TJES
ISSN: 1813-162X
مجلة تكريت للعلوم الهندسية
متاحة على الموقع الالكتروني: http://www.tj-es.com

نمذجة وتمثيل السيطرة على المغير الخافض المستخدم في تطبيقات الطاقة الشمسية

أزهر سعيد عبد الفتاح [1] **اسراء خلوق سعيد[2]**
[1] قسم الهندسة الكهربائية، جامعة الموصل، الموصل، العراق
Azheralfahady@yahoo.com
[2] قسم الهندسة الكهربائية، جامعة الموصل، الموصل، العراق
esraa_en12@yahoo.com

الخلاصة

ان الصعوبة الكبيرة في التحكم بقيمة الفولتية المستمرة وعدم المقدرة على استخدام المحولات الكهربائية بسبب ثبوت الفيض المتولد من التيار المستمر مع الزمن، لذلك وجب البحث عن طرق اخرى للتحكم بقيمة الفولتية المستمرة. ومن احسن الطرق المستخدمة لهذا الغرض هي دوائر الكترونيات القدرة ومن اشهر هذه الدوائر دائرة المغير الخافض حيث يتم تقطيع الفولتية المستمرة بترددات عالية فتكون فولتية الاخراج اقل من فولتية الادخال. ان الطاقات المتجددة تحتاج الى دوائر موائمة لتمكين المستهلك من استخدامها، وتمثل هذه الدوائر الجزء الاساس في المنظومة الهجينة (الشمس /الرياح).

تناول هذا البحث استخدام الطرق الحديثة في السيطرة على دائرة المغير الخافض المستخدم مع الانظمة الهجينة(الطاقة الشمسية / الرياح) بالإضافة الى تمثيلها رياضيا وحاسوبيا باستخدام معادلات وبرنامج محاكاة الدوائر الكهربائية (البروتيوس).

الكلمات الدالة: المغير الخافض، المسيطر الدقيق، السيطرة على النظام الهجين، المنظومة الهجينة.

Modeling and Simulation Control of Buck Converter Applied to Solar Energy

Abstract

The great difficulty in controlling the value of the continuous voltage and the inability to use electrical transformers because of constant produce flux by the direct current(DC) with time, therefore must be find other ways to control the continuous voltage value. The best methods used for this purpose are power electronics circuit, these circuits is buck converter, as a result of the output voltage becomes lower than from the input voltage. the renewable energies need to converter circuits to enable consumers to use and the circuit which represent the heart of the hybrid system (the sun /wind).

This research addresses use modern methods in the control of buck converter used with the hybrid systems (solar energy / wind) as well as mathematically represented using the equations and computer simulation program and the famous (proteas (ISIS professional)) .

Key words: The buck converter, Microcontroller, Control of hybrid system, The hybrid system.

المقدمة

ان الانظمة الالكترونية الحديثة تتطلب دقة عالية وحجم صغير والوثوقية والكفاءة في تجهيز القدرة[1]، حيث تم استخدام مقطعات التيار المستمر ذو الفولتية المتغيرة الى فولتية ثابتة القيمة. وتستخدم هذه المغيرات الخافضة على نطاق واسع في التطبيقات الصناعية مثل القطارات والسيارات الكهربائية، وتلعب دورا اساسا في شحن البطاريات، والاستغلال الامثل للمنظومات الهجينة (الشمس/الرياح) والتحكم في السرعة، ويؤدي استخدامها الى توفير كبير في الطاقة في نظم النقل الكهربائي[2].

قام (Eftichios et. al. 2001)[3] بدراسة دائرة المغير الخافض في الخلايا الشمسية من اجل الحصول على اعظم نقطة اقتفاء للطاقة حيث تمت السيطرة على هذا المغير باستخدام وحدة كاملة اساسها المسيطر الدقيق، حيث ان الفرق بين هذا النظام المقترح وبقية الانظمة المقترحة لإيجاد اعظم نقطة اقتفاء للطاقة. ان الطاقة المتولدة من

الخلية الشمسية تستخدم مباشرة للسيطرة على المغير الخافض وهذا يقلل من المعدات وتعقيد النظام بالإضافة الى الكفاءة العالية في التحويل.

