Simulink Ortamında Pv Modul Simülasyonu ve Pvsystem Araç Kutusunun Oluşturulması

Turab Selçuk , Ahmet Alkan
KSU Elektrik - Elektronik Mühendisliği Bölümü Kahramanmaraş
turabselcuk@ksu.edu.tr aalkan@ksu.edu.tr

Özet: Fotovoltaik (PV) modüller, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürebilen en önemli alternatif enerji araçlarından biridir. PV teknolojisinin hızla gelişmesi, PV sistemlerin günlük hayatımızda yerini almasını hızlandırmıştır. Güneş enerjisi ile çalışan cihazların tasarımı için, güneş pilinin genel matematiksel modelini elde etmek önemli bir konudur. Bu çalışmada güneş pilinin genel matematiksel modeli elde edilmiş ve bu model Matlab/Simulink yazılımı ile görsel olarak programlanmıştır. Önerilen model ve PVSYSTEM araç kutusu, diğer karma sistemlerle beraber mühendisler, tasarımcılar ve öğrencilerin eğitimi için güneş pili benzetimlerinin geliştirilmesinde kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: PV Modül, PVSYSTEM Araç Kutusu, Simulink.

Pv Modul Simulation And Pv System Toolbox Implementation In Simulink

Abstract: PV modules are one of the most important alternative energy tools that can directly convert solar energy into electrical energy. Rapidly developing PV technology has been set up to process of integration PV systems into everyday life of people. Obtaining of a general mathematical model of solar cell is an important event for designing tools that run with solar energy. In this study, a general mathematical model of solar cells has been obtained and Matlab/Simulink software based simulation of this model has been visually programmed.. Proposed model and PVSYSTEM toolbox can be used with other hybrid systems to develop solar cell simulations for training to engineers, designers and students.

Keywords: PV Modul, PVSYSTEM Toolbox, Simulink.

1. Giriş

Tüm enerji kaynaklarının, fosil yakıtlar dâhil, temelinde güneş vardır. Nükleer enerji ve fosil yakıtların pahalılığı, güvenlik problemleri, çevreye verdiği zarar ve diğer sebeplerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarından başta güneşten enerji elde etmek gelecek yıllarda kaçınılmaz olacaktır. Bunun yanında bir yılda Güneş tarafından Dünya'ya taşınan Güneş enerjisi Dünya'daki tüm fosil yakıtlarının toplam rezervinden onlarca kat fazladır. Güneş enerjisinin kaynağının da masrafsız ve sürekli olduğu düşünülürse bu kaynaktan daha fazla faydalanılması gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır.

Sürdürülebilir bir kalkınma için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gereklidir. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM)'nin ölçümlerine göre, ülkemiz günde yeryüzüne düşen ortalama 3600 Wh/m2'lik güneş ışınımı ile önemli bir güneş enerjisi kullanım potansiyeline sahiptir. Diğer yandan pv teknolojisinin hızla gelişmesi, güneş enerjili sistemlerin günlük hayatımızda yerini almasına neden olmaktadır. Güneş enerjisi ile çalışan bu sistemlerin tasarımı noktasında, güneş pilinin

ve güneş panelinin eşdeğer modelini elde etmek önemli bir konudur. Güneş pili ve güneş paneli modeli elde edilen bir yapının analizi de kolaylıkla yapılabilmektedir. Literatürde yapılan çalışmaların birinde güneş pili modülü benzetimi Matlab kodları ile gerçekleştirilmiş ve farklı parametreler için denenmiştir. Ancak yapılan bu çalışmada tüm parametreler yeterince incelenmemiş ve sistemin diğer elektriksel sistemlerle nasıl kullanılacağı düşünülmemiştir.[1] Bir başka çalışmada ise güneş pili modülü benzetimi Matlab/Simulink yazılımı ile gerçekleştirilmiş ancak bu modelde yalnızca sıcaklık ve ışık şiddeti değişimlerine bağlı olarak benzetimler yapılmış ve diğer parametreler incelenmemiştir. Modülün yük durumlarına karşı tepkisi incelenmemiş, elektriksel bir sisteme bağlantısı düşünülmemiş, modelin doğruluğu ve gerçek bir güneş pili ile uyumluluğu kontrol edilmemiştir. [2] Walker, Joyce ve arkadaşları ile, Hansen ve arkadaşları tarafından yapılan benzer çalışmalarda da diğer çalışmalarda değinilen benzer eksikler mevcut olduğu görülmüştür. [3,4]. PV generatörlerin parametrelerinin tahmini için bir yöntem geliştirilen diğer bir çalışmada ise PV modülün simülasyonu gerçekleştirilmiştir [5].

Yapılan bu çalışmada ise güneş pilinin verimini etkileyecek parametreleri içeren genel matematiksel benzetim modeli elde edilmiş ve bu model Matlab/Simulink yazılımı ile görsel olarak programlanarak PV sistemler için bir Simulink araç kutusu oluşturulmuştur.

