

T. C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ DENEYLER I

YENİLENEBİLİR ENERJİ (GÜNEŞ) SİSTEMLERİ
DENEYİ

ÖĞRENCİ NO :

ADI SOYADI :

DENEY SORUMLUSU : Öğr. Grv. Selim TEZGEL

DEĞERLENDİRME :

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle artan sanayi faaliyetleri enerjiye olan talebi büyük ölçüde artırmıştır. Bu artışın mevcut enerji kaynaklarını tüketme noktasına getirmiş olması tüm dünyayı sürdürülebilir enerji kaynakları arayışına yönlendirmiştir. Ayrıca küresel ısınma ve iklim değişikliğinin başlıca yapay nedenleri arasında yoğun olarak kullanılan kömür, petrol gibi fosil yakıtların kullanımı gösterilmektedir. Bu yüzden bizlerin ve aynı zamanda gelecek nesillerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak ve çevreye verilen zararı en aza indirgeyebilmek için rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, dalga enerjisi ve jeotermal enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak artık geri dönüşü olmayan bir mecburiyet haline gelmiştir.

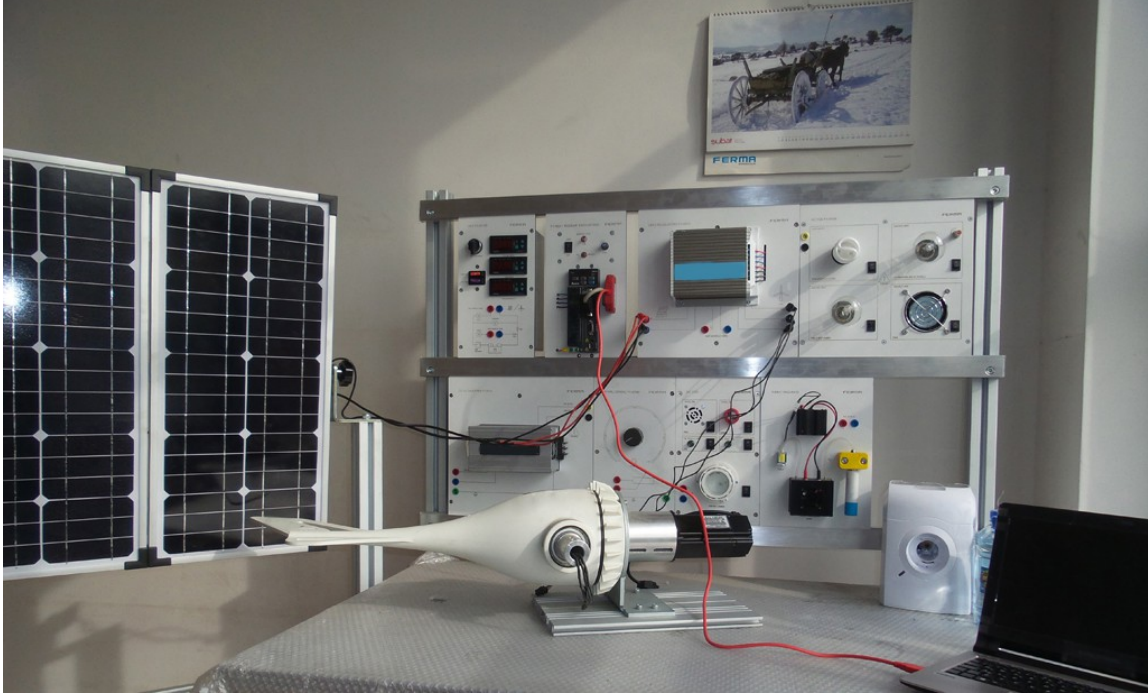
Ülkemiz için durum değerlendirildiğinde, 2011 verilerine göre kullanılan enerji kaynakları: %32 Doğal Gaz, %27 Petrol, %15 Taş Kömürü, %14 Linyit, %4 Hidrolik, %0,5 Güneş ve Jeotermal ve son olarak %0,3 oranında Rüzgar şeklinde sıralanmaktadır. Bunlar arasında en çok kullanılanlara bakıldığında ilk üç sırada yer alan kaynakları ithal ettiğimiz görülmektedir. Bu enerjideki dışa bağımlılığı azaltmanın yolu da yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaktan geçiyor.

2. DENEY ÖNCESİ SORULARI

(Deneye katılan her öğrencinin sözlü ve/veya yazılı olarak cevaplaması gereken ön-değerlendirme sorularıdır.)