قام (Bernardo1 et. al. 2009)[4] بدراسة دائرة المغير الخافض في الخلايا الشمسية وذلك من اجل الحصول على اعظم طاقة، وتمت السيطرة على هذا المغير عن طريق استخدام تقنية الملاحظة والتشويش وذلك عن طريق برمجة المسيطر الدقيق نوعية (HC08QT4) حيث اوضحت النتائج الاداء الجيد لهذا المسيطر بالإضافة الى تحسين كفاءة المنظومة.

قام (Sudharshan et. al. 2010)[5] باستخدام دائرة المغير الخافض في الخلايا الشمسية حيث تم استخدامها لتتبع نقطة اعظم قدرة اذا تكون هذه الدائرة موضوعة بين الخلايا الشمسية والحمل لضمان اعظم استغلال للطاقة الشمسية ويتم السيطرة على هذا المغير الخافض باستخدام دائرة السيطرة ذات التغذية العكسية، حيث ان الفولتية الخارجة من دائرة المغير تقارن مع الفولتية الاساسية والفولتية الخارجة من دائرة السيطرة تستخدم لتغير نسبة التوصيل.

استخدم (Ahmad Aday 2012)[6] دائرة المغير الخافض في السيطرة على سرعة المحرك حيث ان الطريقة المستخدمة في السيطرة على عمل المغير الخافض كانت باستخدام طريقة مقارنة الموجة المثلثية مع الموجة المربعة في توليد نبضات القدح لكن في هذه الطريقة تكون قيمة نسبة التوصيل ثابتة ولا تتغير بتغير المصدر اذا ما تم استخدام مصدر متغير مثل الخلية الشمسية.

هدف البحث

ان الهدف الاساسي من هذا البحث هو استخدام الطرق الحديثة في السيطرة على هذه المقطعات او المحولات المستخدمة في منظومات الطاقة الهجينة (الطاقة الشمسية و طاقة الرياح)، اذ تقوم بتخفيض الفولتية القادمة من الخلية الشمسية الى فولتية ملائمة لشحن البطارية حيث يتم من خلالها استغلال الطاقة الشمسية بشكل كفوء جدا بالإضافة الى:

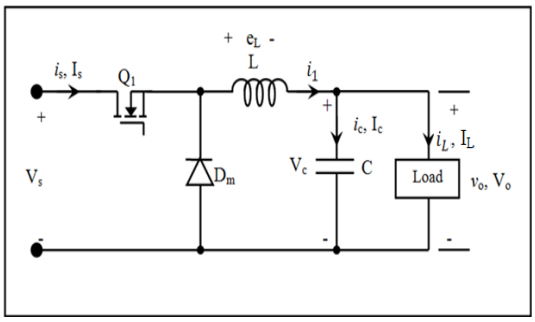
- تنظيم الفولتية المستمرة الخارجة مع تغير الحمل.
- توفر دائرة عزل بين مصدر الادخال والحمل.
- تعمل على تقليل التشوه في موجة (D.C) الخارجة

وكل هذه الاسباب دعت الحاجة الى ضرورة الاهتمام باستخدام المغير الخافض وطرق السيطرة على الفولتية الخارجة منه.

