



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ

ELEKTRİK ELEKTRONİK LABORATUVARI

YENİLENEBİLİR ENERJİ EĞİTİM SETİ

DENEY FÖYÜ

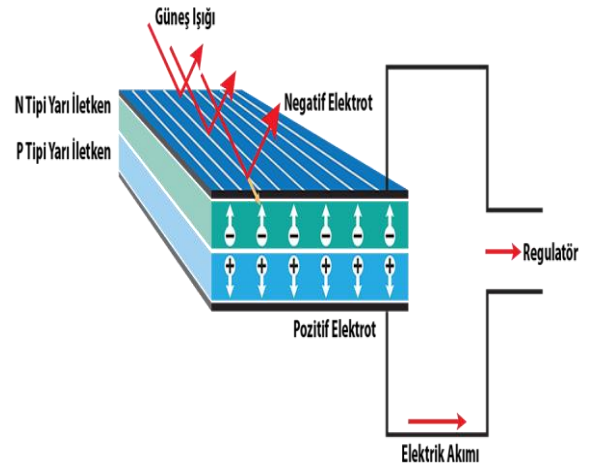
Giriş

Yenilenebilir enerji, günümüzde enerji sektöründe dönüşümün önemli bir parçası olmuştur. Bu dönüşüm, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği gibi kritik konuları ele alırken, güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynaklar önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, güneş enerjisi sistemlerinin işleyişini anlamak ve bu sistemlerin verimliliğini artırmak için çeşitli deneyler gerçekleştirilmektedir.

Bu eğitim seti, güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan temel bileşenlerin işlevlerini ve aralarındaki ilişkileri daha yakından incelemeyi amaçlamaktadır. Deneyler aracılığıyla, katılımcılar güneş pillerinin ürettiği gerilimi ölçme, güneş pillerinin seri ve paralel bağlanması, akümülatörün şarj akım ve geriliminin ölçülmesi, invertör akım ve geriliminin ölçülmesi ve invertörün yüklenmesi gibi adımları uygulamalı olarak öğreneceklerdir. Bu deney setinin amacı, katılımcıların güneş enerjisi sistemlerinin temel prensiplerini anlamalarını sağlamak ve bu sistemlerin verimliliğini artırmak için gerekli bilgi ve becerileri kazanmalarına yardımcı olmaktır. Her bir deney, katılımcıların yenilenebilir enerjiye olan ilgilerini artırarak, bu alanda bilinçli ve yetkin bireyler olmalarını hedeflemektedir.

Güneş panelleri, birçok solar hücreden oluşur. Bu hücreler silikon adı verilen ve dünyamızda çokça bulunan elementlerden yapılır. Her bir hücre, aynen pillerde de olduğu gibi, elektrik akımı yaratmak için bir pozitif ve bir negatif katmandan oluşur.

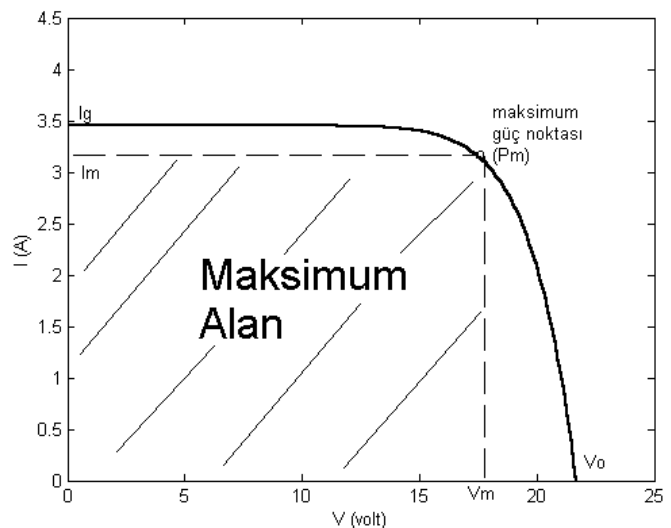
Yarı-iletken maddelerin güneş pili olarak kullanılabilmesi için “n” ya da “p” tipi katkılanmaları gereklidir. Katkılama, saf yarı iletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarı-iletkenin “n” ya da “p” tipi olması katkı maddesine bağlıdır.



