

ARM Tabanlı Mikroişlemci Kullanarak Solar MPPT Şarj Kontrol Cihazı Modellemesi ve Tasarımı

Arda NEMUTLU

Bildiri ID Numarası: 0144

GİRİŞ

MPPT SİSTEMİ VE ALGORİTMA MODELLEMESİ

DONANIM VE YAZILIM ÇALIŞMALARI

SİMÜLASYON SONUÇLARI

SONUÇLAR

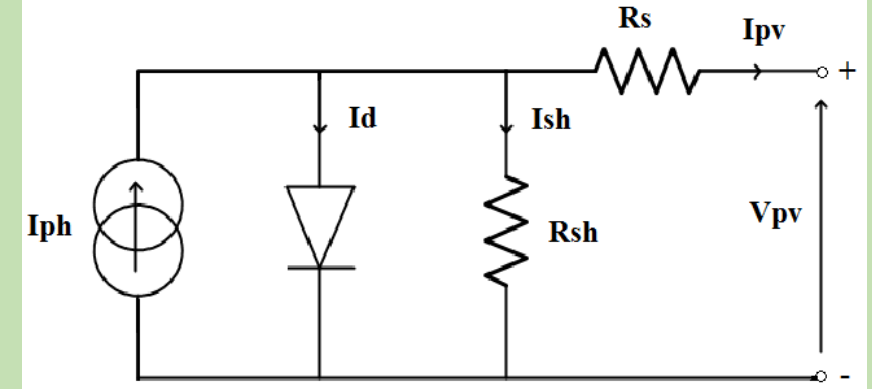
Giriş

- Fosil yakıtlara olan bağımlılık bir çok olumsuz faktöre yol açmaktadır. Fotovoltaik (PV) sistemler, düşük maliyetleri ve uygulama kolaylıkları nedeniyle öne çıkan yenilenebilir bir alternatiftir.
- Ancak PV sistemlerin de temelde eksileri mevcuttur . Bu nedenle, sistemden maksimum verim alabilmek için panelin "Maksimum Güç Noktası" (MPP) olarak bilinen optimal noktada sürekli çalıştırılması gerekir.
- Bu algoritmaların etkin uygulanması, STM32 gibi 32-bit ARM mimarili, düşük maliyetli ve yüksek performanslı mikrodenetleyicilerle mümkündür.
- Çalışmanın amacı, ARM tabanlı bir STM32 ve yükseltici tip DC-DC dönüştürücü kullanarak P&O MPPT algoritmasına dayalı bir solar şarj kontrol cihazı tasarlamak ve sistemin performansını simülasyon ortamında doğrulamaktır.

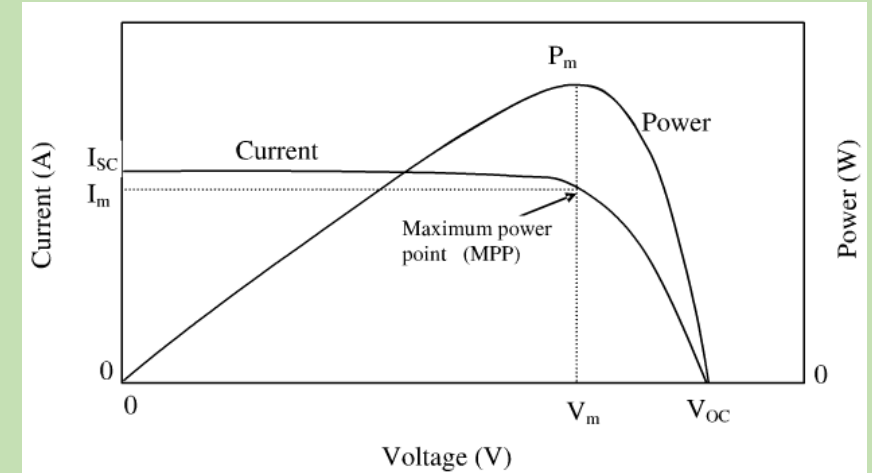
MPPT Sistemi ve Algoritma Modellemesi

- Literatürde, bir çok farklı MPPT yöntemleri bulunmaktadır.
- Bu çalışmada ise Değişir ve Gözle (Perturbation & Observation-P&O) MPPT algoritmasının teorik altyapısı incelenmektedir.
- Hücrenin davranışı modellemek gerekirse :
- Hücrenin çıkışı ise bakacak olursak yandaki karakteristik eğrisi karşımıza çıkar.