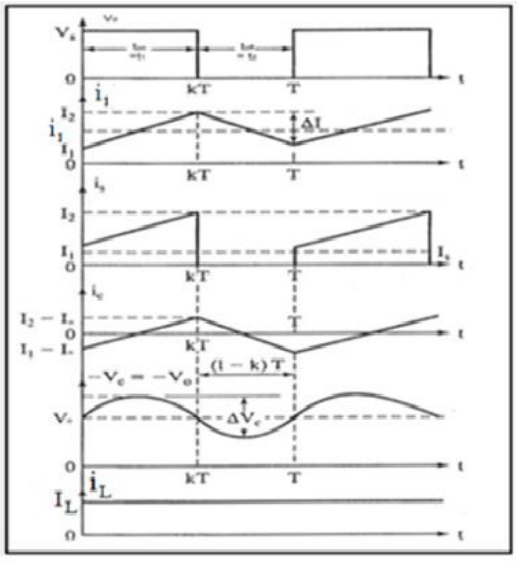
مبدأ عمل المغير الخافض

من الاسم يمكن الاستدلال على عمل هذا المغير حيث انه يستخدم لتحويل فولتية الادخال المستمرة (D.C voltage) القادمة من الخلية الشمسية او اي مصدر اخر ذات القيمة المعينة (ثابتة او متغيرة) الى فولتية الاخراج ذات القيمة الاقل[7]، حيث انه يتألف من مفتاحا واحدا ساكنا موسفت من نوع (IRFP460A)، ثنائي ، محاثة، متسعة وحمل مقاومي المتمثل بالبطارية ذات السعة (100Ah) والشكلان (1و2) يوضحان دائرة المغير الخافض بالإضافة الى شكل الموجات الخارجة من هذا المغير.

ان الطريقة المستخدمة للسيطرة على متوسط فولتية الاخراج في هذا البحث هو تغير زمن الفتح والغلق بتردد ثابت عن طريق استخدام المسيطر الدقيق حيث تكون فترة التوصيل متغيرة اعتمادا على الفولتية القادمة من الخلية الشمسية للحصول على متوسط فولتية اخراج ثابتة وتسمى هذه الطريقة بالسيطرة على تضمين عرض النبضة حيث بتغير فترة التوصيل والقطع ممكن الحصول على متوسط فولتية اخراج ثابتة بتغير فولتية الادخال ولفهم عمل الدائرة تقسم الى مرحلتين[8].



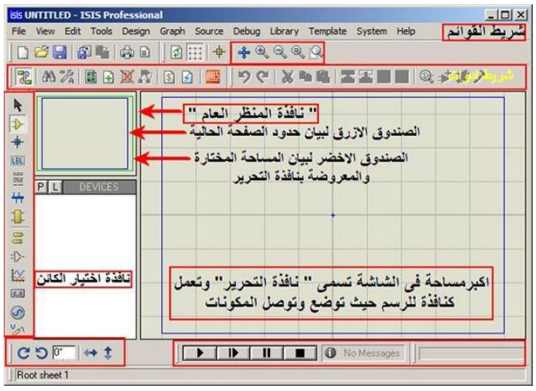
شكل (1) دائرة المغير الخافض



الشكل (2) موجات الفولتية والتيار لعناصر الدائرة المغيرة الخافض[4،7]

برنامج البروتيوس

وهو من البرامج المهمة وخاصة في محاكاة الدوائر الالكترونية ،الكهربائية والمسيطرات الدقيقة التي تحتوي على عناصر الكترونية ويمتلك هذا البرنامج عدة فوائد منها الكفاءة والسرعة والسهولة[9]، والشكلان (3 و4) يوضحان الواجهة الرئيسية وواجهة اختيار العنصر الالكتروني من المكتبة لهذا البرنامج.