- Deney nedir ve bu deneyi neden yapıyoruz?
- Elektron kelimesini kavramsal olarak açıklayıp, etimolojik olarak hangi anlamlara geldiğini söyleyiniz/yazınız.
- Elektrik kelimesini kavramsal olarak açıklayıp, etimolojik olarak hangi anlamlara geldiğini söyleyiniz/yazınız.
- Voltaj, Akım, Amper, Watt, Güç, Dinamo, Şarj, Regülatör, Multimetre, Potansiyometre, Ohm, İnterface (arayüz), Enkoder, Modül, Topraklama, Halojen, Foton, Fotovoltaik kavramlarını açıklayınız.
- Alternatif akım nedir, kullanıldığı yerler nelerdir?
- Doğru akım nedir, kullanıldığı yerler nelerdir?
- 12 bit çözünürlük ne anlama gelir?
- 2500 ppr enkoder çözünürlüğü ne anlama gelmektedir?
- Yenilenebilir Enerji Kaynakları nelerdir?
- Güneş enerjisinin oluşumunu basitçe izah ediniz.

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ SİSTEMLERİ DENEYİ



3.1. DENEYİN AMACI

Yenilenebilir enerji sistemleri eğitim seti temel olarak rüzgar türbini ve güneş panelleri ile elektrik üretimini uygulamalı eğitime taşımak amacıyla tasarlanmış, kapalı alanda kullanıma uygun bir modeldir.

Endüstride kullanılan elemanların tanınması açısından eğitim setinde birebir bu ürünler kullanılmıştır. Tüm ürünler modüler yapıda olup masa üstünde ya da masadaki H raylara yerleştirilerek dikey konumda kullanım çeşitliliği sunmaktadır.

3.2. DENEY SETİ ELEMANLARI

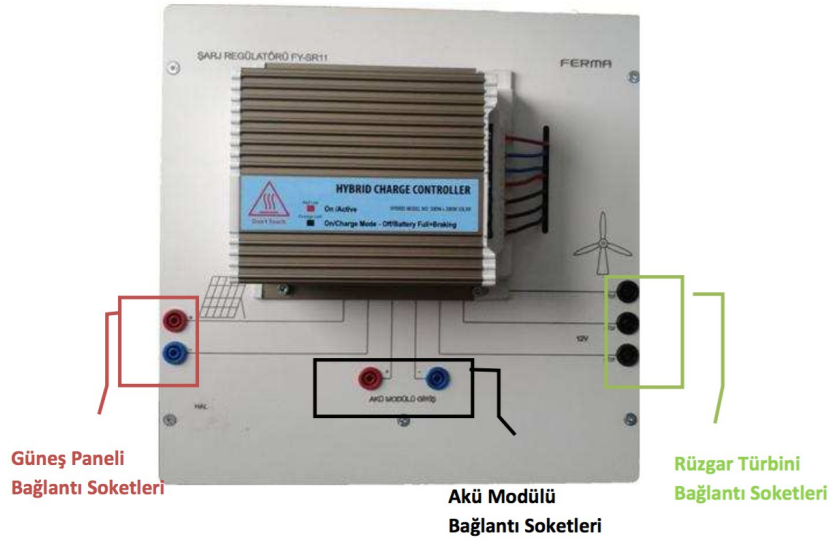
Yenilenebilir enerji sistemleri eğitim setinde aşağıda listelenen modüller bulunmaktadır:

- Şarj regülatörü
- DC-AC inverter
- Batarya
- Ayarlı direnç
- DC Yük Modülü
- AC Yük Modülü
- Rüzgar Simülatörü, İnterface Modülü ve SCADA Yazılımı
- Küçük rüzgar türbini
- Fotovoltaik panel