PV Hücresinin Elektriksel Davranışının Modellemesi



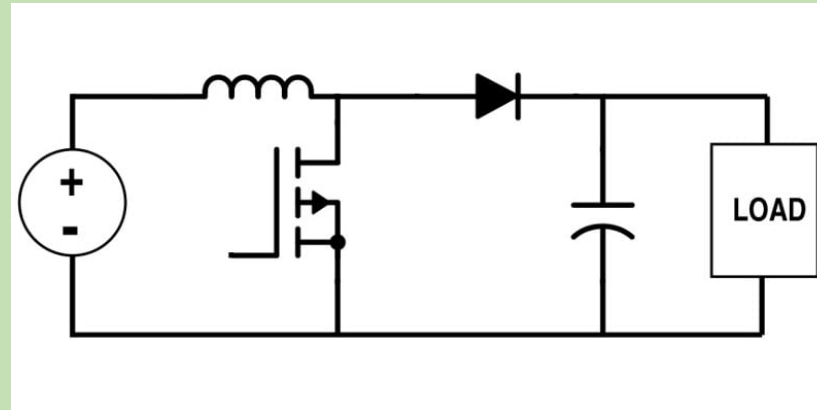
PV Hücresinin Çıkış Karakteristikleri



DC-DC Boost Dönüştürücü

- MPPT sistemlerinde, PV panel ile yük arasında bir DC-DC güç dönüştürücü kullanılır. Çalışmada yükseltici tip (Boost) bir dönüştürücü tercih edilmiştir.
- İdeal bir yükseltici dönüştürücünün giriş ve çıkış gerilimleri arasındaki ilişki, anahtarın darbe genişlik modülasyonu (PWM) sinyalinin görev döngüsü (Duty Cycle - D) ile ifade edilir.
- MPPT kontrolcüsü, bu D değerini anlık olarak değiştirir ve böylece panelin çalışma noktasını P-V eğrisi üzerinde hareket ettirerek MPP'yi bulur ve orada kalmasını sağlar.

