

FOTOVOLTAİK PANEL DENEYLERİ

1. Giriş

Fotovoltaik panel ile ilgili aşağıdaki deneyler yapılacaktır.

1. Fotovoltaik panel açık devre geriliminin ölçülmesi
2. Fotovoltaik panel kısa devre akımının ölçülmesi
3. Fotovoltaik panel akım-gerilim karakteristiğinin çıkarılması
4. Fotovoltaik panelin güneş gün içi hareketine bağlı yüklü çıkış geriliminin incelenmesi
5. Fotovoltaik panellerin seri bağlantısının incelenmesi
6. Fotovoltaik panellerin paralel bağlantısının incelenmesi
7. Temel fotovoltaik sisteminin kurulması (AC yük)

2. Hazırlık Soruları

Aşağıdaki sorulardan 4 tanesini cevaplandırınız.

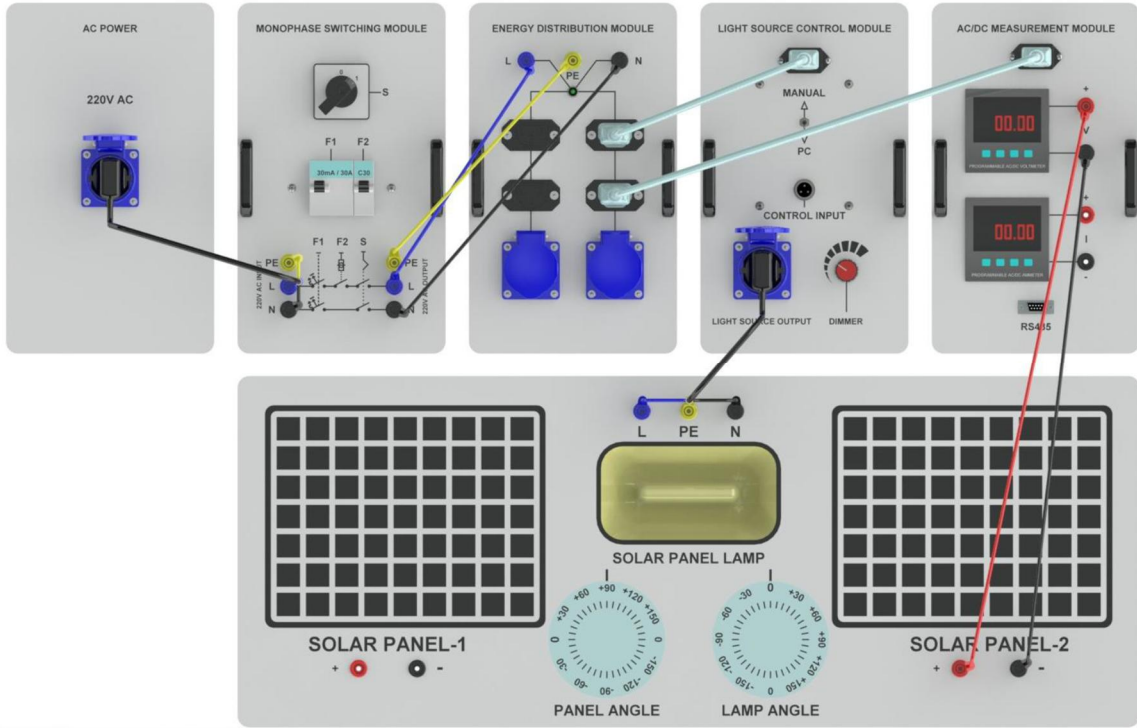
1. Fotovoltaik (FV) panel çeşitlerini ve özelliklerini açıklayınız. Ticari olarak kullanılabilen FV panellerin verimleri hakkında bilgi veriniz.
2. FV hücre eşdeğer devresini çizip, matematiksel modeli açıklayınız.
3. FV panel akım, gerilim ve gücünün solar radyasyon ve çalışma sıcaklığına göre nasıl değiştiğini şekil de çizerek açıklayınız.
4. FV enerji sistemlerinde maksimum güç takibi (MPPT) neden ve nasıl yapılır? FV sistemi maksimum gücünde tutabilmek için ne tür stratejiler uygulanabilir?
5. Şebekeye bağlı bir FV sistemin temel kısımlarını şekil çizerek belirtiniz ve görevlerini açıklayınız.
6. FV sistemlerde gün ışığı ve sıcaklık değişimlerine karşı yüke uygulanan doğru gerilimi sabit tutabilmek için ne yapılmalıdır? Şekil de çizerek açıklayınız.
7. FV sistemlerde gün ışığı ve sıcaklık değişimlerine karşı yüke uygulanan alternatif gerilimin genlik ve frekansını sabit tutabilmek için ne yapılmalıdır? Şekil de çizerek açıklayınız.
8. FV sistemlerde enerji depolama ve şarj regülatörü kullanmanın önemini gerekirse şekil de çizerek açıklayınız.

