد والسخان فكانت بحدود 1.5 كيلو واط.
تم تمثيل السيناريو للمنازل في الانموذج الثاني مع الاخذ بنظر الاعتبار ان المنزل الاول وضع عليه الواح شمسية ذات قدرة توليد تصل 5 كيلوواط عند الذروة وبدون استخدام بطاريات. حيث سيتم اخذ البطاريات كمخازن للطاقة في بحث لاحق وبيان تاثيرها اثناء فترة الشحن والتفريخ من و الى الشبكة الكهربائية . الشكل (11) يمثل الخلية الشمسية والية تمثيلها بينما الشكل (12) يبين القراءات الحقيقة الماخوذة اثناء العمل للخلايا الشمسية.



الشكل رقم (10) الاحمال للمنازل الثلاثة في السيناريو الاول

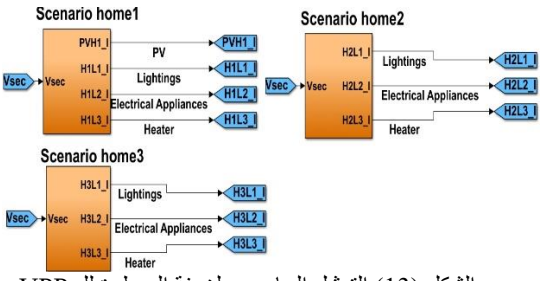


الشكل (11) الخلية الشمسية



الشكل (12) القراءات الحقيقة للقدرة الكهربائية الماخوذة اثناء عمل الخلايا الشمسية

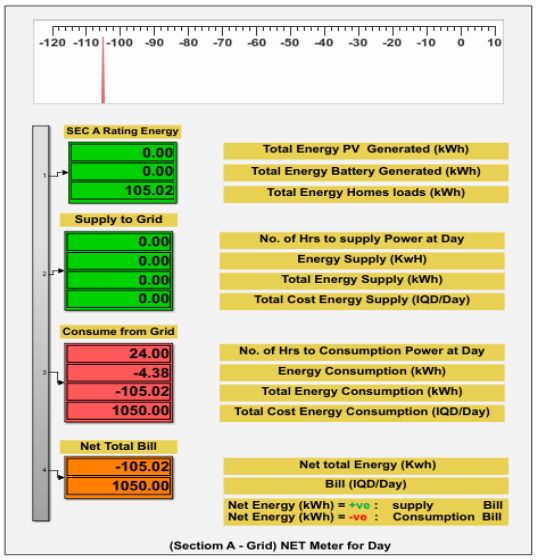
ان وحدة التحكم في المنازل الثلاثة في منظومة ال VPP يوضحها الشكل (13) . حيث يتم السيطرة وادارة ملف الطاقة عبر هذه الوحدة.



الشكل (13) التمثيل الحاسوبي لغرفة السيطرة لل VPP

7. النتائج والمناقشات

سيتم عرض النتائج على جزئين ، الاولى عند تشغيل الانموذج الاول والذي يحتوي على ثلاث منازل كاحمال فقط. اما الجزء الثاني سيتم عرض النتائج للانموذج الثاني وذلك عند اضافة منظومة الطاقة الشمسية لاحد المنازل. يبين الشكل رقم (14) المقياس الذكي للمنطقة الاولى اثناء العمل ، حيث يوضح قيمة وحدة الطاقة الكلية المسحوبة بالكيلوواط-ساعة للمنازل الثلاثة مجتمعة وكذلك يوضح ايضا وحدة الطاقة الكلية المسحوبة لكل منزل على حدا وعدد ساعات التجهيز والاستهلاك والفاتورة الكلية.
بالاضافة الى حساب الكلفة الحقيقية للطاقة المسحوبة لكل منزل وكذلك الكلفة وهم مجتمعين وحسب التعرفة لوزارة الكهرباء العراقية. حيث يتم احتساب التكلفة ضمن قانون ومعادلة وضعتها وزارة الكهرباء انه اذا كانت عدد الوحدات المستهلكة بين 1-1500 وحدة (كيلوواط – ساعة) يكون سعر الوحدة 10 دينار عراقي. بينما اذا كانت عدد الوحدات المستهلكة بين 1501-3000 وحدة (كيلوواط – ساعة) يكون سعر الوحدة 35 دينار عراقي. بينما اذا كانت عدد الوحدات المستهلكة بين 3001-4000 وحدة (كيلوواط – ساعة) يكون سعر الوحدة 80 دينار عراقي اما اذا كانت عدد الوحدات المستهلكة 4001 فاكثر وحدة (كيلوواط – ساعة) يكون سعر الوحدة 120 دينار عراقي.