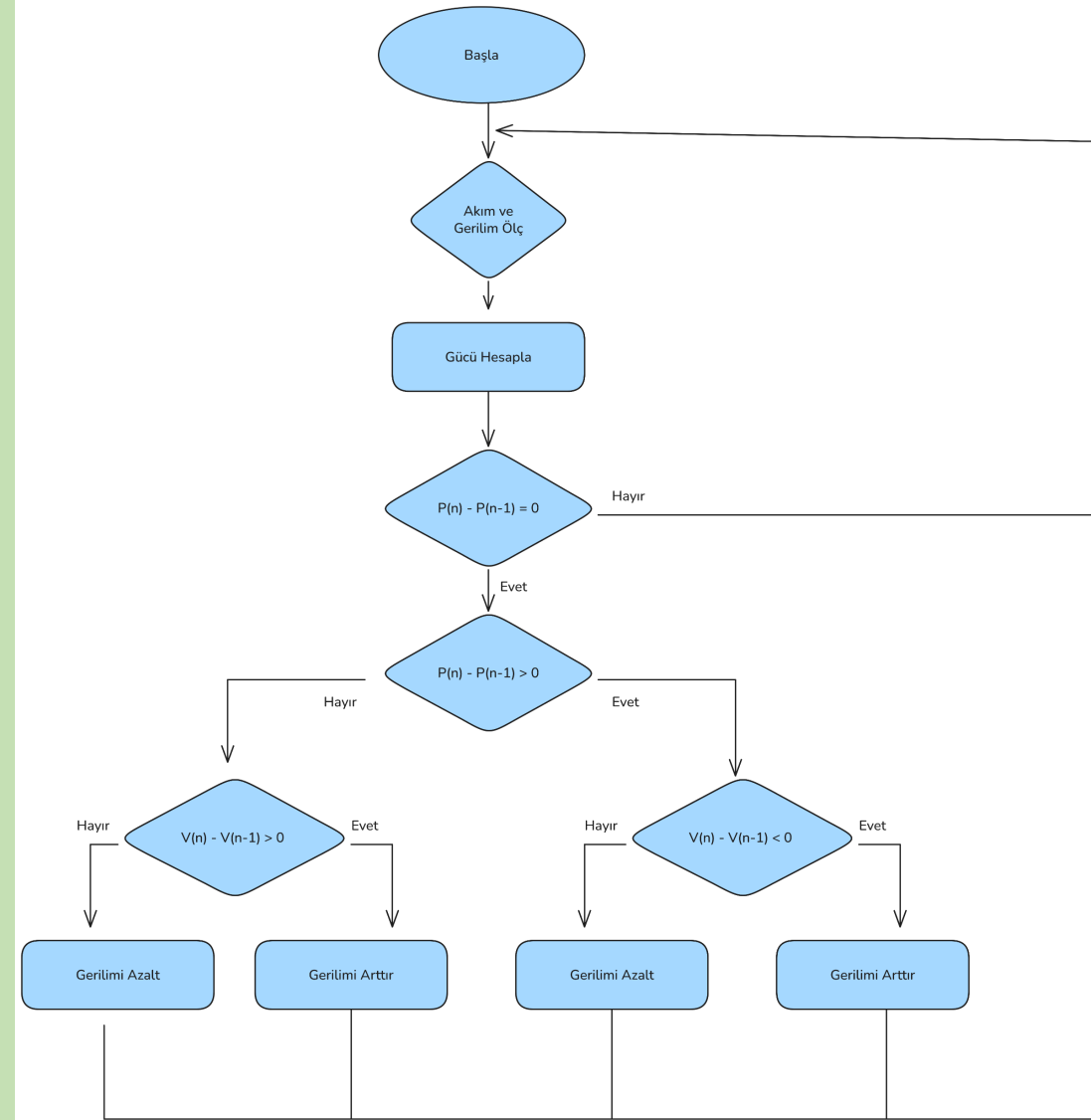
Boost Converter Modellemesi



Değiştir ve Gözle (Perturb and Observe - P&O) Algoritması

- Değiştir ve Gözle (P&O), basitliği ve etkinliği nedeniyle en yaygın kullanılan MPPT algoritmalarından biridir. Çalışma prensibi, sistemin çalışma gerilimini periyodik olarak küçük bir adımda değiştirmeye (perturb) ve ardından çıkış gücündeki değişimi gözlemlemeye (observe) dayanır .
- Algoritma, panel gerilimini artırır ve bir önceki adıma göre çıkış gücünün artıp artmadığını kontrol eder.