Güneş panellerinde verimlilik, güneş paneli yüzey alanına düşen ışınımın % yüzde olarak ne kadarının elektrik enerjisine dönüştürüleceği ile alakalıdır. Örneğin Bu oran Polikristal güneş panelleri için % 18, monokristal güneş panelleri için %30 seviyelerindedir.

Şekilde gösterilen eğri, tipik bir güneş pilinin herhangi bir sıcaklık ve ışınımdaki karakteristik eğrisi olan I-V eğrisidir.

I-V eğrisinin altındaki maksimum dikdörtgen alanı güneş pilinin o anda üretmiş olduğu maksimum gücü (P_m) verir ve bu güçteki akım I_m , gerilim ise V_m ile gösterilmektedir. Maksimum güç (P_m) ise oluşan I-V eğrisinin altına sığabilen en büyük dikdörtgen alanıdır.



Monokristal silikondan yapılan güneş hücreleri, aynı zamanda tek-kristal silisyum olarak adlandırılan, kolayca tanınabilir bir dış bir görünüme sahiptir. Monokristal güneş panelleri siyaha yakın koyu renktir.

Monokristal güneş Panelleri Avantajları

Monokristal güneş Panelleri yüksek dereceli silikondan yapılmıştır bu sebeple monokristal güneş panelleri yüksek verimliliğe sahiptir. Bu panellerin verimlilikleri % 24ler civarındadır.

Düşük ışık koşullarında, benzer puanlı polikristal güneş panellerine göre, daha iyi performans gösterirler. bu nedenle Monokristal güneş panelleri daha az güneş ışığında polikristal panellere göre daha çok üretim sağlar.

Monokristal Güneş Panelleri Dezavantajları

Monokristal güneş panelleri, polikristal güneş panellerine kıyasla daha pahalıdır.

Ayrıca monokristal güneş Panelleri kısmen gölge veya kar ile kapalı ise, bu olumsuz durum tüm paneli etkileyecektir.

Monokristal ve Polikristal Güneş Paneli arasındaki temel farklar nelerdir?

Monokristal hücrelerin verimliliği daha yüksektir. Hücreler montajlandığı zaman, üretici firmadan alındığında söylenen güçleri her ikisi de üretebilmektedir. Yani 60 cell olarak alınan 270W polikristal panel de bize saat bazında bu gücü üretebilirken, 60cell 290W monokristal panelde bu gücü vermektedir. Monokristal panel daha az alanla daha fazla güç üretebilmektedir.

•Monokristal Panel; güneş olmayan havalarda da yüksek güç üretebilmektedir. Sıcak havalarda daha verimli çalışmaktadır. Ancak monokristal paneller gölgelenmelerden, karla kaplı yüzeylerden daha çok etkilenmektedir. Karla yüzeyi kapandığı zaman tüm yüzeyinin temizlenmesi oldukça önemlidir.

•Fiziksel farklılığı da Monokristal Paneller yuvarlak kenarlı ve daha koyu renkte, Polikristal Paneller dikdörtgen kenarlı ve daha açık renkte olarak karşımıza çıkmaktadır.