3.2.1. Şarj Regülatörü Modülü

HİBRİD ŞARJ REGÜLATÖRÜ MODÜLÜ

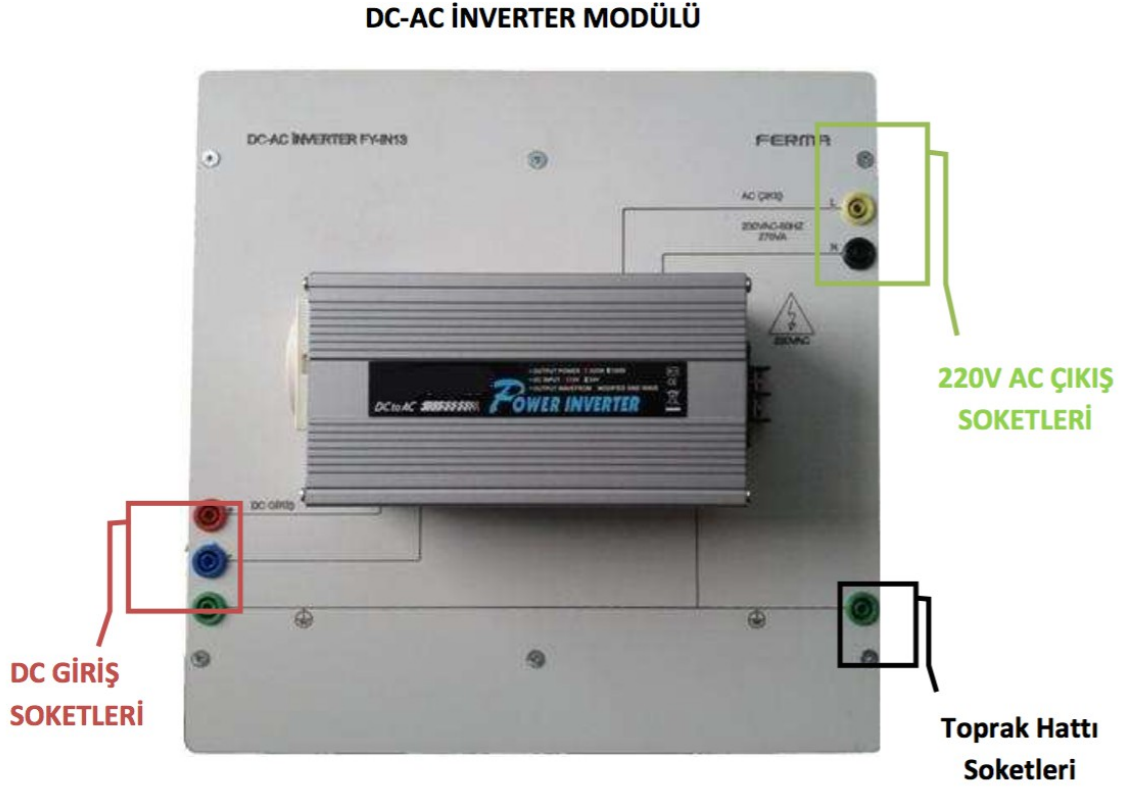
(Türbin 3 faz AC gerilimini doğrultacak ve güneş paneli de bağlanabilecek tipte)



Şarj regülatörü modülü aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Rüzgar türbininin ürettiği 3 faz AC gerilimi doğrultarak doğru akıma çevirecek
- Şarj/deşarj akımı : 10 A
- Rüzgar ve güneş için hibrid kullanım
- Solar panel, akü ve DC yük için 4 mm'lik bağlantı soketleri
- Boyutlar: 297mm x 300mm x 65mm

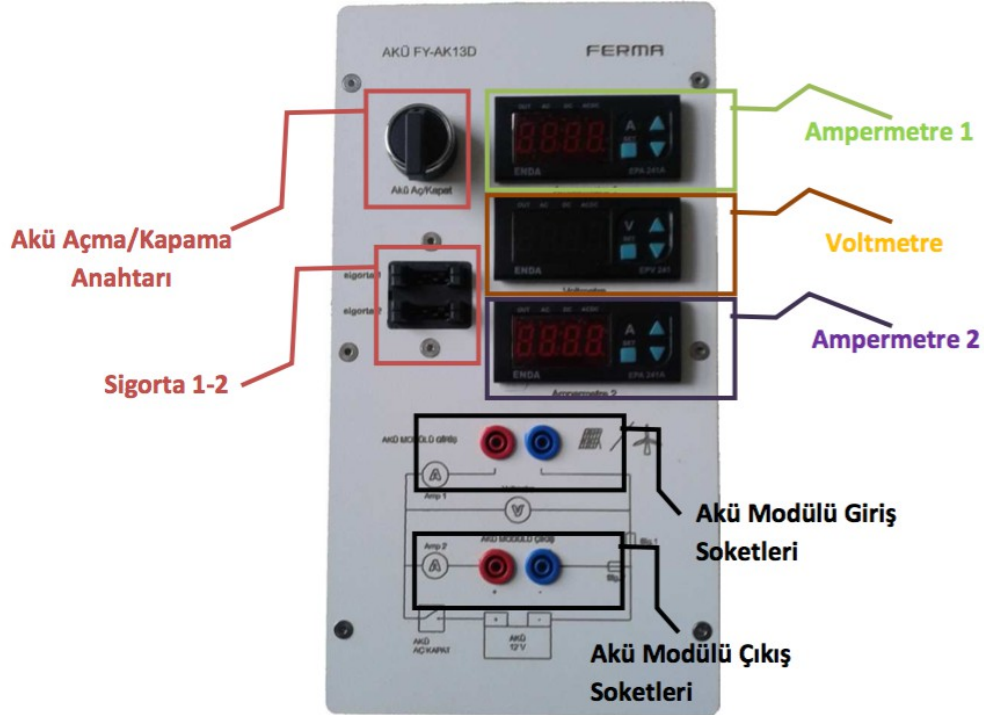
3.2.2. DC-AC İnverter (Evirici) Modülü



DC-AC inverter modülü aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Aç/Kapa düğmesi
- 12 VDC akü girişi
- Çıkış gerilimi: 230V AC $\pm$ %10
- Frekans: 50Hz $\pm$ %10
- Güç: 275 VA
- Çalışma durumunu gösteren LED
- Hatalara karşı sesli uyarı
- Aşırı yük ve sıcaklık kontrolü
- Solar panel, akü, toprak bağlantıları ve AC çıkış için 4 mm'lik bağlantı soketleri
- Boyutlar: 297mm x 300mm x 65mm

3.2.3. Akü Modülü



Bataryamodülü aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Gerilim: 12V
- Kapasite: 60Ah
- Şarj edilebilir
- Aşırı akım koruma
- 0-15VDC analog voltmetre, 0-10A analog ampermetre
- 4 mm'lik bağlantı soketleri

Akü Açma/Kapama Anahtarı akü ile modül arasındaki bağlantıyı aktif veya pasif yapar.