Yazılım Algoritmasının Akış Diyagramı



Donanım ve Yazılım Çalışmaları

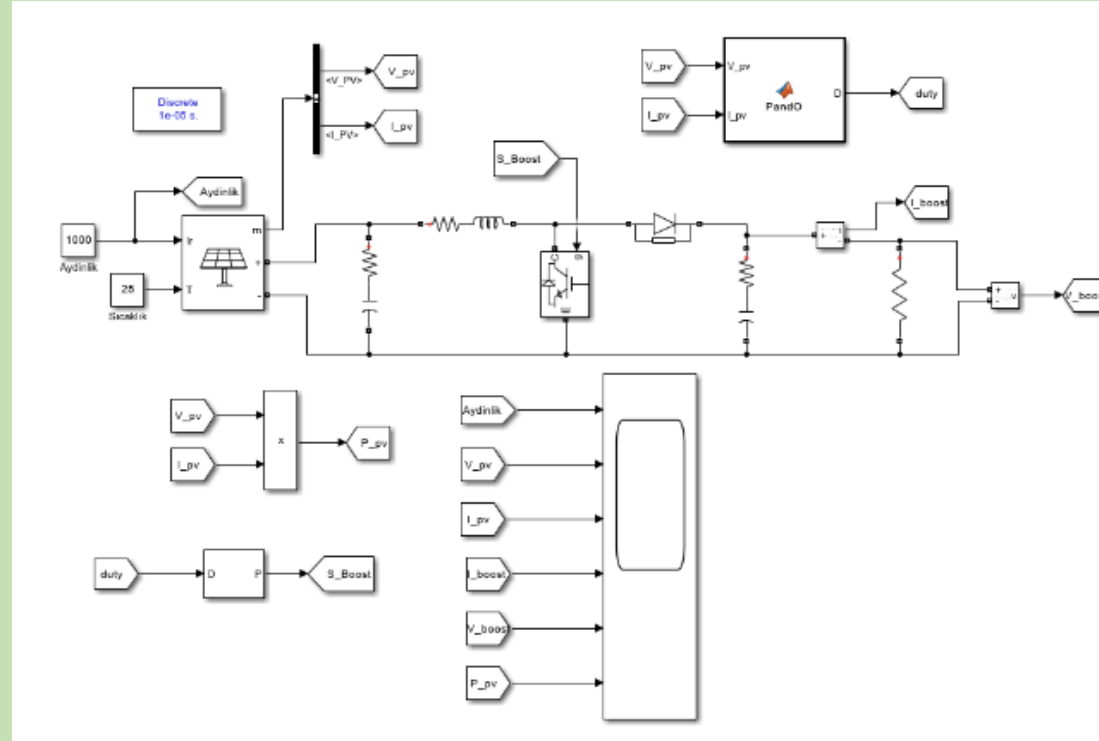
- Sistem, bir güç katı ve bir kontrol katından oluşmaktadır. Sistemin beyni olan ARM tabanlı STM32 mikroişlemci, MPPT algoritmasını çalıştırır. Algoritmanın çıktısına göre, görev döngüsünü (duty cycle) ayarlayarak paneli maksimum güç noktasında çalışmasını sağlar.
- Sistemde ARM Mikroişlemci kullanılma sebebi mikroişlemcinin, erişilebilir olması ve sahip olduğu çekirdek yüksek frekanslı PWM sinyallerini hassas bir şekilde üretebilme kabiliyetiyle bu uygulama için ideal bir platform sunmaktadır.

Yazılım ve Algoritma Uygulaması

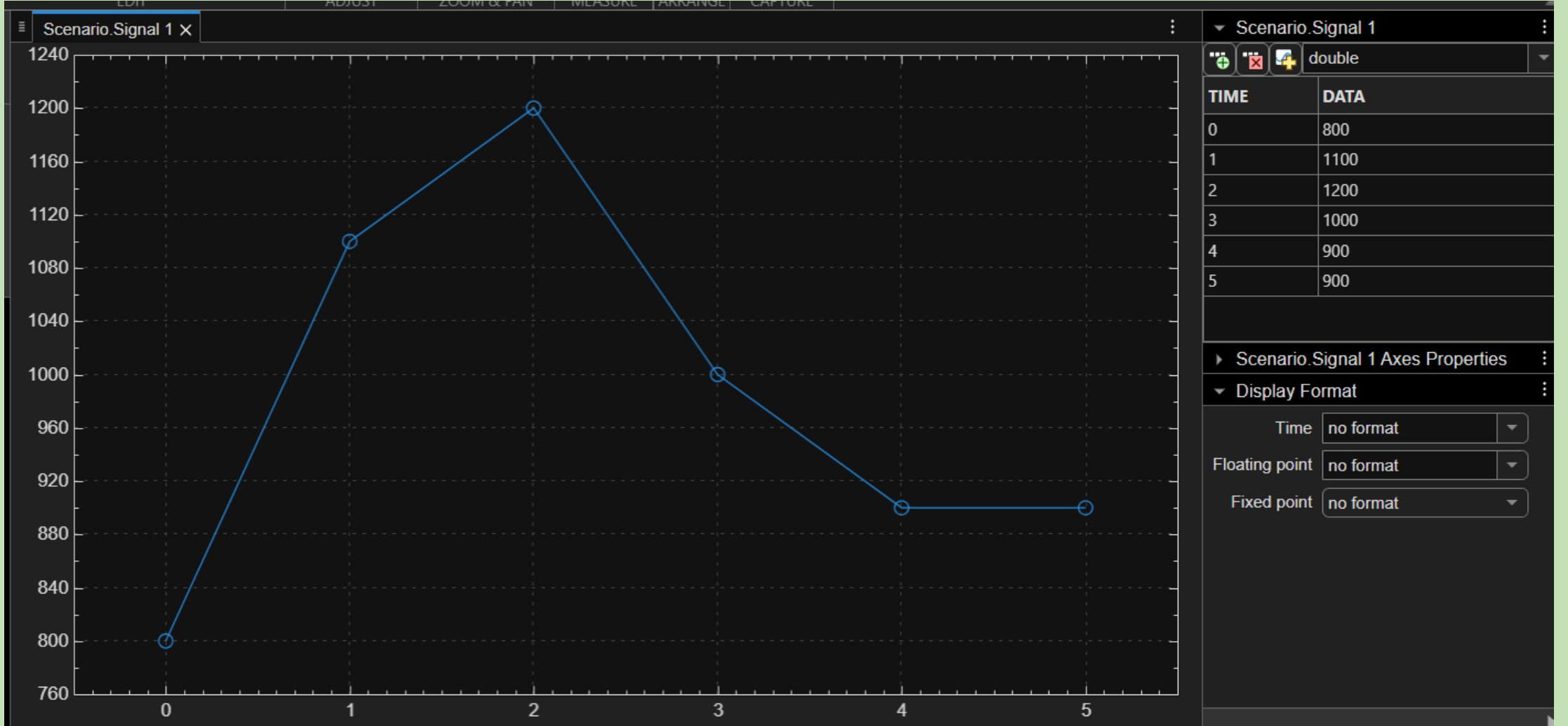
- Değiştir ve Gözle (P&O) algoritması, STM32 mikroişlemci üzerinde periyodik olarak çalışan bir dijital kontrol döngüsü olarak hayata geçirilmiştir. Uygulamanın çalışma sistematığı aşağıdaki adımlardan oluşur:
 - *Veri Okuma (Sensing)*
 - *Hesaplama (Calculation)*
 - *Gözlem (Observation)*
 - *Karar Verme (Decision)*
 - *Uygulama (Perturbation)*