3. Fotovoltaik Panel Deneyleri

3.1. Fotovoltaik Panel Açık Devre Geriliminin Ölçülmesi

1. Fotovoltaik Panel – Işık Kaynağı Modülünde kullanılan panellerin açık devre gerilimi, üretici firma tarafından panelin alt kısmında yer alan etikette verilmiştir. Bu değerler 1000W/m^2 ışık gücü altında elde edilen test değerleridir. Eğitim setinde kullanılan halojen lamba ile ancak 100W/m^2 ışık gücüne ulaşılabilmektedir. Etiketle verilen açık devre gerilim değerini (V_{OC}) Tablo-1'e kaydediniz.

2. Şekil-1’de verilen bağlantıyı gerçekleştiriniz. Laboratuvardaki ışık miktarını ortalama bir duruma alarak sabit tutunuz. Lamba veya perdelerin konumunun değiştirilmesi deney sonuçlarını etkileyecektir.
3. Fotovoltaik Panel – Işık Kaynağı Modülünde ışık geliş açısını 90° ve panel yüzeyini yere paralel olacak şekilde (yaz mevsimi) ayarlayınız. Bu maksatla modül üzerindeki pimleri çekerek gerekli ayarlamaları yapınız ve pimleri yerlerine oturtunuz.
4. Dijital lüksmetreyi panelin ortasına gelecek şekilde yerleştiriniz. Light Source Control Module üzerindeki DIMMER potansiyometresini maksimum konuma alarak güneş ışığı için maksimum parlaklık ayarını yapınız. Bu durumda lüksmetrenin gösterdiği değeri gözlemleyerek ışık kaynağının açısını hafifçe ayarlayarak lüksmetrede maksimum değeri görünüz ve bu değeri Tablo-1’e kaydediniz. (Güneş ile yerküre arasındaki mesafe, eğitim seti ile panel arasındaki mesafeye oranla çok fazla olduğundan, ışık kaynağının 90 dereceden küçük bir açıyla panele uygulanması 90 dereceye göre daha yüksek bir ışık şiddetine sebep olabilir.) Lüksmetreyi panel üzerinden alarak AC/DC Measurement Modülündeki voltmetrenin gösterdiği değeri Tablo-1’e kaydediniz. Bu değer ölçüm yoluyla elde edilen V_{OC} değerini vermektedir.

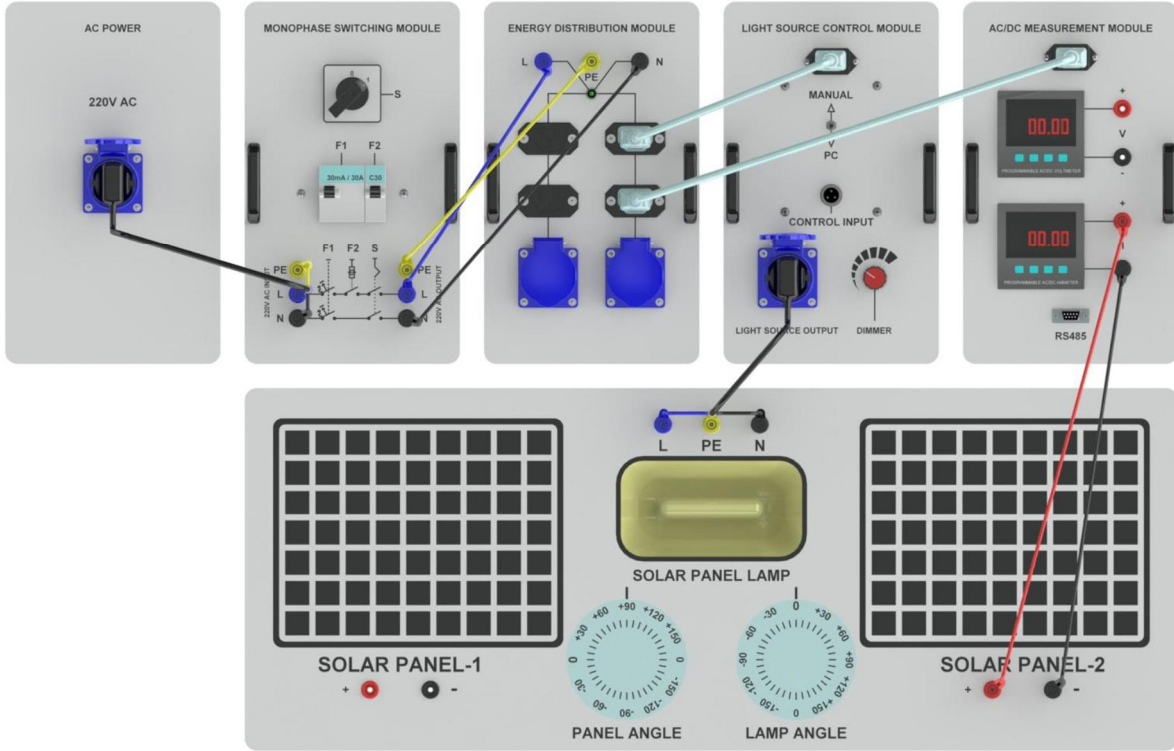


Şekil 1. Fotovoltaik panel açık devre geriliminin ölçülmesi

3.2. Fotovoltaik Panel Kısa Devre Akımının Ölçülmesi

1. Fotovoltaik Panel – Işık Kaynağı Modülünde kullanılan panellerin kısa devre akımı, üretici firma tarafında panelin alt kısmında yer alan etikette verilmiştir. Bu değerler $1000W/m^2$ ışık gücü altında elde edilen test değerleridir. Eğitim setinde kullanılan halojen lamba ile ancak $100W/m^2$ ışık gücüne ulaşılabilmektedir. Etiketle verilen kısa devre akım değerini (I_{SC}) Tablo-2’e kaydediniz.