Sigorta 1 akü modülü girişi ile akü arasındaki akımı sınırlandırmak için kullanılır.

Sigorta 2 akü modülü çıkışı ile akü arasındaki akımı sınırlandırmak için kullanılır.

Ampermetre 1 akü modülü girişi ile akü arasındaki akımı göstermektedir.

Ampermetre 2 akü modülü çıkışı ile akü arasındaki akımı göstermektedir.

Voltmetre sistemdeki gerilimi göstermektedir.

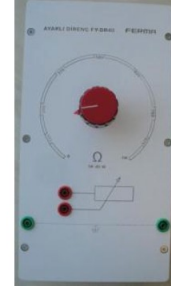
Akü modülü giriş soketleri ile rüzgar türbini/güneş paneli arasındaki bağlantısı yapılır.

Akü modülü çıkış soketleri ile aküde depolanan enerji sisteme aktarılır.

3.2.4. Ayarlı Direnç Modülü

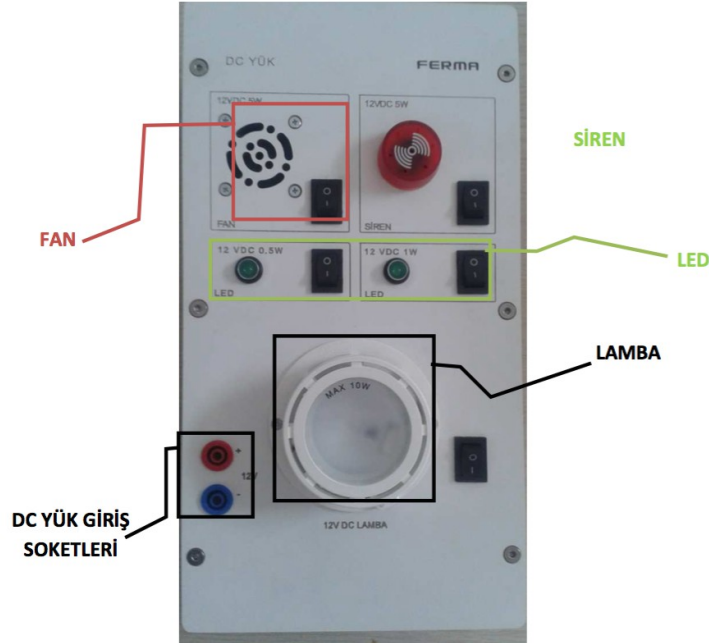
Ayarlı direnç modülü aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- 0...1 kOhm/40W ayarlı potansiyometre
- Max. Akım 0,2A
- 4 mm'lik bağlantı soketleri
- Boyutlar: 297mm x 160mm x 50mm