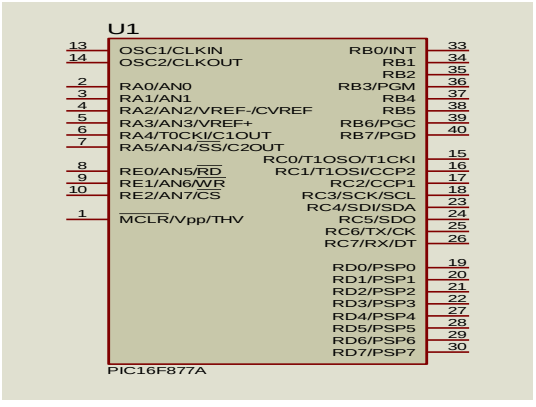


شكل (3) الواجهة الرئيسية للبرنامج

شكل (4) واجهة اختيار العنصر الالكتروني

دائرة القدح

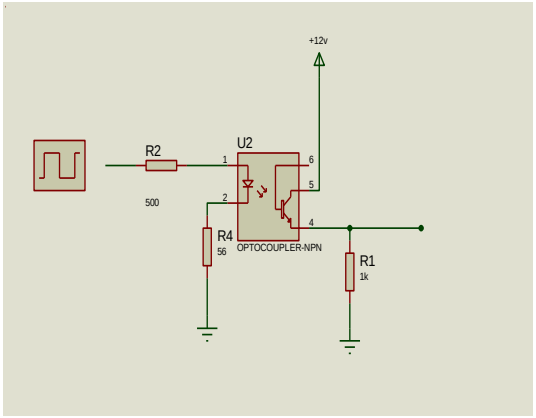
ان الطريقة المستخدمة في القدح هي توليد الاشارات متغيرة العرض عن طريق استخدام المسيطر الدقيق من نوع (PIC16f877A) وكما موضح بالشكل(5) حيث تكون فولتية الادخال الى المسيطر الدقيق قادمة من الخلية الشمسية لذلك تتغير عرض النبضة اعتمادا على تغير ضوء الشمس وتكون فولتية الاخراج ثابتة وذلك عن طريق برمجة المسيطر الدقيق باستخدام لغة سي الدقيقة (micro C) حيث تم استخدام هذه اللغة لسهولتها وحداثتها وهي من اللغات الراقية.



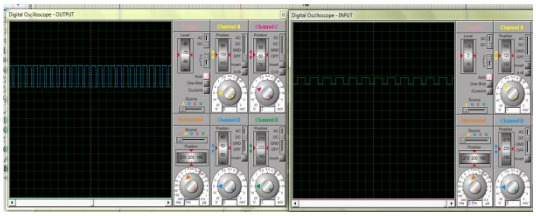
شكل (5) دائرة توليد النبضات [1]

دائرة العزل والتعشيق الضوئي

تم تصميم هذه الدائرة باستخدام دائرة التعشيق الضوئي نوعية (6n137) وذلك لكي توفر عزلا كهربائيا لدوائر السيطرة الالكترونية ذات القدرة المنخفضة عن دوائر القدرة العالية، حيث استخدم هذا النوع من دائرة التعشيق الضوئي بسبب سرعة ادائها العالية. ان دائرة العزل تعمل على رفع فولتية النبضات المعزولة الى حدود 12 فولت، والشكلان (6 و7) يوضحان دائرة التعشيق الضوئي والموجات الداخلة والخارجة بالتعاقب باستخدام برنامج البروتيوس.



شكل (6) دائرة العزل والتعشيق الضوئي



شكل (7) موجة الادخال والاخراج من دائرة التعشيق الضوئي

التمثيل الرياضي لدائرة المغير الخافض

كما هو معروف في أي تصميم فان هناك عدة فرضيات يتم على أساسها حساب القيم المطلوبة للدائرة المصممة وهي إهمال حالة التشبع في قلب المحاثات، وإهمال المقاومة الداخلية للمحاثات والمتسعات، وافتراض أن المفتاح والثنائي مثاليان، وان جميع قيم عناصر الدائرة ثابتة ولا تتغير بتغير درجة الحرارة أو أي عامل آخر[9، 10] حيث تم تثبيت فولتية الإخراج وتردد الفتح والغلق عند القيم الآتية:-

- فولتية مصدر القدرة الخارجة المستمرة تساوي 14V
- تردد الفتح والغلق F_s يساوي 10 kHz.
- قدرة الدائرة = 240W
- $\Delta V_o = 0.5\%$ و $\Delta I_{in} = 2.5\%$

وتم استخدام المعادلات التالية لحساب قيمة المحاثة والمتسعة التي تم استخدامها في البحث