2. Şekil-2’de verilen bağlantıyı gerçekleştiriniz. Laboratuvardaki ışık miktarını ortalama bir duruma alarak sabit tutunuz. Lamba veya perdelerin konumunun değiştirilmesi deney sonuçlarını etkileyecektir.
3. Fotovoltaik Panel – Işık Kaynağı Modülünde ışık geliş açısını 90° ve panel yüzeyini yere paralel olacak Şekilde (yaz mevsimi) ayarlayınız. Bu maksatla modül üzerindeki pimleri çekerek gerekli ayarlamaları yapınız ve pimleri yerlerine oturtunuz.
4. Dijital lüksmetreyi panelin ortasına gelecek Şekilde yerleştiriniz. Light Source Control Module üzerindeki DIMMER potansiyometresini maksimum konuma alarak güneş ışığı için maksimum parlaklık ayarını yapınız. Bu durumda lüksmetrenin gösterdiği değeri gözlemleyerek ışık kaynağının açısını hafifçe ayarlayarak lüksmetrede maksimum değeri görünüz ve bu değeri Tablo-2’e kaydediniz. (Güneş ile yerküre arasındaki mesafe, eğitim seti ile panel arasındaki mesafeye oranla çok fazla olduğundan, ışık kaynağının 90 dereceden küçük bir açıyla panele uygulanması 90 dereceye göre daha yüksek bir ışık Şiddetine sebep olabilir.) Lüksmetreyi panel üzerinden alarak AC/DC Measurement Modülündeki ampermetrenin gösterdiği değeri Tablo-2’e kaydediniz. Bu değer ölçüm yoluyla elde edilen I_{SC} değerini vermektedir.

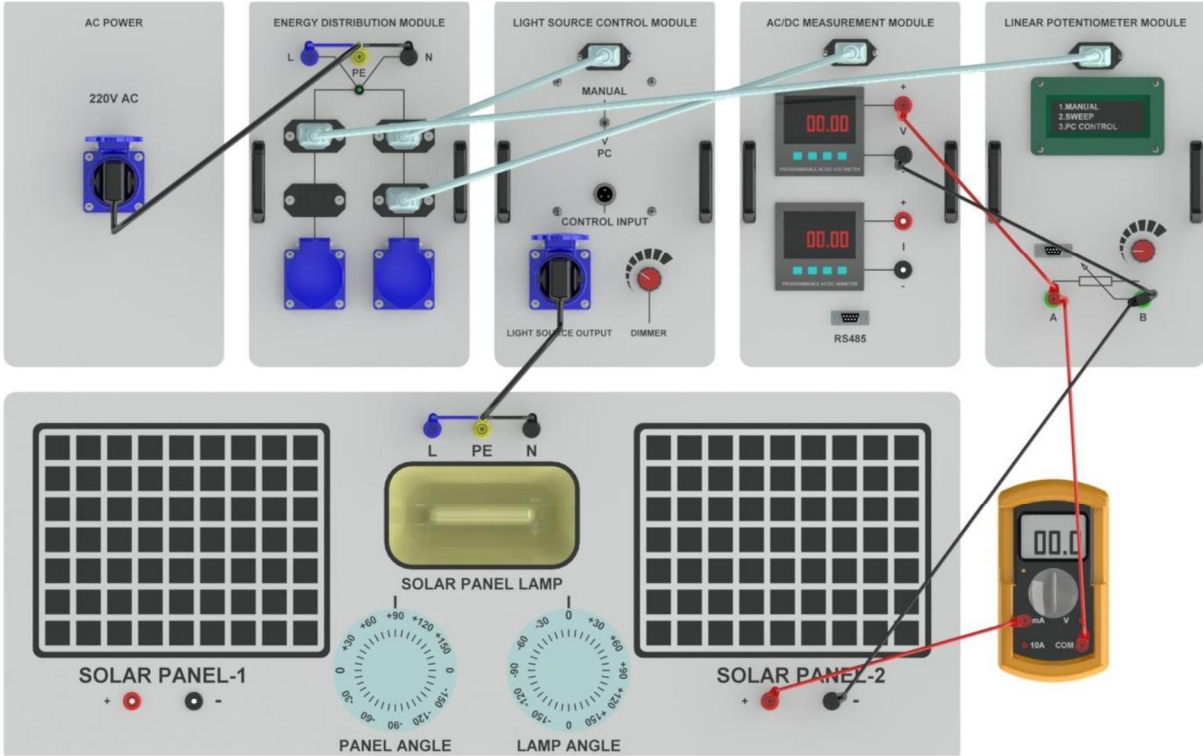


Şekil 2. Fotovoltaik panel kısa devre akımının ölçülmesi

3.3. Fotovoltaik Panel Akım-Gerilim Karakteristiğinin ıkarılması

1. Şekil-3’de verilen bağlantıyı gerçekleştiriniz. Laboratuvardaki ışık miktarını ortalama bir duruma alarak sabit tutunuz. Lamba veya perdelerin konumunun değiştirilmesi deney sonuçlarını etkileyecektir.
2. Fotovoltaik Panel – Işık Kaynağı Modülünde ışık geliş açısını 90° ve panel yüzeyini yere paralel olacak Şekilde (yaz mevsimi) ayarlayınız. Bu maksatla modül üzerindeki pimleri çekerek gerekli ayarlamaları yapınız ve pimleri yerlerine oturtunuz.