Simülasyon Sonuçları

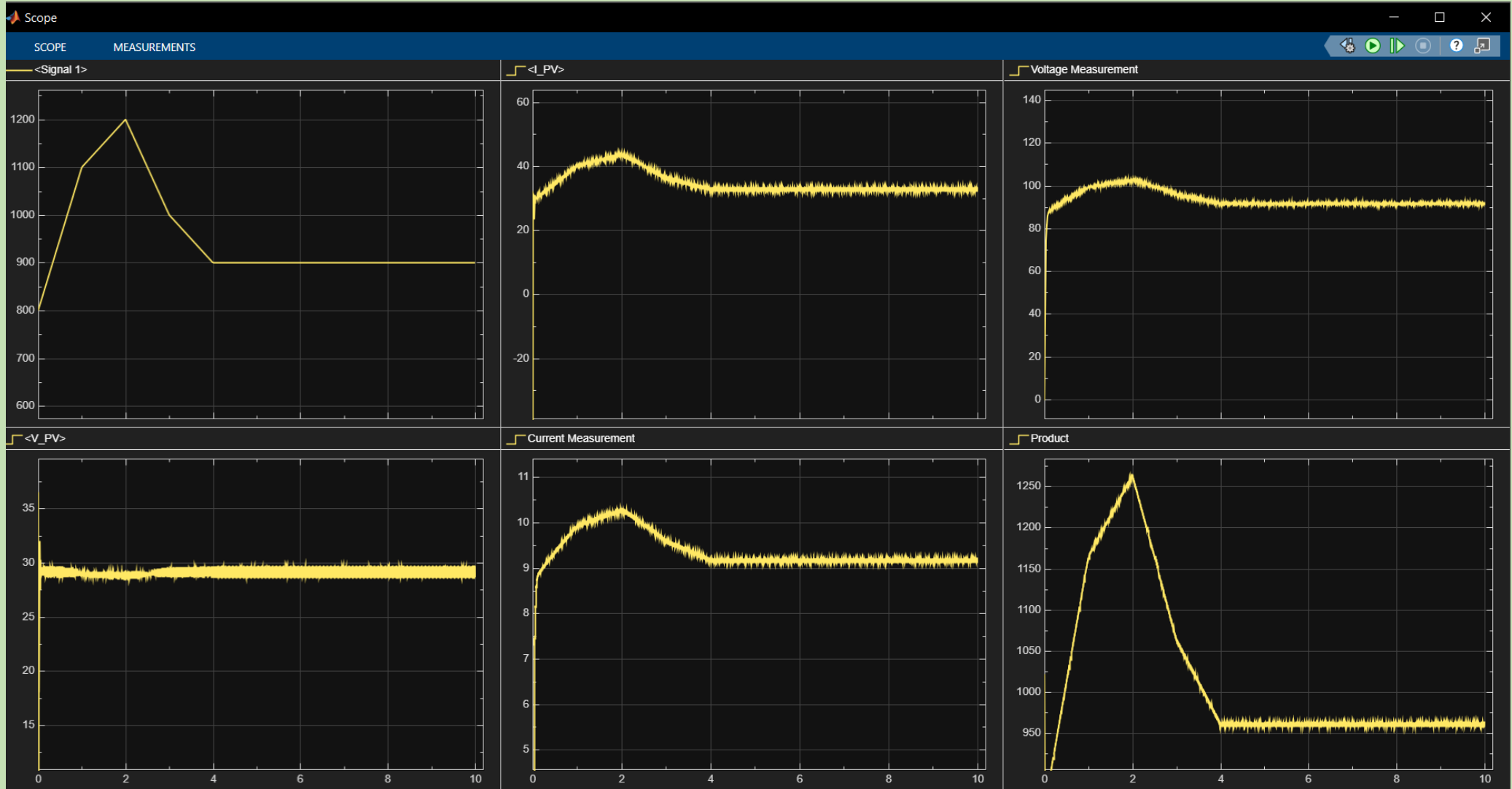
- Sistemin simülasyon modeli, Matlab Simulink ortamında oluşturulmuştur ve bir PV panel, DC-DC yükseltici dönüştürücü ve P&O algoritmasını içeren bir kontrolcü bloğundan oluşmaktadır.