3.2.5. DC Yük Modülü

DC YÜK MODÜLÜ

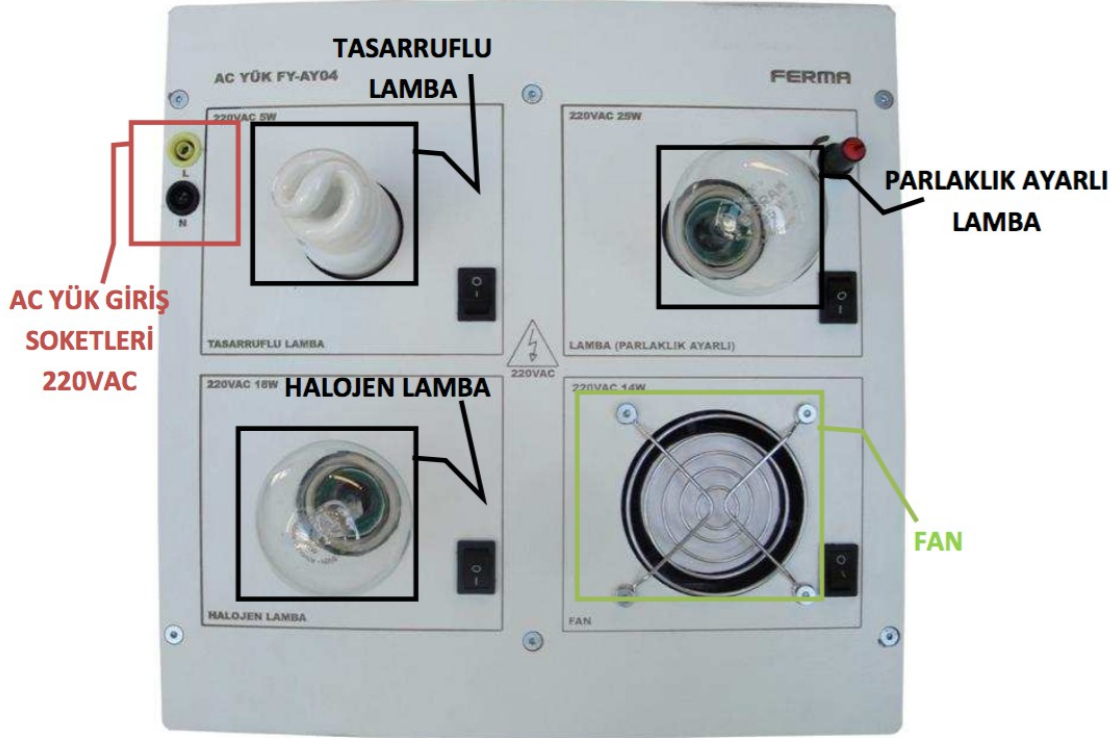


DC yük modülü aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- 12VDC gerilim girişi
- Fan: 5W
- Siren: 5W
- Lamba: 10W
- Her bir ünite için ayrı aç/kapa anahtarı
- 4 mm'lik bağlantı soketleri
- Boyutlar: 297mm x 160mm x 50mm