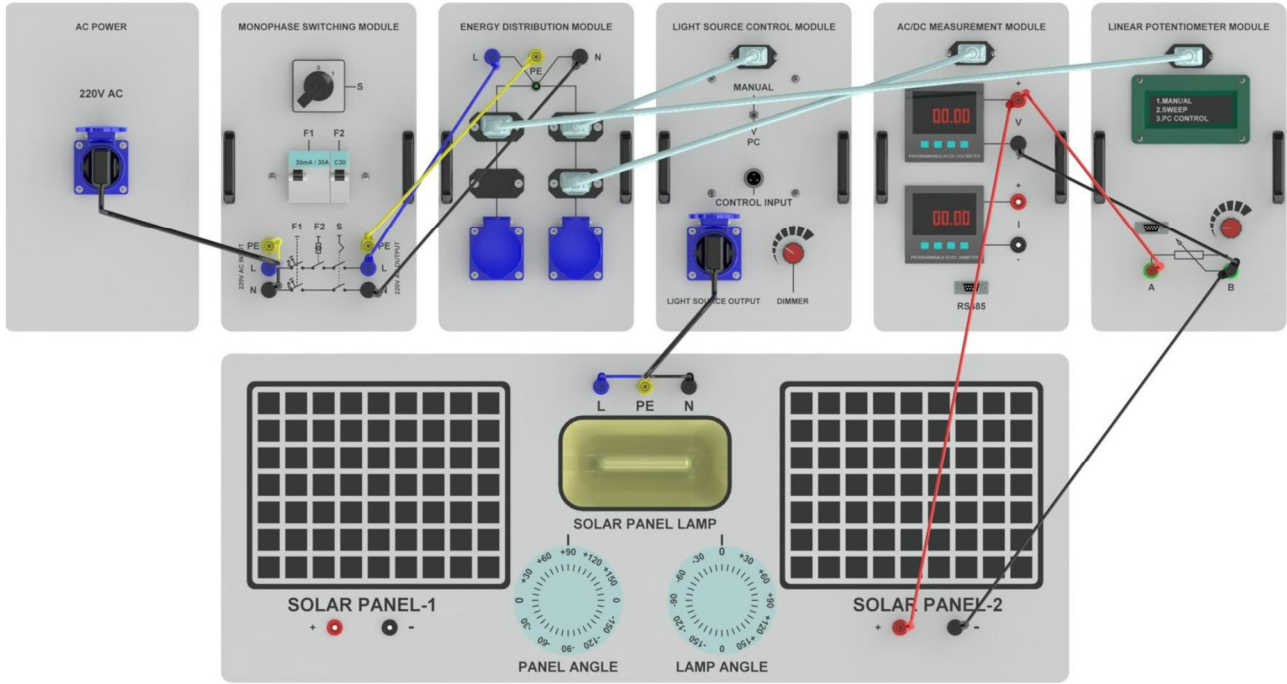
3. Dijital lüksmetreyi panelin ortasına gelecek şekilde yerleştiriniz. Light Source Control Module üzerindeki DIMMER potansiyometresini maksimum konuma alarak güneş ışığı için maksimum parlaklık ayarını yapınız. Bu durumda lüksmetrenin gösterdiği değeri gözlemleyerek ışık kaynağının açısını hafifçe ayarlayarak lüksmetrede maksimum değeri görünüz ve bu değeri Tablo-3'e kaydediniz. (Güneş ile yerküre arasındaki mesafe, eğitim seti ile panel arasındaki mesafeye oranla çok fazla olduğundan, ışık kaynağının 90 dereceden küçük bir açıyla panele uygulanması 90 dereceye göre daha yüksek bir ışık şiddetine sebep olabilir.)
4. Electronic Potentiometer Modülünü 10ohm azalma ile 500Ω yük değerinden başlayarak düşecek şekilde ayarlayınız.
5. Electronic Potentiometer Modülünde bulunan potansiyometre ile direnç değerinin 500Ω'dan başlayarak her 10Ω'luk azalması sonucunda AC/DC Measurement Modülündeki voltmetre ve haricen bağlayacağınız miliampermetrenin gösterdiği değerleri Tablo-3'e kaydediniz.
6. Tablo-3'de elde ettiğiniz akım ve gerilim değerlerini kullanarak Grafik-1 ile verilen alana akım-gerilim karakteristiğini çiziniz.
7. Işık gücünü sırasıyla 1000lüx, 2000lüx, 3000lüx, 4000lüx ve 5000lüx olacak şekilde ayarlayarak her bir ışık gücü için ölçümleri tekrar ediniz.
8. Elde ettiğiniz diğer sonuçlara göre I-V karakteristiklerini de Grafik-1 ile verilen alana çiziniz.