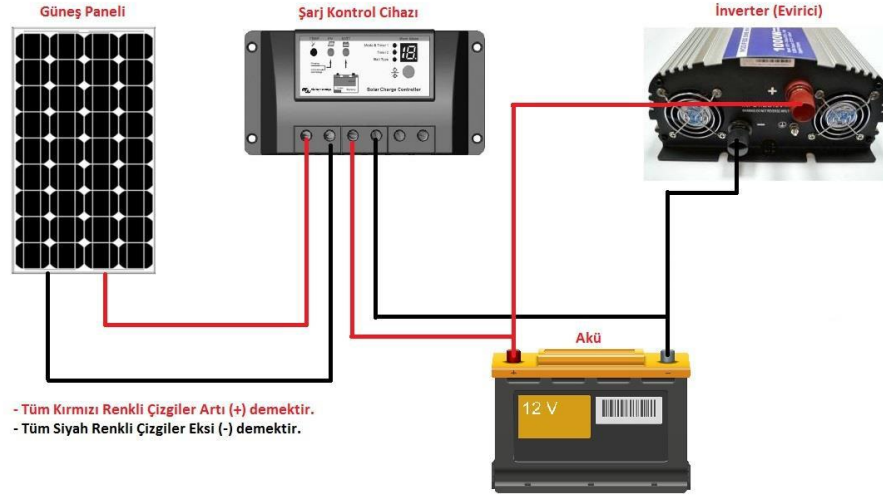
İnvertör

Elektriksel bir güç dönüştürme elemanı olarak tanımlanabilen invertör, güç dönüştürücü ya da evirici olarak da adlandırılmaktadır. İnvertörler, herhangi bir DC kaynaktan aldığı gerilimi işleyerek, sabit veya değişken genlik ve frekanslı AC gerilim elde etmek için kullanılan güç elektroniği devreleridir.

Enerji alanında ise invertörler, rüzgar ve güneş gibi kesikli ve değişken üretim yapan yenilenebilir enerji santrallerinde kesintisiz, dengeli ve daha kaliteli bir enerji üretebilmek için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, akü gibi enerji depolama sistemlerinden istenilen özellikle enerji çekebilmek için yine invertörlerden yararlanılmaktadır.

Konvertör

Düşük seviyeli DC gerimi yeterli akımlara ulaşmasını sağlayan ve istenilen seviyede DC veya AC gerilimlere dönüştürülen elektronik cihazlara konvertör denir. Konvertörlerin istenilen durumlara göre çeşitleri farklıdır. Herhangi bir akım şeklindeki enerjiyi istediğiniz akım şekillere çevirmenize yarayan araçtır.



Güneş panelleri seri ve paralel bağlantıları

Güneş panelleri voltaj ve akım değerinin arttırmak üzere seri veya paralel bağlanabilmektedir. Güneş panellerini seri bağlayarak, panellerin voltajını arttırmaktayız, paralel bağlayarak ise akımı arttırmaktayız. Güneş panellerinin seri bağlanması, panelin artı ucunu diğer panelin eksi ucuna bağlayarak elde edilir. Mesela iki adet 12 volt 3.5 amperlik panelleri seri bağlayarak 24 volt 3.5 amperlik yeni bir panel serisi elde edebiliriz.

Güneş panellerinin paralel bağlanması, panelin artı ucunu diğer panelin artı ucuna bağlayarak elde edilir. Mesela iki adet 12 volt 3.5 amperlik panelleri paralel bağlayarak 12 volt 7 amperlik yeni bir panel serisi elde edebiliriz.

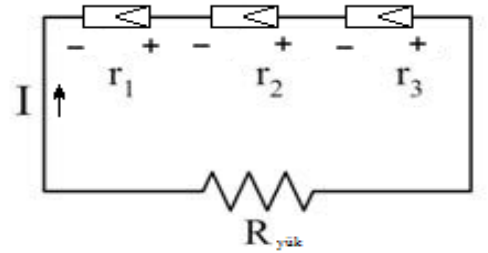
Seri bağlı bir devrede:

- Potansiyel farkı, üreteçlerin potansiyel farkları toplamına eşittir.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

- Bütün üreteçlerden geçen akımın değeri aynıdır.

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{R + r_1 + r_2 + r_3} \quad \text{ya da} \quad I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R}$$

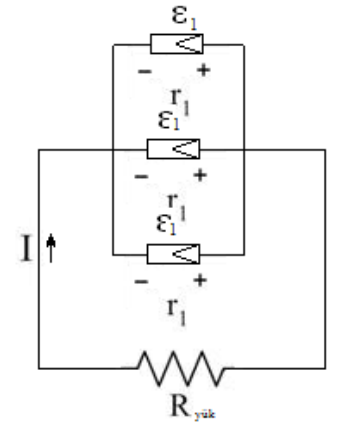


EMK'leri, ε_1 ve iç dirençleri r_1 olan özdeş n tane üreteç paralel bağlanırsa eşdeğer

direnç $r_{eş} = \frac{r_1}{n}$ olur.