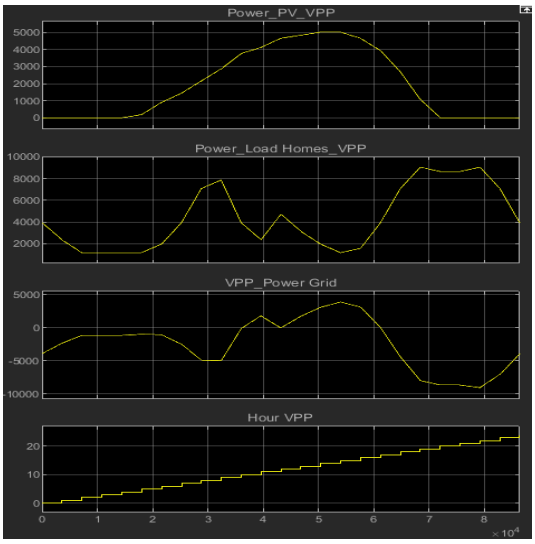


الشكل (14) المقياس الرقمي الذكي

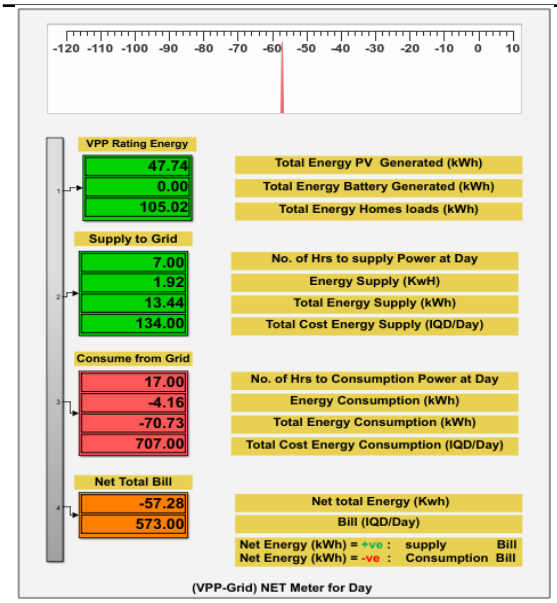
تم استخدام عدة مقارنات في التصميم للحصول على عدة معطيات منها الطاقة المستهلكة لليوم الواحد و كذلك اذا كانت هنالك حالة استهلاك كما في الحالة الاولى او تجهيز في بعض الاحيان كما في الحالة الثانية.

اظهرت النتائج في الحالى الاولى ان الطاقة المستهلكة الكلية للمنازل خلال اليوم الواحد هو 105.02 كيلوواط-ساعة وان الطاقة المستهلكة الكلية خلال اليوم الواحد للمنزل الاول هو 29.17 كيلوواط-ساعة وللمنزل الثاني 40.84 كيلوواط-ساعة وللمنزل الثالث كانت 35.01 كيلوواط-ساعة . وكذلك تم حساب وحدة الطاقة المستهلكة للمنازل الثلاثة في الحالة الاولى حيث كانت بحدود 4.38 كيلوواط - ساعة وكلفة الاستهلاك للمنازل مجتمعة حسب التعرفة التي تم اعتمادها بحدود 1050 دينار عراقي خلال اليوم الواحد وكما مبين في الشكل (14). كل هذه القراءات والحسابات اجريت على اعتبار ان المنطقة الاولى والمكونة من ثلاث منازل هي عبارة عن احمال وتسحب قدرتها من الشبكة الكهربائية.

اظهرت النتائج التي تم قراءتها وتسجيلها عند العمل في الانموذج الثاني والتي هي عبارة عن ثلاثة منازل واحد هذه المنازل يحتوي على منظومة للطاقة الشمسية. حيث تم تجهيز كافة المنازل المتصلة بالخط العمومي بمقياس ذكي يعمل على حساب الطاقة الكهربائية المسحوبة والمجهزة في ان واحد اثناء فترة العمل والتي هي 24 ساعة وكما موضح بالشكل رقم (15). بينت هذه الحالة ان الطاقة المستهلكة الكلية خلال يوم واحد للمنازل هي 105.02 كيلوواط-ساعة بينما كانت كمية الطاقة الكلية المتولدة من منظومة الطاقة الشمسية خلال يوم واحد هي 47.74 كيلوواط-ساعة وان الطاقة المجهزة خلال يوم كامل من منظومة الطاقة الشمسية الى الخط العمومي بحدود 7 ساعات وكما موضح بالشكل رقم (16).