3.2.6. AC Yük Modülü

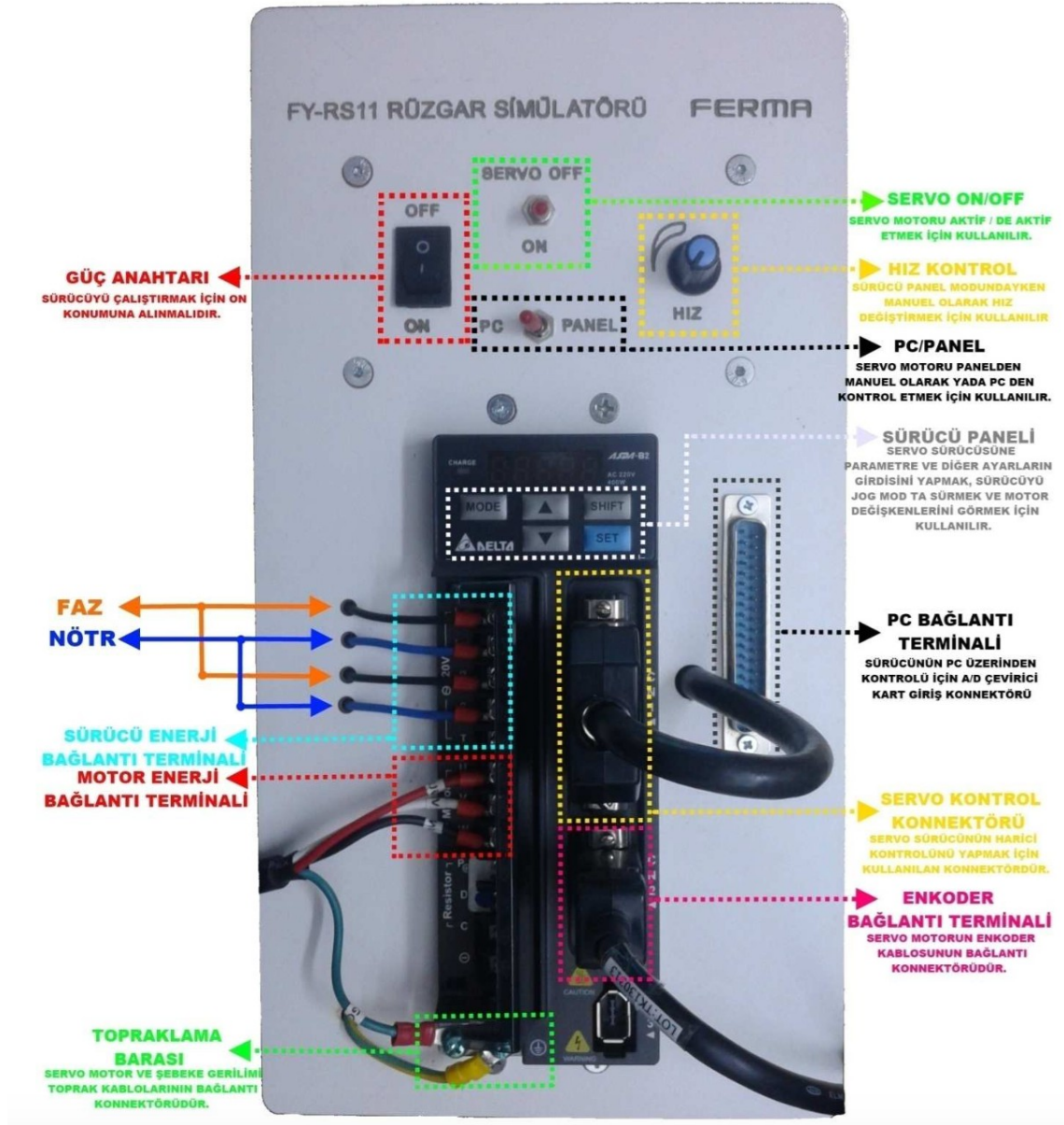
AC YÜK MODÜLÜ



AC yükmodülü aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- 220VAC gerilim girişi
- Tasarruflu lamba: 5W
- Parlaklık ayarlı (dimmer) lamba: 25W
- Halojen lamba:18W
- Fan: 14W
- Her bir ünite için ayrı aç/kapa anahtarı
- 4 mm'lik bağlantı soketleri
- Boyutlar: 297mm x 300mm x 65mm

3.2.7. Rüzgar Simülatörü Modülü



Rüzgar Simülatörü, interface modülü ve SCADA yazılımı aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Pc – Simülatör arasında interface modülü
- Pc den simülatör modülü kumanda edilebilmeli, tüm değerler izlenebilmeli ve müdahale edilebilmektedir
- **Mevcut bir rüzgar haritası değerleri, pc den simülatöre aktarılabilir ve bu değerlere göresimülatörden gerçek çıktı alınabilmeli ve karşılaştırma yapılabilir.**
- 12 bit çözünürlüklü analog çıkış modülü bulunmaktadır.
- Analog giriş örnekleme frekansı e 160 Hz . Kartı programlama için kullanılan SCADA programında aritmetik ve lojik bileşenlerle sistem kontrolü gerçekleştirilebilmektedir. Yazılımla oluşturulan kullanıcı arayüzüyle sistem değişkenleri grafik, tablo, şema, veri kaydı gibi araçlarla çevrimiçi gözlemlenebilmekte ve bu arayüz ile sistem çalışmasına müdahale edilebilir. Türbin hızı, devir sayacı gibi grafiksel gösterimlerle ifade edilebilir, sadece çıkış değeri olarak gösterilmemektedir.
- SCADA ve kontrol yazılımında, geniş bir kütüphane, kapılar, darbe jeneratörleri, flip-floplar, sayaç, kayıt, ram, rom, tetik, örnekleme ve tutma gibi aritmetik bileşenleri, formüller, alarm clocklar, vb gibi mantık bileşenler vardır, böylece karmaşık analog – dijital projeler oluşturulabilir.
- Y (t) ve, XY-Plotter, veri kaydedici, ekran oluşturma, görüntüler, sayaç ve tablolar gibi ölçümlerin sonuçlarını görüntülemek veya saklamak için seçenekler bulunmaktadır.
- Formüller girilebilir, elektronik tablolardan veriler alınıp ve işleyebilir.

Rüzgar simülatör modülünde aşağıdaki özelliklere sahip servo sürücü bulunmaktadır.

- Monofaze beslemeyle çalışmaktadır.
- Hız, tork, konum, konum/hız, hız/tork, konum/tork çalışma seçenekleri vardır.
 - o Hız/tork: Analog giriş için $\pm 10V$ analog giriş, dijital giriş için 0-3000rpm dir.
 - o Konum: Harici (open collector ya da linedriver) veya dahili konum (dijital girişle belirlenen 16 konum) seçenekleri vardır.
- 6 adet opsiyonel dijital giriş, 3 adet opsiyonel dijital çıkış vardır.
- Hız /tork sınırlanabilir.
- Windows tabanlı yazılım bulunmaktadır.
- RS232 / RS485 haberleşmesi gerçekleştirilebilir.
- Absolute / incremental konum kontrolü yapılabilir.
- Orijin arama ve konum öğretme fonksiyonları vardır.
- Dahili frenleme ünitesi vardır.
- Notch filtre özelliği vardır.
- Koruma fonksiyonları ve alarm mesajları vardır.
- Bütün giriş/çıkışlar izlenebilir.
- 2500 pprenkoder çözünürlüğü vardır.

3.2.8. Fotovoltaik Panel

Fotovoltaik panel aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Monokristal yapı
- Max. Güç: 40W
- Max. Güç akımı: 2,53A
- Max. Güç gerilimi: 15,84VDC
- Boyutlar: 570mm x 535mm x 28mm
- Farklı ışık açılarının elektrik üretimine etkisini de gözlemleyebilmek için açısı ayarlanabilir şekilde solar panel modülüne eklenen halojen ışık kapalı alanda güneş ışığı olmaksızın deneyleri gerçekleştirebilmeyi sağlayacak yapıdadır.