Devreden geçen akım şiddeti,

$$I = \frac{\varepsilon}{\sum R} = \frac{\varepsilon}{R + \frac{r_1}{n}} \quad \text{olur.}$$



Solar Şarj Kontrolörü

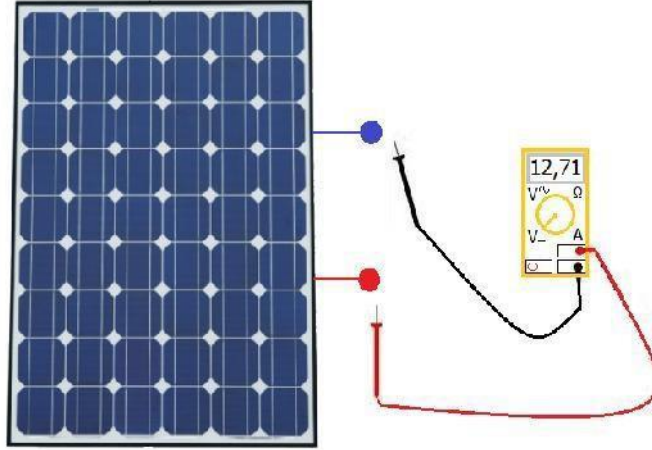
Şarj kontrol cihazı güneş enerjisi ile elektrik üretimi sistemlerinde, gündüz güneş panellerinden gelen elektrik akımını, kontrollü olarak aküye dolduran cihazlardır. Genellikle belli bir DC voltajı, yine belli bir DC voltaj olarak regüle ederek, akımı ilgili yerlere iletir. Bu ilgili yerler ya bir akü devresidir, ya da dc akım ile çalışan elektronik bir cihazdır.

Solar şarj regülatörü, gelen akımı ve voltajı dengeler. Ayrıca, bu akımı belli bir müddet (aküler doluncaya kadar) akülere gönderir. Aküler dolduktan sonra akımı keser. Böylece, aküleri fazla şarja tabii tutmaz. Akülerin ömrü de daha uzun olur.

Deney no;1

Deneyin adı; Güneş pilinin ürettiği gerilimin ölçülmesi.

Deney bağlantı şeması;



İşlem basamakları;

- 1- Güneş pilini uygun koşullar varsa güneş ışığına çıkarınız. (Mümkün olmaması durumunda yapay ışık sistemi (projektör) kullanınız.
- 2- Güneş pilinin ürettiği gerilimi, DC voltmetre ile ölçerek tabloya kaydediniz.
- 3- Açıyı 10'ar derece değiştiriniz. Her değişimde panelden elde edilen gerilim değerini tabloya kaydediniz.
- 4- Aynı ölçümleri mekan içerisinde tekrarlayınız. (Paneli pencere kenarına güneş'i görecektir şekilde yerleştiriniz. Amaç; güneş ile panel arasına cam girmesini sağlayarak ölçüm değerleri almaktır.)
- 5- Alınan değerleri tabloya kaydediniz.
- 6-Deneyi sonlandırınız.

PANEL ORTAMI	İŞIKLA YAPILAN AÇI	ALINAN GERİLİM (Volt)
Panel dış ortamda	90° (Güneş ışınları panele dik)	
Panel dış ortamda	80°	
Panel dış ortamda	70°	
Panel dış ortamda	60°	
Panel içeride	90° (Güneş ışınları panele dik)	
Panel içeride	80°	
Panel içeride	70°	
Panel içeride	60°	