Sistemin Simulink Modeli



Güneş Işınımı Seviyeleri Senaryosu



Simölasyondan Elde Edilen Çıkış Değerleri

- Elde edilen verim, yüzdelik şekilde sonuca varılmıştır. Bu testlerden elde edilen sonuçlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Hesaplanan ve Ölçülen Değerler

Işınım (W/m^2)	Teorik Maksimum Güç Noktası P_{mpp} (W)	Ölçülen Güç P_{pv} (W)	Verimi (%)
1200	1264,24	1250	98,67
1100	1165,28	1150	98,69
1000	1065,78	1050	98,52
900	962,41	950	98,71
800	85999	850	98,84

- Tasarlanan sistem tüm ışınım seviyelerinde teorik maksimum güce çok yakın değerlerde güç çekmeyi başarmıştır. Bu bulgular, P&O algoritmasının ve kontrolcü tasarımının, hem dinamik değişimlere hızla uyum sağlayabildiğini hem de kararlı koşullarda enerjiyi minimum kayıpla aktarabildiğini kanıtlamaktadır.

Sonuçlar

- Fotovoltaik (PV) sistemlerin değişken atmosferik koşullar altındaki verimlilik sorununu ele almak amacıyla, ARM tabanlı bir STM32 mikrodenetleyici ile kontrol edilen, Değiştir ve Gözle (P&O) algoritmasına dayalı bir Maksimum Güç Noktası Takibi (MPPT) solar şarj kontrolcüsü simülasyon ortamında başarıyla tasarlanmış ve performansı simülasyonlarla doğrulanmıştır.
- Elde edilen simülasyon bulguları, tasarlanan sistemin hem kararlı durumda hem de dinamik olarak değişen güneş ışınlımı koşulları altında maksimum güç noktasını yüksek bir doğruluk ve hızla takip edebildiğini göstermiştir.

- Bu çalışmanın sektöre olan katkısı ise, düşük maliyetli ve piyasada kolayca bulunabilen bileşenler kullanılarak, ticari ürünlerle rekabet edebilecek düzeyde yüksek verimliliğe sahip bir solar şarj kontrolcüsü için tasarlanabileceği gösterilmiştir.
- Gelecek çalışmalar, bu donanım platformu üzerinde kısmi gölgelenme koşulları için daha gelişmiş algoritmaların test edilmesi veya sisteme bir batarya yönetim sistemi (BMS) entegre edilmesi ile beraber bu elde edilen enerjinin On Grid veya Off Grid olarak kullanılması aşamaları gibi konulara odaklanabilir.

Beni Dinlediğiniz için Teşekkürler.