Şekil 3. Fotovoltaik panel akım-gerilim karakteristiğinin çıkarılması

3.4. Fotovoltaik Panelin Güneş Gün İçi Hareketine Bağlı Yüklü Çıkış Geriliminin İncelenmesi

1. Şekil-4’de verilen bağlantıyı gerçekleştiriniz. Laboratuvardaki ışık miktarını ortalama bir duruma alarak sabit tutunuz. Lamba veya perdelerin konumunun değıştirilmesi deney sonuçlarını etkileyecektir.
2. Electronic Potentiometer Modülünü 200Ω direnç değerine ayarlayınız.
3. Panele gelen ışığı 0° ile 90° arasında Tablo-4’de verildiği şekilde ayarlayınız. Her bir açı değerine karşılık gelen ışık gücünü Light Source Control Modülü üzerindeki DIMMER potansiyometresi ile ayarlayınız.
4. Her bir açı ve ışık gücüne karşılık gelen gerilim değerini Tablo-4’e kaydediniz.

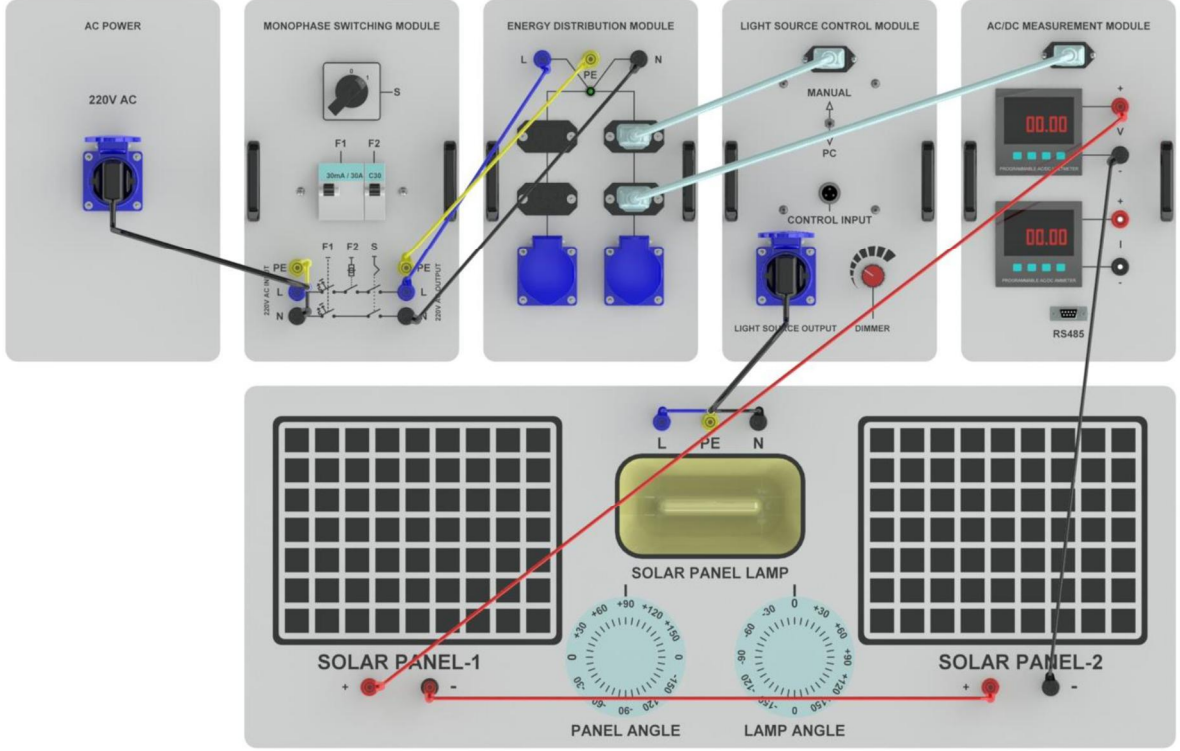


Şekil 4. Fotovoltaik panelin güneş gün içi hareketine bağlı yüklü çıkış geriliminin incelenmesi