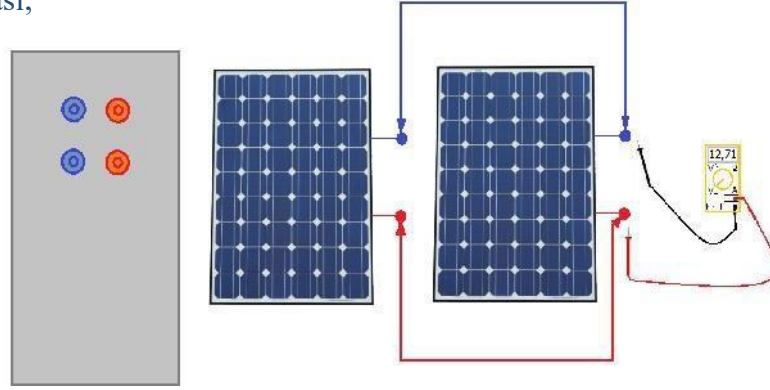
Çalışma soruları;

- 1- Panelin içeride ve dışarıda olması durumunda, aynı açı değerinde elde edilengerilim değeri değişir mi? Neden?
- 2- Panelden alınan akım ve gerilim değerini artırmak için ne yapılabilir? Tartışınız.

Deney no;2

Deneyin adı; Güneş pillerinin seri ve paralel bağlanması.

Deney bağlantı şeması;



İşlem basamakları;

- 1-Güneş pilini uygun koşullar varsa güneş ışığına çıkarınız. (Mümkün olmaması durumunda yapay ışık sistemi (projektör) kullanınız.
- 2-Güneş pili standının sol tarafına dört adet born fiş çıkarılmıştır. Bu born fişlerden üsttekiler 1. Panel, alttakiler 2. Panel uçlarıdır.
- 3-Önce ayrı ayrı güneş pillerinin ürettiği gerilimleri, DC voltmetre ile ölçerek tabloya kaydediniz.
- 4-Güneş panellerini seri bağlayarak (Bir kablo ile üst mavi born vida ile alt kırmızı born vida birleştirilmelidir.) Seri bağlantıda elde edilen gerilim değerlerini tabloyakaydediniz.
- 5-Güneş panellerini paralel bağlayarak (Bir kablo ile üst mavi born vida ile alt mavi born vida ve üst kırmızı born vida ile alt kırmızı born vida birleştirilmelidir.) paralel bağlantıda elde edilen gerilim değerlerini tabloya kaydediniz.
- 6-Açıyı 10'ar derece değiştiriniz. Her değişim ve bağlantı türünde panelden elde edilen gerilim değerini tabloya kaydediniz.
- 7-Aynı ölçümleri mekan içerisinde tekrarlayınız. (Paneli pencere kenarına güneş'i görececek şekilde yerleştiriniz. Amaç; güneş ile panel arasına cam girmesini sağlayarak ölçüm değerleri almaktır.)
- 8- Alınan değerleri tabloya kaydediniz.
- 9-Deneyi sonlandırınız.

Ölçüm	1.Panel Gerilimi (Volt)	2.Panel Gerilimi (Volt)	Seri bağlantı (Volt)	Paralel bağlantı (Volt)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Çalışma soruları;

- 1-Panellerin seri ve paralel bağlanmasının gerekliliğini tartışınız?

Deney no;3

Deneyin adı; Akümülatörün şarj akım ve geriliminin ölçülmesi.

Deney bağlantı şeması;



İşlem basamakları;

- 1- Güneş panelini uygun koşullar varsa güneş ışığına çıkarınız. (Mümkün olmaması durumunda yapay ışık sistemi (projektör) kullanınız.
- 2- Şekildeki bağlantıyı yapınız.
- 3- DC ölçüm modülüne 220v uygulayınız. Ölçü aletleri çalışacak, fakat değer göstermeyecektir.
- 4- Şalteri on konumuna alınız. Yeterli gerilim üretebiliyorsanız, şarj regülatöründeki yeşil LED ışık verecektir. Yeşil LED ışık vermiyorsa
- 3- Güneş pilinin ürettiği gerilim değerini tabloya kaydediniz. Değer alma işlemini değişik ışık değerlerinde tekrarlayınız.
- 4- Deneyi sonlandırınız.