3.2.9. Rüzgar Türbini

Küçük rüzgar türbini aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Güç: 200 W
- Gerilim: 12 VDC
- Kanat Çapı: 1.15m
- Kanatlar: Karbon fiber birleşimi (3 adet)
- Direk çapı: 48mm



4. DENEYLER

4.1. Güneş Paneli Özellikleri İncelenmesi (Deney-1)

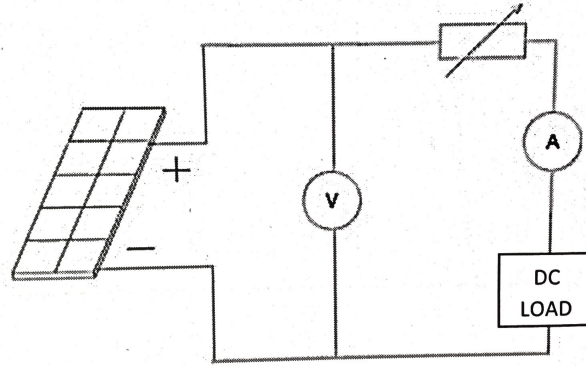
Amaç: Akım ve gerilim grafiği çizilmesi, Panel verimliliği hesaplanması, Maksimum güç noktasının bulunması.

Kullanılacak Modüller:

- Fotovoltaik Panel
- FY-DR40 Ayarlanabilir Direnç Modülü
- Multimetre

Teori: Akım-gerilim eğrisi güneş panelinin performansı hakkında gerekli bilgileri sağlar. Maksimum Güç Noktası (MPP), güç eğrisi ile birlikte bu eğriden hesaplanabilir. Bu MPP değeri ile panelin verimliliği hesaplanır.

Kurulum:

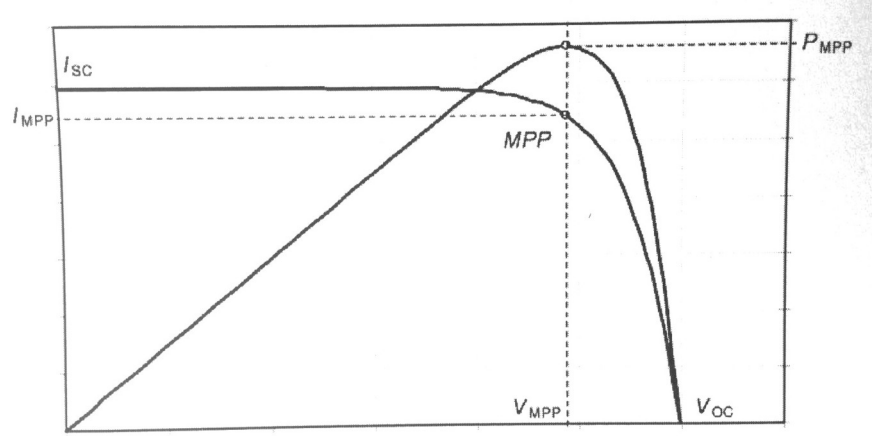


- Güneş panelini, değişken direnci ve multimetreyi yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi deneyi ayarlayın.
- Güneş paneli ile lamba arasındaki açiyı 90° ayarlayın.
- Sıcaklık değişiminden kaynaklanan hataları önlemek için lamba açıldıktan sonra en az 1 dakika bekleyin.
- Açık devre gerilimi ile başlayan gerilim-akım değerleri ($R = \infty$) kaydedin ve direnci değiştirerek kayıt tutun.
- Ölçülen değerleri aşağıdaki çizelgeye doldurun.
- Ölçüm değerleri stabilize olana kadar bekleyin.
- Güneş ışığı ile karşılaştırıldığında lamba ışığı zayıf olduğundan direkt güneş ışığı ile deneyler yapmak daha etkili olacaktır.

Ölçüm Çizelgesi:

R (Ω)	V (V)	I (A)	P (W) =V.I
∞	$V_{oc}=$		
950			
900			
800			
650			
400			
100			
75			
50			
0		$I_{sc}=$	

Analiz: Önceki adımdaki kayıtlar ile gerilim-güç, akım grafikleri çiziniz. Grafikler alttaki biçimde değilse, bir önceki adıma geçerek ölçümleri kontrol edin ve gerekirse tekrarlayın.



Güç eğrisinin köşe noktası MPP değeridir. Bu değer, akım ve voltaj ürünlerinin en büyük değeridir. En büyük dikdörtgenin alanı ise maksimum çıkış değerine karşılık gelir.

Güneş Paneli Verimliliği: Üretilen güç çıkışını ve panel verimliliğini hesaplamak için yük gücünü bilmek gerekir. Oluşturulan güç çıkışı deneyin birinci basamağında bulunur. Hesaplama için kullanılabilir. Multimetre tarafından yük gücü ölçülebilir.