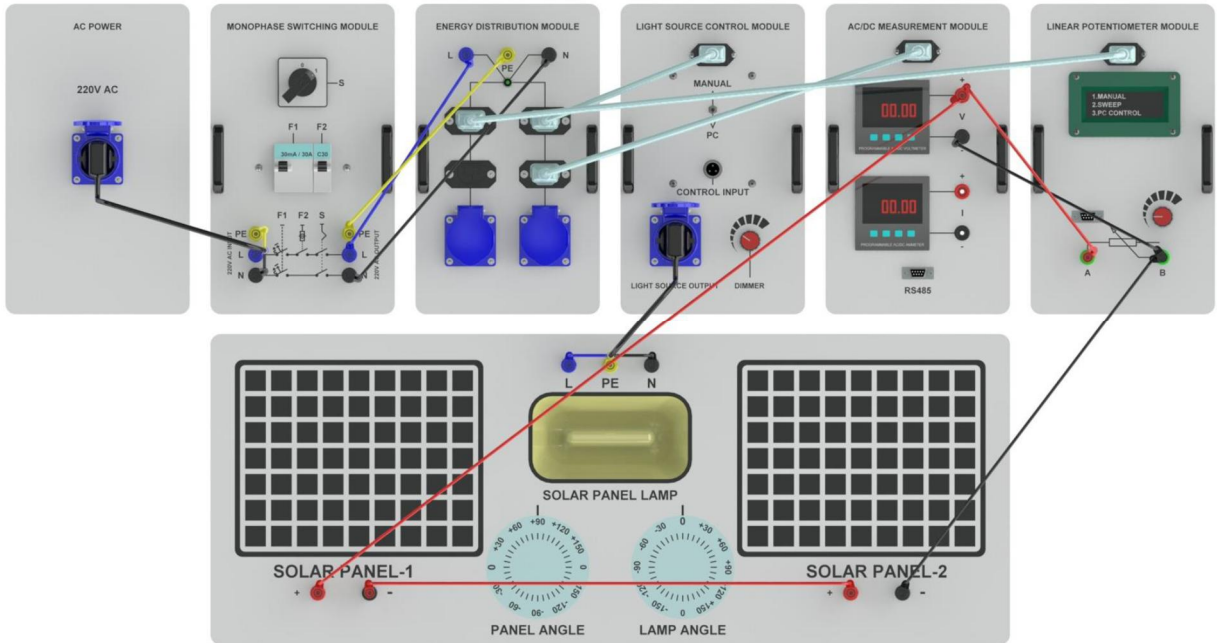
3.5. Fotovoltaik Panellerin Seri Bağlantısının İncelenmesi

1. Şekil-5’de verilen bağlantıyı gerçekleştiriniz. Laboratuvardaki ışık miktarını ortalama bir duruma alarak sabit tutunuz. Lamba veya perdelerin konumunun değıştirilmesi deney sonuçlarını etkileyecektir.
2. Fotovoltaik Panel – Işık Kaynağı Modülünde ışık geliş açısını 90° olarak ayarlayınız. Bu maksatla modül üzerindeki pimleri çekerek gerekli ayarlamaları yapınız ve pimleri yerlerine oturtunuz. Işık şiddetini DIMMER potansiyometresi ile maksimum yapınız.
3. AC/DC Measurement Modülünde bulunan voltmetrenin gösterdiği değeri Tablo-5’e kaydediniz.

4. Seri bağlı panel çıkış uçlarına Electronic Potentiometer Modülünü 200Ω değerine ayarlayarak Şekil-6'da gösterildiği gibi bağlayınız. Yüklü ıkış geriliminin değerini ölçerek Tablo-5'e kaydediniz.



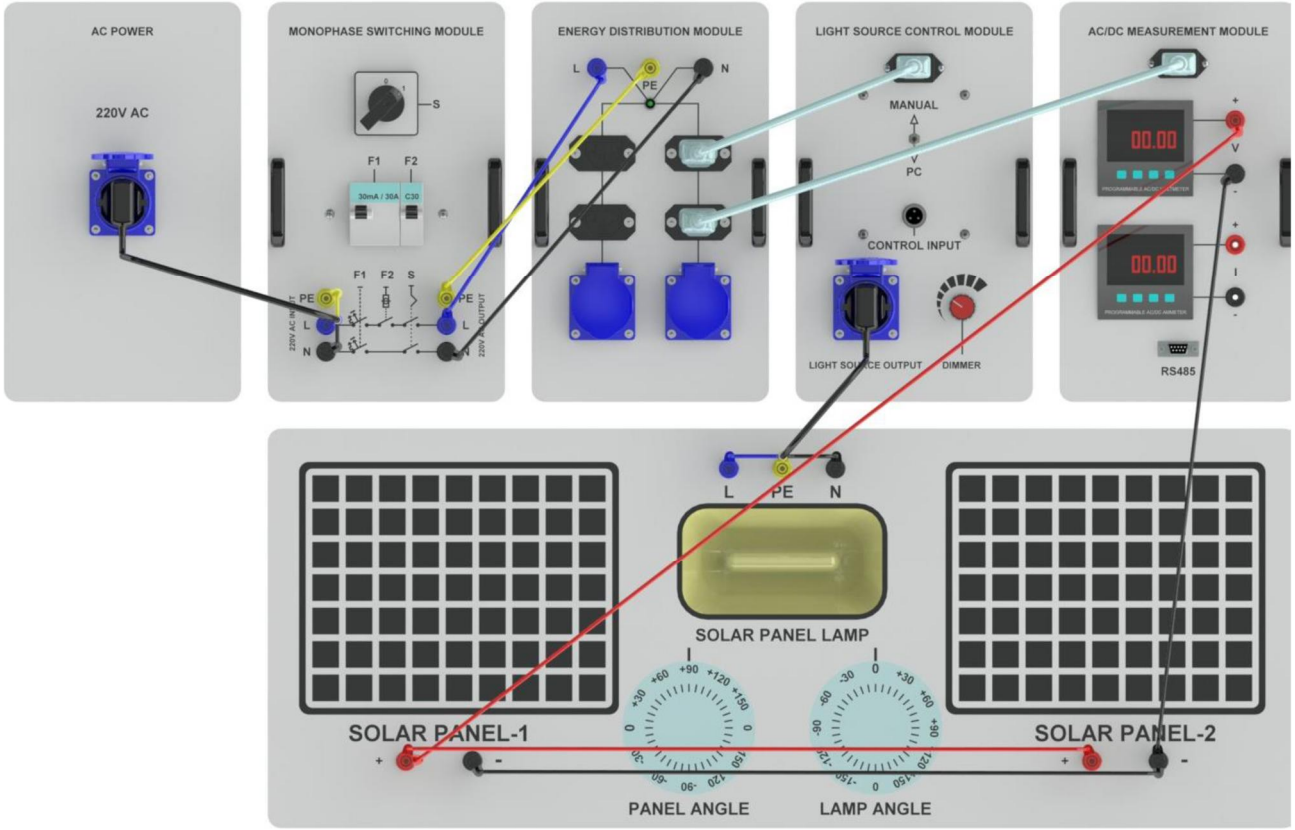
Şekil 5. Fotovoltaik panellerin seri bağlantısının incelenmesi (yüksüz durum)