Işık seviyesi	Gerilim değeri (V)	Akım değeri (A)	AÇIKLAMA
1.Seviye			
2.Seviye			
3.Seviye			
4.Seviye			
5.Seviye			

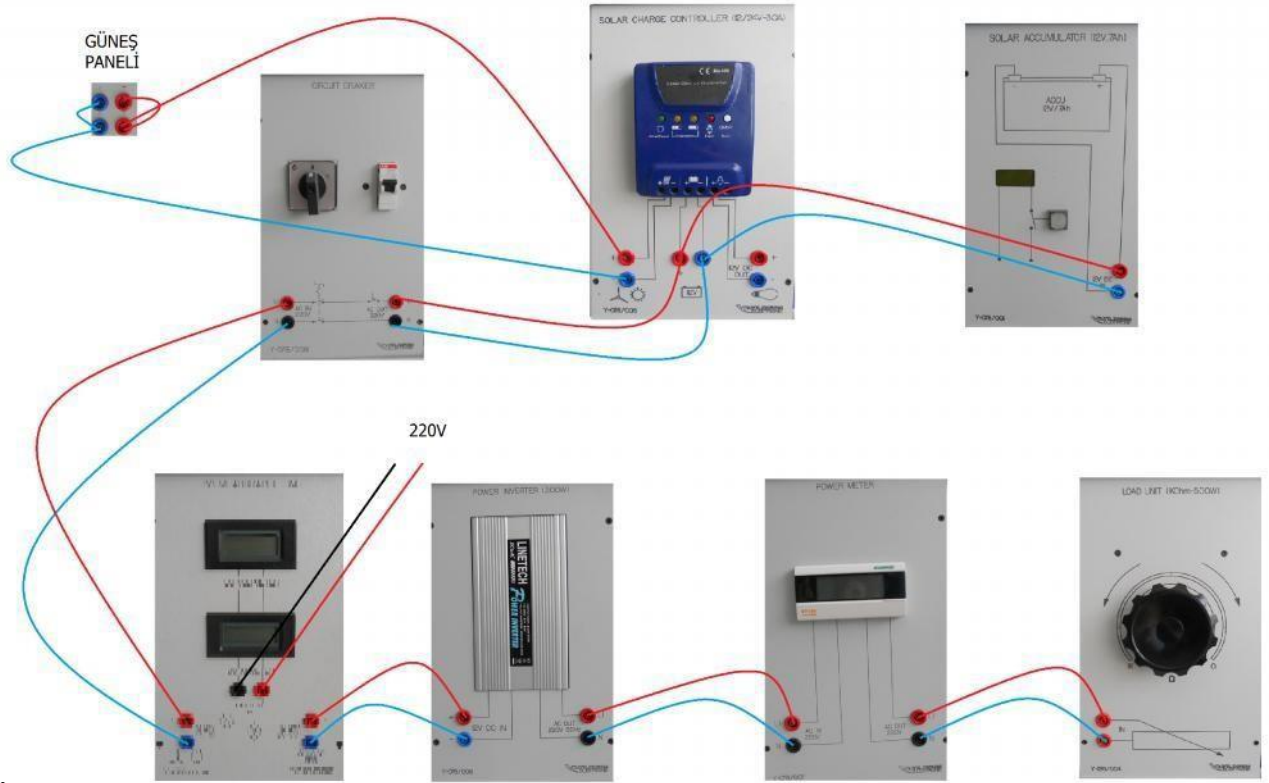
Çalışma soruları;

- 1- Açık değeri değiştirildiğinde şarj akım ve gerilimi değişiyor mu? Neden?
- 2- Akümülatör şarj süresinin çok kısa olması akümülatöre olan etkisini tartışınız.

Deney no;4

Deneyin adı; İnvertör akım ve geriliminin ölçülmesi.

Deney bağlantı şeması;



İşlem basamakları;

- 1-Şekildeki bağlantıyı yapınız.
- 2-Güneş panelini uygun koşullar varsa güneş ışığına çıkarınız. (Mümkün olmaması durumunda yapay ışık sistemi (projektör) kullanınız.
- 3-Deney için akümülatörün şarjlı olması gerekmektedir. Gerekirse, daha önceden akümülatörü tam şarjlı hale getiriniz. Güneş panelini, güneş ışığına dik olacak şekilde yerleştiriniz.
- 4-İnvertör ve şarj regülatörünü çalıştırınız.
- 5-Ölçüm ünitesi ile güçmetreden invertör giriş ve çıkış parametrelerini alarak, aşağıdaki tabloya kaydediniz.
- 6-Güçmetre parametrelerini ölçerek tabloya kaydediniz. 7-Deneyi sonlandırınız.