الشكل (15) الطاقة الكهربائية المسحوبة والمجهزة في ان واحد اثناء فترة العمل



الشكل (16) القدرة المجهزة خلال يوم كامل من منظومة الطاقة الشمسية الى الخط العمومي

حيث يكون التوليد في هذه الساعات اكبر من الاستهلاك ويتم دفع الطاقة المتولدة الى الشبكة . وعند اجراء الحسابات فان كمية الطاقة المجهزة خلال 7 ساعات هي بحدود 13.44 كيلوواط-ساعة في اليوم الواحد الى الشبكة الكهربائية او الخط العمومي.

ان كلفة هذه الطاقة هي 134 دينار عراقي تم احتسابها حسب التعرفة لوزارة الكهرباء العراقية . ضمن هذا السيناريو بلغت ساعات الاستهلاك او السحب من الشبكة الوطنية او الخط العمومي بحدود 17 ساعة . وان كمية الطاقة المستهلكة من الشبكة قد بلغت خلال يوم واحد 70.73 كيلوواط-ساعة وان كلفة هذا الاستهلاك هو 707 دينار عراقي. واظهرات النتائج ان صافي الطاقة المسحوبة من الشبكة الوطنية او الخط العمومي هي بحدود 57.28 كيلوواط-ساعة خلال يوم واحد وكما مبين بالشكل (18) . اي ان فاتورة الاستهلاك اليومي بحدود 573 دينار عراقي اي اصبحت قرابة النصف ككلفة استهلاك مقارنة بالحالة الاولى والتي كانت بحدود 1050 دينار عراقي.

8. الاستنتاجات

تم تمثيل انموذج حاسوبي باستخدام برنامج MATLAB-SIMULINK لمحاكاة منظومة الطاقة الافتراضية VPP وبيان تاثير استخدامها على الشبكة الكهربائية. تم اخذ عدة سيناريوهات لمنازل باحمال حقيقية مختلفة للتعرف على ذروة الاحمال اليومية وحساب كلفة الطاقة الكهربائية المستهلكة في المنازل وفق التعرفة التي وضعتها وزارة الكهرباء العراقية . اوضح بناء الدائرة وكذلك المقياس الذكي الذي تم تصميمة مقدار القدرة المسحوبة والمجهزة من والى الشبكة الكهربائية او الخط العمومي. بينت النتائج انه باستخدام منظومة ال VPP فان فاتورة الكهرباء قد انخفضت الى النصف بالنسبة للمنازل مجتمعة. كذلك فان الطاقة المسحوبة من شبكة الكهرباء الوطنية قد انخفضت الى النصف تقريبا في الحالة الثانية مما يدل على منظومة VPP قد ساعدت في تقليل الضغط الحاصل على الشبكة . كذلك من النتائج المهمة ان اضافة اي مصادر للطاقة كان تكون طاقة رياح او بطاريات او اي طاقة نظيفة وادارتها عن طريق VPP فانه سيقلل من فاتورة الكهرباء وممكن ادخالها الى السوق وذات نفع اقتصادي للمنازل التي تشارك كمصادر للطاقة.

شكر وتقدير

يتقدم المؤلفون بالشكر إلى جامعة الموصل ، كلية الهندسة ، قسم الهندسة الكهربائية ، على الدعم الذي قدموه خلال انجاز هذا العمل.

المصادر

[1] M. Shabanzadeh, M. K. Sheikh-El-Eslami, and M. R. Haghifam, "An interactive cooperation model for neighboring virtual power plants," *Appl Energy*, vol. 200, pp. 273–289, 2017.

[2] O. N. Onsomu and B. Yesilata, "Virtual Power Plant Application for Rooftop Photovoltaic Systems," in *3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, ISMSIT 2019 - Proceedings*, pp. 1–5.

[3] P. Palensky and D. Dietrich, "Demand side management: Demand response, intelligent energy systems, and smart loads," *IEEE Trans Ind Informatics*, vol. 7, no. 3, pp. 381–388, 2011.

[4] P. M. Naina, H. S. Rajamani, and K. S. Swarup, "Modeling and simulation of virtual power plant in energy management system applications," in *2017 7th International Conference on Power Systems, ICPS 2017*, 2018, pp. 392–397.

[5] E. Agbozo and A. Masih, "Virtual power plants: Powering smart cities of the future," *Int Multidiscip Sci GeoConference Surv Geol Min Ecol Manag SGEM*, vol. 18, no. 4.1, pp. 815–822, 2018.