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{ton^t}{T} = D \quad \text{.....(1)}$$

$$V_o = KV_S \quad \text{.....(2)}$$

$$F_S = \frac{1}{T} \quad \text{.....(3)}$$

$$L = \frac{V_a * (V_s - V_a)}{F_s * \Delta I_{L\max} * V_s} \quad \text{.....(4)}$$

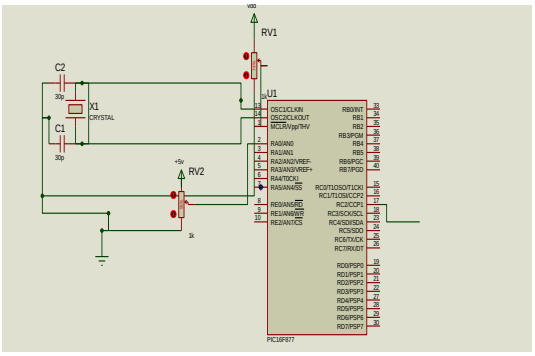
$$C = \frac{V_S * K(1-k)}{8 * l * F^2 * \Delta Vc} \quad \text{.....(5)}$$

وحسب المعادلتين (4) و(5) فان القيم المثالية للمحاثة والمتسعة على التوالي تكون كما يأتي:

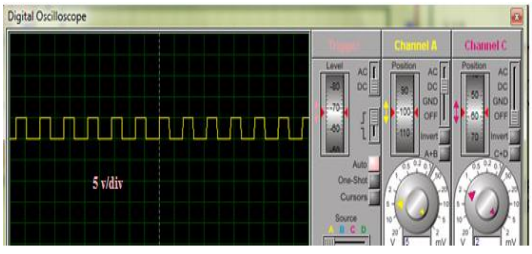
$$L = 5mh$$
$$C = 5mF$$

التمثيل الحاسوبي لدائرة المسيطر الدقيق

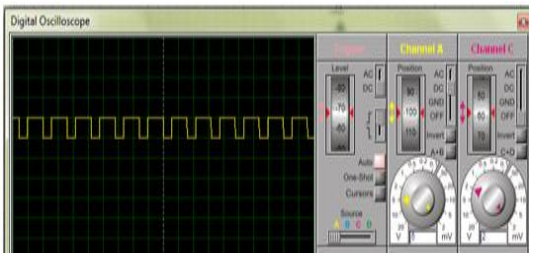
في هذا الجزء تم عرض التمثيل الحاسوبي لدائرة المسيطر الدقيق والنتائج التي تم الحصول عليه من هذا المسيطر على التوالي باستخدام برنامج المحاكاة البروتيوس وكما موضح بالأشكال (8، 9، 10، 11).



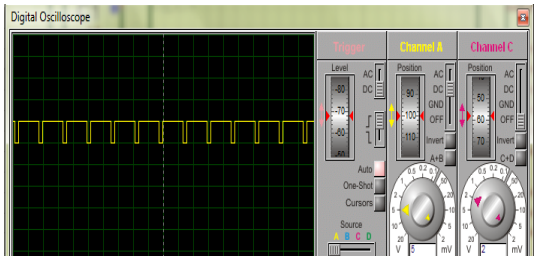
شكل (8) دائرة ربط المسيطر الدقيق



شكل (9) موجة فولتية الاخراج من المسيطر الدقيق مع الزمن ونسبة التوصيل 81%



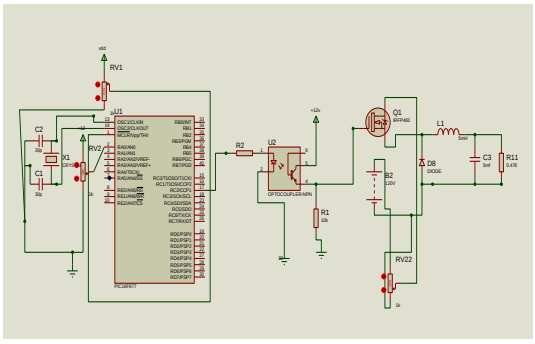
شكل (10) موجة فولتية الاخراج من المسيطر الدقيق مع الزمن ونسبة توصيل 70%