İNVERTÖR GİRİŞ (V)	İNVERTÖR GİRİŞ (A)	İNVERTÖR ÇIKIŞ (V)	İNVERTÖR ÇIKIŞ (A)

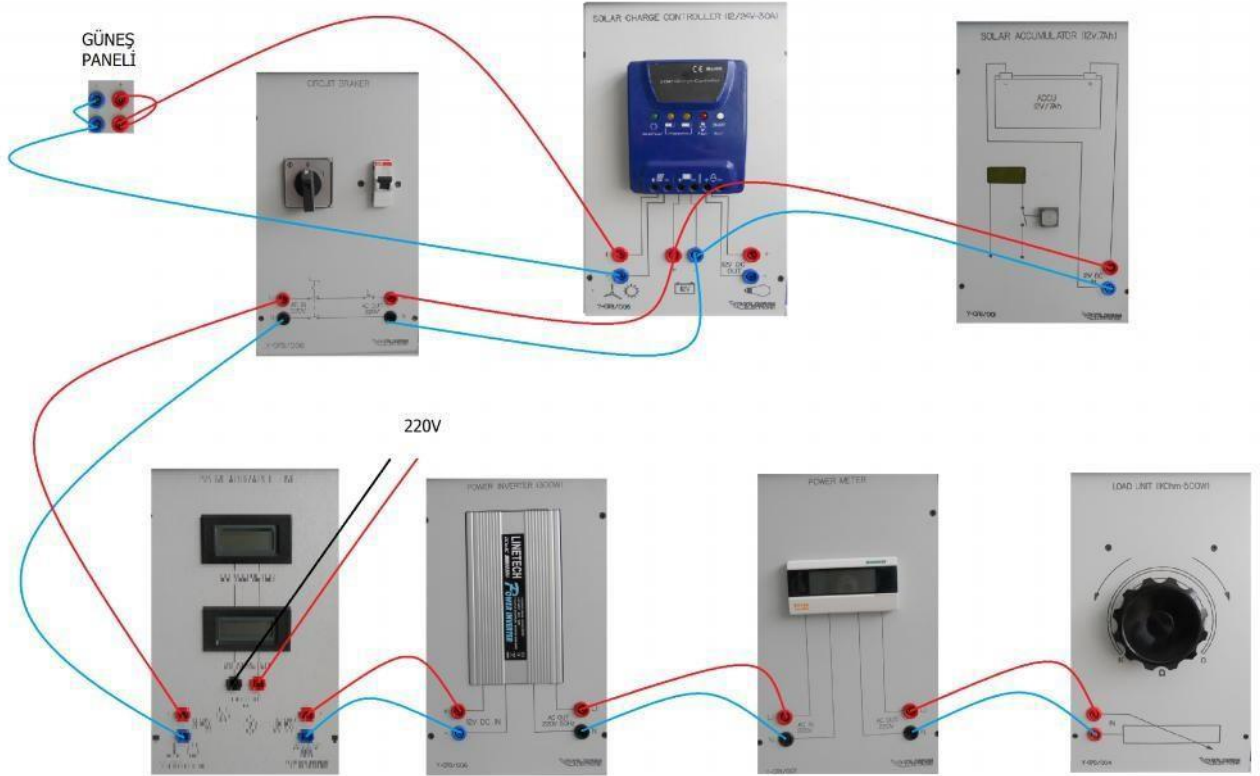
Çalışma soruları;

- 1-Panel açısı değeri değiştirildiğinde invertör çıkış gerilimi değişiyor mu? Neden? 2-İnvertör giriş çıkış güçlerini hesaplayınız. Güçler eşit mi?

Deney no;5

Deneyin adı; İnvörtör'ün yüklenmesi.