[6] O. Dzobo, "Virtual power plant energy optimisation in smart grids," in *Proceedings-Southern African Universities Power Engineering Conference/Robotics and Mechatronics/Pattern Recognition Association of South Africa, SAUPEC/RobMech/PRASA 2019*, pp. 714–718.

[7] S. Ghavidel, L. Li, J. Aghaei, T. Yu, and J. Zhu, "A review on the virtual power plant: Components and operation systems," in *2016 IEEE International Conference on Power System Technology, POWERCON 2016*, pp. 1–6.

[8] K. M. Rumon and K. Hassan, "Design & Simulation of Power Balancing from Wind Energy with Virtual Power Plant," *Int J Innov Res Sci Eng Technol*, vol. 6, no. 1, pp. 606–615, 2017.

[9] M. Kenzhina, I. Kalysh, I. Ukaegbu, and S. K. Nunna, "Virtual Power Plant in Industry 4.0: The Strategic Planning of Emerging Virtual Power Plant in Kazakhstan," in *International Conference on Advanced Communication Technology, ICACT*, 2019, vol. 2019-Febru, pp. 600–605.

[10] S. Yu, F. Fang, Y. Liu, and J. Liu, "Uncertainties of virtual power plant: Problems and countermeasures," *Appl Energy*, vol. 239, no. January, pp. 454–470, 2019.

[11] D. Aloini, E. Crisostomi, M. Raugi, and R. Rizzo, "Optimal power scheduling in a Virtual Power Plant," in *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies* Conference *Europe*, 2011, pp. 1–7.

[12] X. Wang, Z. Liu, H. Zhang, Y. Zhao, J. Shi, and H. Ding, "A Review on Virtual Power Plant Concept, Application and Challenges," in *2019 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Asia, ISGT 2019*, 2019, pp. 4328–4333.

[13] M. S. Narkhede, S. Chatterji, and S. Ghosh, "Challenges, Modeling Simulation and Performance Analysis of Virtual Power Plant in Indian Context," *Int J Adv Res Electr Electron Instrum Energy*, vol. 3, no. 4, 2014, pp. 9142–9150.

[14] M. G. M. Abdolrasol, A. Mohamed, and M. A. Hannan, "Virtual power plant and microgrids controller for energy management based on optimization techniques," J Electr Syst, vol. 13, no. 2, pp. 285–294, 2017.

[15] G. Guerra and J. A. Martinez Velasco, "A virtual power plant model for time-driven power flow calculations," AIMS Energy, vol. 5, no. 6, pp. 887–911, 2017.

[16] Y. E. G. Vera, R. Dufo-López, and J. L. Bernal-Agustín, "Energy management in microgrids with renewable energy sources: A literature review," Appl Sci, vol. 9, no. 18, 2019.

[17] N. Ruiz, I. Cobelo, and J. Oyarzabal, "A direct load control model for virtual power plant management," *IEEE Trans Power Syst*, vol. 24, no. 2, pp. 959–966, 2009.

[18] M. J. Kasaei, M. Gandomkar, and J. Nikoukar, "Optimal management of renewable energy sources by virtual power plant," *Renew Energy*, vol. 114, pp. 1180–1188, 2017.

A Novel Method to Manage the Electrical Energy Profile in Iraq: Virtual Power Plant (VPP)

Ahmad Ali Khalaf **Omar Sh. Alyozbaky**
electrical.ahmad2013i@gmail.com o.yehya@uomosul.edu.iq
Electrical Engineering Department, Collage of Engineering, University of Mosul

ABSTRACT

A virtual power plant (VPP) is considered a combination of distributed generation connected with energy storage devices and interruptible loads. This system is controlled as a single flexible unit in the electricity market and in the main grid. Due to numerous problems in the main grid such as variation of frequency and the Interruption in power supply as a result of the peak load. As well as economic and material constraints, Considered the optimization solution for scheduling resources and overcome for these problems is VPP. This study proposed different scenarios for two-sector of homes in Iraq which simulated in Matlab Simulink software. The method is implemented on a test system with a VPP comprising a distribution generator, energy storage devices, and loads. The economic characteristics of these resources and of the network were calculated. the results showed a decrease in the bill of electricity for these homes by 50%. Simulation results display a benefit from the use of VPP when compared to DG based only on renewable interrupted generation.

Keywords:

Virtual power plant (VPP), Micro-grid, Smart meter, energy resource; energy storage system.