η : Verim

$$P_{in}: \text{Yük Gücü} \implies \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

P_{out} : Çıkış Gücü

Yük gücü, aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır:

P_{in} : Yük Gücü (W)

$$P_{in} = E * A$$

E: Parlaklık (W/m²)

A: Güneş modülünün etkili alanı (m²)

Güneş modülü performanslarını karşılaştırmak için bazı parametreler vardır. Bu parametrelerin biri (25°C 1000 W/m²) **kısa devre akımı I_{sc}** dir. Standart test koşulları altında belirlenmektedir. Bu kısa devre akımı yük gücünün hesaplanmasında kullanılabilir. Güneş panelinin I_{sc} değeri **1,26 A** dır.

Güneş paneli kısa devre akımı ile fotoakım eşit olduğu kabul edilebilir. Fotoakım ışıyım ile doğru orantılıdır. Bu yüzden, kısa devre akımı ışıyım ile ilgilidir ve parlama hesaplamak için kullanılabilir.

I_{sc} : Kısa Devre Akımı

$$I_{sc} \approx I_{ph} \propto E$$

I_{ph} : Foto Akımı

E: Parlaklık

İşinımı bulmak için, I_{sc} ve E arasında bir sabit vardır.

$$E = k * I_{sc}$$

$$k = \frac{E}{I_{sc}} = \frac{1000 \text{ W/m}^2}{1,26 \text{ A}} = 0,79 \frac{\text{W}}{\text{mA m}^2}$$

I_{sc} yük gücünü belirlemek için çarpılır. Deneyin ilk aşamasındaki denklemi ve güneş modülü etkin alanı hesaplanır, sabit k kaydedilir.

$$P_{in} = k * I_{sc} * A$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

Monokristal panellerin verimi % 18 – 20 arasındadır, hesaplanan verim bu değerlere göre daha az ise, olası nedenler aşağıdaki gibi olabilir:

- Hatalı ölçüm
- Yük gücü hatalı hesaplama

Bunların yanı sıra tüm panel etkinliği her bir hücreden daha azdır. Hücrelerin hepsi aynı koşullara sahip olduğundan, yani eğim açısı, sıcaklık, vb.

Verimi düşüren kayıpların sebepleri:

- Fotonların tümü şarj edilebilir durumda değil.
- Işığın bir kısmı yansıtılmaktadır.
- Güneş paneli üzerine düşen gölgeler.
- Yarı iletken – omik (direnç) kayıplar.

4.2. Güneş Paneli Üzerinde Eğim Açısı Etkisi (Deney-2)

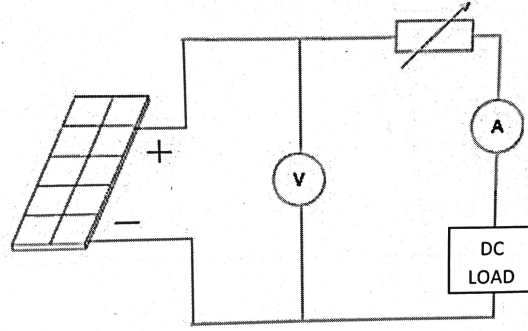
Amaç: Işık kaynağı açısının güneş paneli üzerindeki etkisinin incelenmesi.

Kullanılacak Modüller:

- Fotovoltaik Panel
- FY-DR40 Ayarlanabilir Direnç Modülü
- Multimetre

Teori: Eğim açısı elektrik üretimi üzerinde önemli faktörlerden biridir. Maksimum çıkış için güneş panelleri ışık alanına en etkili biçimde yönlendirilmiş olması gerekir. Yani uygun bir açıyla güneş paneli takılmalıdır.

Kurulum:



- Güneş panelini, değişken direnci ve multimetreyi yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi deneyi ayarlayın.
- Sıcaklık değişiminden kaynaklanan hataları önlemek için lamba açıldıktan sonra en az 1 dakika bekleyin.
- Potansiyometreyi maksimum 1 Kohm ayarlayın.
- Güneş paneli ile lamba arasındaki açiyı 30° ayarlayın.
- Gerilim ve akım değerlerini kaydedin.
- Güneş paneli ile lamba arasındaki açiyı 45° ayarlayın.
- Gerilim ve akım değerlerini kaydedin.
- Güneş paneli ile lamba arasındaki açiyı 60° ayarlayın.
- Gerilim ve akım değerlerini kaydedin.
- Aynı işlemleri 75° - 90° - 105° - 120° - 135° ve 150° için tekrarlayın.

- Güneş ışığı ile karşılaştırıldığında lamba ışığı zayıf olduğundan direkt güneş ışığı ile deneyler yapmak daha etkili olacaktır.

Farklı Eğim Açıları İçin Ölçüm Çizelgesi:

Eğim Açısı	V (V)	I (A)	P (W) = V*I
30			
45			
60			
75			
90			
105			
120			
135			
150			

Analiz: Güç / voltaj / akım Vs eğim açısının grafiğini çiziniz. Grafik aşağıdaki gibi olmalıdır. Oluşturduğunuz grafik farklı ise ölçüm ve kayıtlarınızı kontrol ediniz.