2. PV Panelin Genel Matematiksel Modeli

Bir güneş pilinin I-V karakteristiği temel olarak Denklem 1'de ki Shockley diyot eşitliğine dayanmaktadır. Ancak tam bir gösterim için diğer parametreleri içeren genel güneş pili eşitliği Denklem 2'deki gibi verilmiştir.

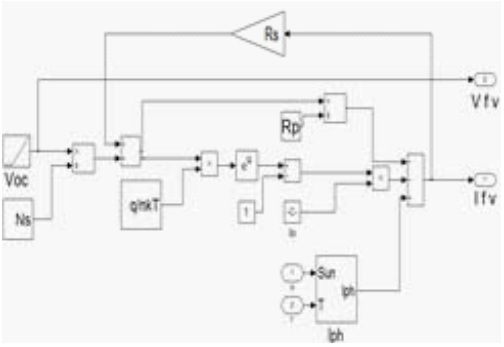
$$I = Io[\exp(\frac{q*V}{k*t}) - 1] \qquad (1)$$

$$I = I_L\text{-}Io\left[\exp\left(\frac{q(V+Rs*I}{n*k*t}\right) - 1\right] - \frac{V+Rs*I}{Rp} \qquad (2)$$

Burada ideallik faktörü (n), seri direnç (Rs) ve paralel direnç (Rsh) güneş pilinin özelliğine göre değişen parametrelerdir. Diğer parametreler ise Boltzmann sabiti (k), elektron yükü (q) ve güneş pilinin sıcaklığı (T) dir.

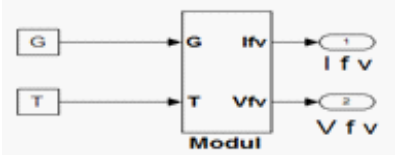
3. PV Modulün Simulink Modeli ve Simülasyon Sonucu

Simulink kütüphanesi, sistem modellemek için gerekli tüm blokların kategorilere ayrılmış şekilde bulunduğu yerdir. PV modülün simulink modeli Şekil 1.'de gösterilmiştir.



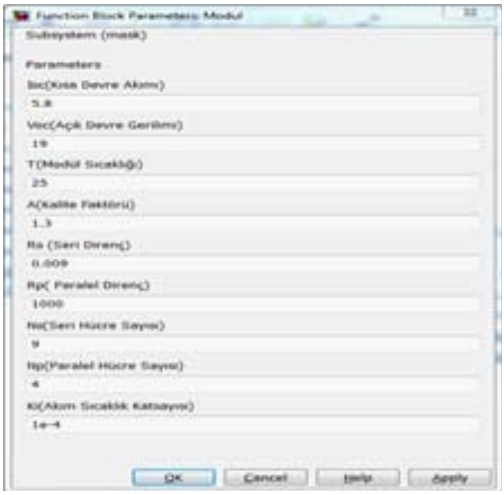
Şekil 1. PV modül simulink modeli

Şekil 2'de ise oluşturulan PV modül modelinin mask olarak bir subsystem içinde yer alması gösterilmiştir.



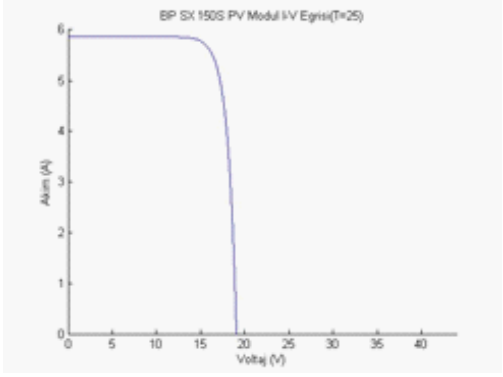
Şekil 2. PV modülün subsystem içine alınması

Mask oluşturulduktan sonra PV modüle ait parametreler eklenir. PV modülüne ait blok parametrelerinin girildiği pencere Şekil 3.'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Blok parametrelerinin girildiği pencere görüntüsü

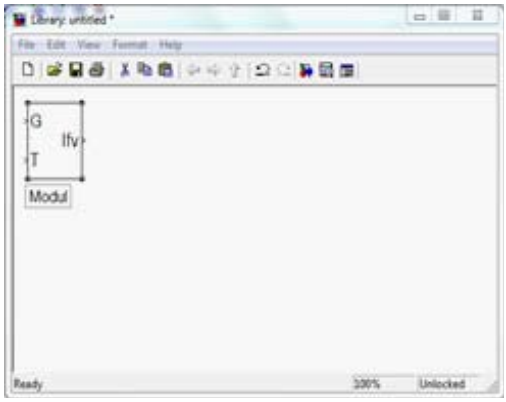
Güneş paneli modelinin çalıştırılması ile Şekil 4'teki grafik elde edilmiştir. girilen parametreler ile grafikten elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında her ikisinin örtüştüğü görülmektedir.