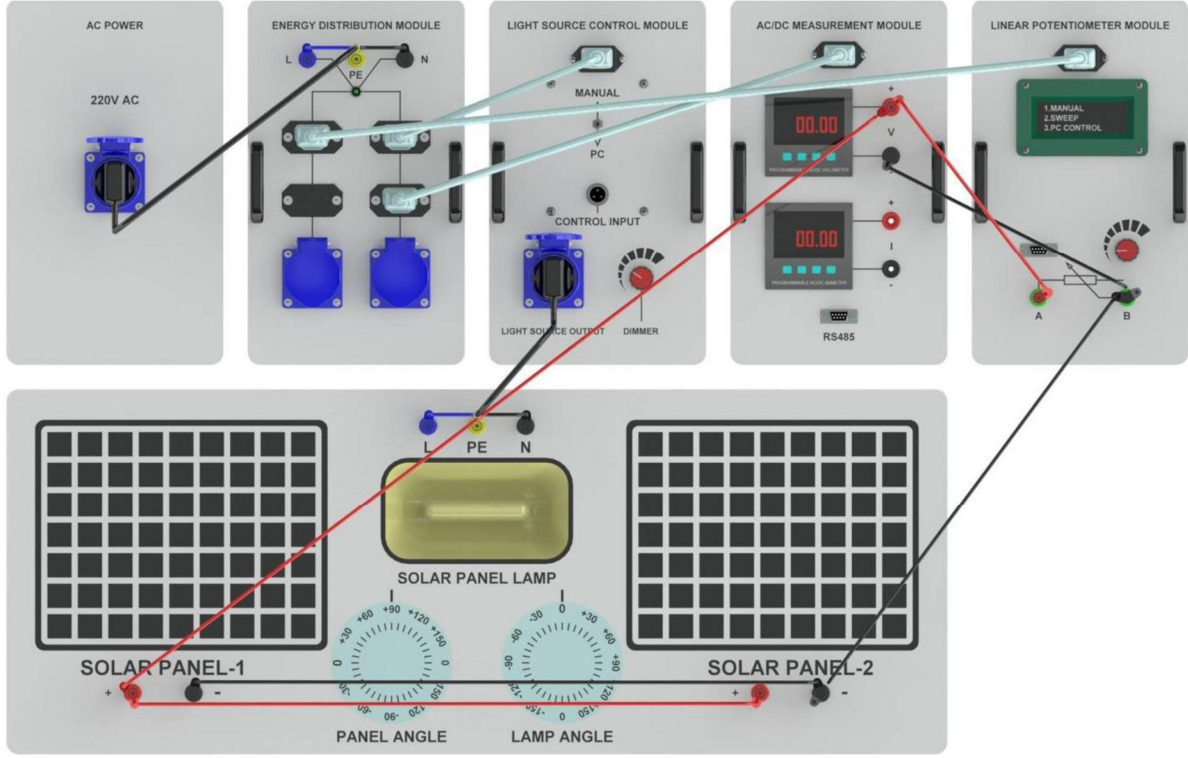
Şekil 6. Fotovoltaik panellerin seri bağlantısının incelenmesi (yüklü durum)

3.6. Fotovoltaik Panellerin Paralel Bağlantısının İncelenmesi

1. Şekil-7’de verilen bağlantıyı geręekleřtiriniz. Laboratuvardaki ışık miktarını ortalama bir duruma alarak sabit tutunuz. Lamba veya perdelerin konumunun değiştirilmesi deney sonuçlarını etkileyecektir.
2. Fotovoltaik Panel – Işık Kaynağı Modülünde ışık geliş açısını 90° olarak ayarlayınız. Bu maksatla modül üzerindeki pimleri çekerek gerekli ayarlamaları yapınız ve pimleri yerlerine oturtunuz.
3. AC/DC Measurement Modülünde bulunan voltmetrenin gösterdiği değeri Tablo-6’ya kaydediniz.
4. Paralel bağlı panel çıkış uçlarına Electronic Potentiometer Modülünü 200Ω değerine ayarlayarak Şekil-8’de gösterildiği gibi bağlayınız. Yüklü çıkış geriliminin değerini ölçerek Tablo-6’ya kaydediniz.