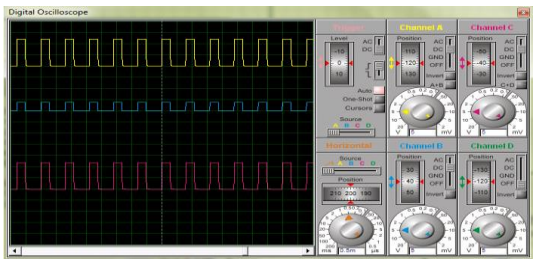
شكل (11) موجة فولتية الاخراج من المسيطر الدقيق مع الزمن ونسبة توصيل 43%

التمثيل الحاسوبي لدائرة المغير الخافض

تم عمل نموذج للمغير الخافض باستخدام نفس البرنامج حيث تمت السيطرة عليه عن طريق التحكم بالمسيطر الدقيق وموجات الادخال والاخراج التي تم الحصول عليها بالتعاقب كما موضح بالشكلين (12، 13)



شكل (12) دائرة المغير الخافض



شكل (13) موجات الادخال وموجة الاخراج من المسيطر الدقيق

معطيات المنظومة التي تم استخدامها

1. تم استخدام خلية شمسية ذات القدرة 200W والتيار الاعظم 5A.
2. دائرة المغير الخافض ذات المواصفات التي تم ذكرها سابقا من تردد قدح وقيمة محاثة ومتسعة.
3. تم استخدام المسيطر الدقيق من نوعية (PIC16F877A).
4. تم استخدام دائرة العزل والتعشيق الضوئي نوعية (6N137).

مناقشة النتائج

من النتائج التي تم الحصول عليها تبين انه من الممكن السيطرة على الفولتية الخارجة من المغير الخافض القادمة من الخلايا الشمسية او من اي مصدر اخر بالإضافة الى امكانية خفضها من 120 فولت الى 14 فولت لكي تكون ملائمة لشحن البطارية، حيث ان استخدام المسيطر الدقيق يوضح الدقة والكفاءة في سوق دائرة المغير الخافض وكما اوضحت النتائج امكانية الحصول على موجات قريبة جدا من الموجات المثالية حيث ان دائرة المغير الخافض تملك كفاءة تحويل ما يقارب 95%

المصادر

1- Timothy, D. Green, "System Programming with the PIC 16F877", Cleveland, Ohio, 2008.

2- Mohammad, H. Rashid, "Power Electronics Circuit", Devices ,and Application,3rd,Academic press, New York, 2004.

3- Eftichios, L. Koutroulis, Kostas, M. Kalaitzakis., and Nicholas, C. Voulgaris, "Development of a Microcontroller Based Photovoltc Maximum Power Point Tracking Control System", IEEE Transaction on Power Electronics, Vol.16, No-1, 2001.

4- Pcmb, M. Bernardo, Assiszmp, M. Peixoto and Lauro, B. Machado Neto, "A High Efficient Micro-controlled Buck Converter with Maximum Power Point Tracking for Photovoltaic Systems", International Conference on Renewable Energies and Power Quality, Valencia, 2009. .

5- Sudharshan, R. Kaarthik, Nayan K. Dalei, Vigneshwara, R. Rabinarayan Das, "Modeling Simulation and Implementation of Low Power Photovoltaic Energy Conversion System", Thesis, India, Rourkela, 2010.

6- Ahmad, M. Aday, "Control on the Speed of Machine", M.Sc. Thesis Mosul University, 2012.

7- Mehdi, N. Dali, Jamel, P. Belhadj and Xavier, Z. Roboam, "Design of Stand-Alone Hybrid Photovoltaic Wind System with Battery Storage", Regular Paper, 2009.

8- Bengt, D. Johansson, 'DC-DC Converters-Dynamic Model Design and Experi- Mental, Verification. M.Sc. Thesis, Lund, University, 2004.

9- Intelligent Schematic Input System User Manual, Issue 6.3 November, 2003.