Şekil 4. PV modülün kütüphane içindeki görüntüsü

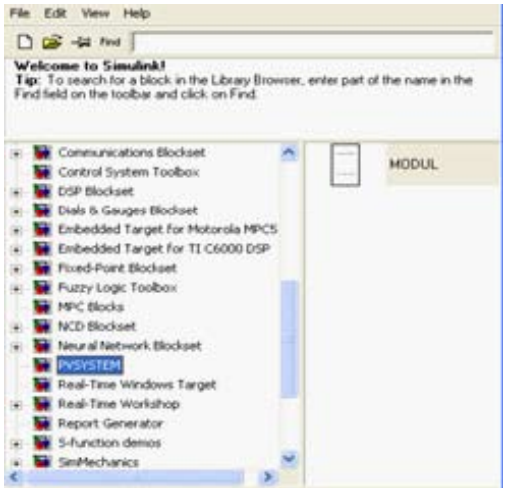
4. PVsystem Araç Kutusunun Oluşturulması

Simulinkte kullanıcıların sık kullandıkları blokları ayrı bir kütüphanede toplamaları yada kendi kütüphanelerini oluşturmaları mümkündür. Bunun için file menüsünden yeni bir kütüphane oluşturulması gerekmektedir. PV modül oluşturulan kütüphanenin içine sürüklenir. PV modülün kütüphaneye eklenmiş görüntüsü şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. PV modülün kütüphane içindeki görüntüsü

Oluşturulan kütüphanenin Simulink kütüphanesinde görüntülenmesi için Matlab'a tanıtılması gerekir. Bu tanıtma işlemi slblocks.m adlı m-function ile yapılmaktadır. Simulink kütüphanesi açıldığında bu dosya otomatik olarak çalışacaktır. Oluşturulan kütüphanenin Simulink kütüphanesinde görüntülenmesi için kütüphane penceresinin kapatılıp tekrar açılması gerekmektedir. Oluşturulan PVSYSTEM araç kutusunun Simulink kütüphanesindeki görüntüsü Şekil 6.'da gösterilmiştir.



Şekil 6. PVSYSTEM araç kutusunun Simulink kütüphanesindeki görüntüsü

5. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışmada, öncelikle bir güneş pilinin matematiksel modelinden hareketle güneş pilinin Matlab Simulink modeli oluşturulmuştur. Daha sonra güneş pili modeli bir alt sistem olarak modellenmiş ve girişi sıcaklık ve güneş ışınımı, çıkışı ise akım ve gerilim olan bir yapı oluşturulmuştur. Burada oluşturulan blokta, seri ve paralel olarak kullanılan güneş pillerinin sayısının bloğa girilmesi ile güneş modülü modeli elde edilmiştir. Geliştirilen model sayesinde, istenilen tipte güneş modüllerinin uygun şekilde ve sayıda seri ve paralel bağlanması ile çok farklı güçlerde çıkış gücü elde etmek mümkündür.

Benzetimle ilgilenen mühendisler, öğrenciler ve diğer kullanıcılar yapılan bu çalışma ile PV sistem parametrelerini kendi isteklerine göre değiştirebilir, hibrid sistem gibi yeni benzetim uygulamaları yaparak bunu PVSYSTEM araç kutusuna dahil edebilirler.

6. Kaynaklar

[1] Francisco,M.G.L. "Model of Photovoltaic Module in Matlab", II CIBELEC, (2005).

[2] Tsai, H. L., Tu C. S., and Su Y. J., "Development of Generalized Photovoltaic Model Using Matlab/Simulink", WCECS 2008, San Francisco, USA, October 22-24, (2008).

[3] Hansen A. D., Sørenson P., Hansen L. H., Bindner H., "Models for a Stand-Alone PV System", Risø National Laboratory, Roskilde, December (2000).

[4] Walker G. R., Sernia P. C., "Cascaded DC-DC Converter Connection of Photovoltaic Modules", IEEE Transactions on Power Electronics, 19(4), 1130-1140 July (2004) .

[5] Carrero, C., Ramírez, D., Rodríguez, J., Platero, C.A., "Accurate and fast convergence method for parameter estimation of PV generators based on three main points of the I-V curve", Renewable Energy, pp:1-6, (2011).

[6] I.H. Atlas, A.M. Sharaf, "A Photovoltaic Array Simulation Model for Matlab-Simulink GUI Environment", International Conference on Clean Power, pp. 341-345, (2007).

[7] Uzunoglu M., Onar O. C., Alam M. S., " Modeling, Control and Simulation of a PV/FC/UC Based Hybrid Power Generation System for Stand-alone Applications", Renewable Energy 34, 509-520, (2009).

[8] Villalva, M. G., Gazoli, J. R., and Filho, E. R., "Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays", IEEE Trans. Power Electron., Vol. 24, No. 5, pp. 1198–1208, May 2009.

[9] S.H. Lloyd, G.A. Smith, D.G. In_eld, \ Design and construction of a modular electronic photovoltaic simulator", 8th International Conference on Power Electronics and Variable Speed Drives, pp. 120{123, (2000).

[10] Masoum M.A.S., Dehbonei H., Fuchs E. F., "Theoretical and Experimental Analyses of Photovoltaic Systems with Voltage and Current-Based Maximum Power-Point Tracking", IEEE Transactions on Energy Conversion, 17(4), (2002).

[11] İnternet: www.figes.com.

[12] İnternet: www.mathworks.com.