Şekil 7. Fotovoltaik panellerin paralel bağlantısının incelenmesi (yüksüz durum)



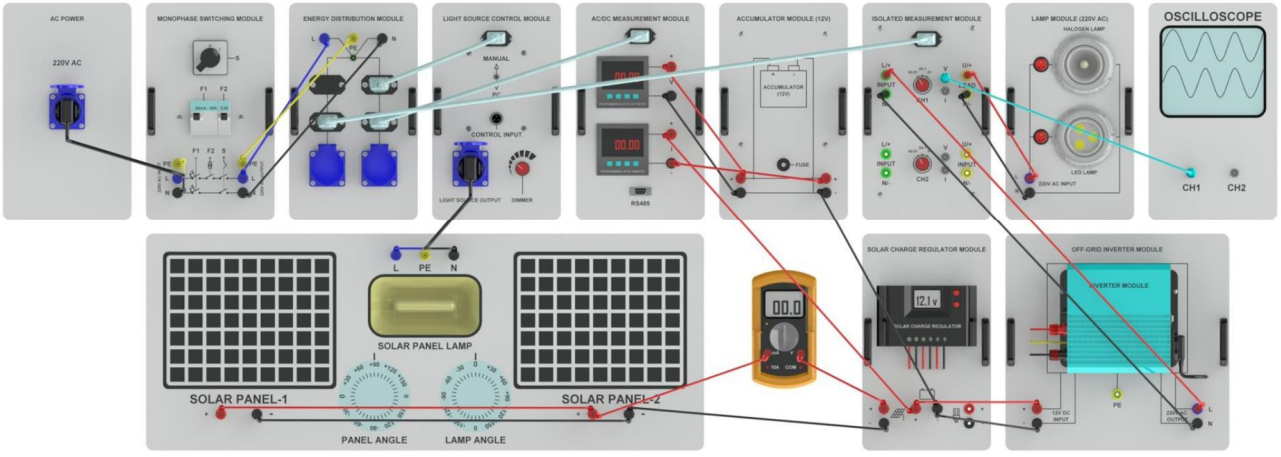
Şekil 8. Fotovoltaik panellerin paralel bağlantısının incelenmesi (yükli durum)

3.7. Temel Fotovoltaik Sisteminin Kurulması (AC Yük)

1. Şekil-9'da verilen bağlantıyı gerçekleştiriniz. Laboratuvardaki ışık miktarını ortalama bir duruma alarak sabit tutunuz. Lamba veya perdelerin konumunun değiştirilmesi deney sonuçlarını etkileyecektir.
2. Fotovoltaik Panel – Işık Kaynağı Modülünde ışık geliş açısını 90° olarak ayarlayınız. Bu maksatla modül üzerindeki pimleri çekerek gerekli ayarlamaları yapınız ve pimleri yerlerine oturtunuz.
3. Light Source Control modülündeki DIMMER potansiyometresi ile ışık şiddetini maksimum yapınız.
4. OFF Grid Inverter modülünde yer alan güç anahtarını 0 konumuna alınız.
5. Solar Charge Regulator Modülü üzerindeki verilere dikkat ediniz.
6. Batarya şarj seviyesi yeterli değil ise şarj olması için bir süre bekleyiniz. Batarya seviyesi uygun hale gelince OFF Grid Inverter modülünde yer alan güç anahtarını 1 konumuna alınız.
7. OFF Grid Inverter modülünde POWER düğmesi yanında yer alan yeşil LED yanmalıdır. Kırmızı led yanıyor ve sesli ikaz veriyorsa batarya yeterli seviyede şarjlı değil demektir. Bu durumda inverteri kapatarak batarya şarj edilmelidir.
8. OFF Grid Inverter modülünde POWER düğmesi yanında yer alan yeşil LED yandıktan sonra osiloskop ekranında gördüğünüz sinyal şeklini Grafik-2 ile verilen alana kaydediniz. Sinyale ait V_{pp} , V_{rms} ve frekans değerlerini ölçerek kaydediniz. (Isolated Measurement

Module CH1 seçim anahtarı x0.01 konumunda olduğundan gerçek değeri bulmak için ölçümü 100 ile çarpmalısınız.)

9. Lamp Module (220V AC) üzerindeki Led Lamp anahtarını 1 konumuna alarak sistemi yükleyiniz. Bu durumda çıkış sinyali şeklindeki değişimleri inceleyiniz. (Led lamba uzun süre devrede kalırsa bataryanın durumuna bağlı olarak inverter çıkış gücünü kesecek ve sesli uyarı verecektir.)
10. Lamp Module (220V AC) üzerindeki Halogen Lamp anahtarını 1 konuma alarak sistemi daha da yükleyiniz. Off-Grid Inverter Modülünü takip ediniz. Bir süre sonra bataryanın durumuna bağlı olarak inverter çıkış gücünü kesecek ve sesli uyarı verecektir.



Şekil 9. Temel fotovoltaik sisteminin kurulması (AC Yük)