Deney bağlantı şeması;



İşlem basamakları;

- 1-Şekildeki bağlantıyı yapınız.
- 2-Güneş panelini uygun koşullar varsa güneş ışığına çıkarınız. (Mümkün olmaması durumunda yapay ışık sistemi (projektör) kullanınız.
- 3-Deney için akümülatörün şarjlı olması gerekmektedir. Gerekirse, daha önceden akümülatörü tam şarjlı hale getiriniz. Güneş panelini, güneş ışığına dik olacak şekilde yerleştiriniz.
- 4-İnvörtör çıkışına yük olarak, potansiyometreyi bağlayınız. Deneye başlarken potansiyometrenin en büyük değerinde (Sol yönde) olmasını sağlayınız.
- 5-İnvörtör ve şarj regülatörünü çalıştırınız.
- 6-Güçmetre parametrelerini ölçerek tabloya kaydediniz.
- 7-İnvörtör çıkışındaki gerilimi bir osiloskop'a bağlayarak, çıkış geriliminin dalga şeklini gözlemleyiniz.
- 8-Potansiyometre değerini değiştirerek, çekilen akımı artırınız. Akım artması durumunda invörtör parametrelerinde değişim olup-olmadığını gözlemleyiniz.
- 4-Deneyi sonlandırınız.

İNVÖRTÖR ÇIKIŞI (V)	INVERTÖR AKIMI (A)	HARCANAN GÜÇ (W)	INVERTÖR FREKANSI

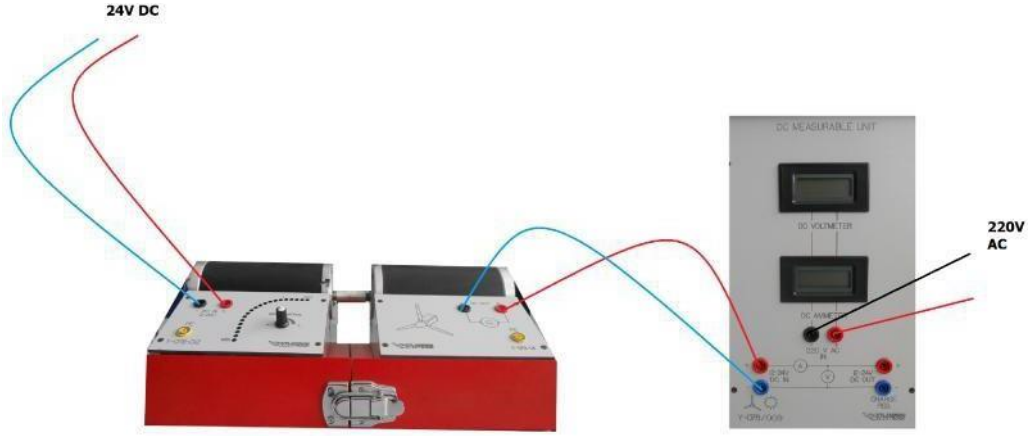
Çalışma soruları;

- 1-İnvertörden çekilen yüksek akımın sonuçları ne olur? Tartışınız?
- 2-Sistemin yükü daha uzun süre besleyebilmesi için, sistemde ne gibi değişiklikler yapılabilir? Tartışınız.
- 3-İnvertör çıkışının tam sinüs olmamasının yüke olan etkisini tartışınız.

Deney no;6

Deneyin adı; Dinamo çıkış geriliminin ölçülmesi ve çıkış gerilimi ile devir arasındaki bağlantının gözlenmesi.

Deney bağlantı şeması;



İşlem basamakları;

- 1-Şekildeki bağlantıyı yapınız.
- 2-Motor devresindeki hız potansiyometresinin en düşük devir noktasında (Sol taraf) olmasına dikkate ediniz.
- 3-Sisteme enerji uygulayınız.
- 4-Potansiyometreyi bir kademe sağa doğru çevirerek motorun kalkınmasını sağlayınız. Bu aşamada dinamonun ürettiği gerilimi tabloya kaydediniz.
- 5-her led kademesinin ortalama 125 dev/dk. Olduğunu dikkate alarak, bellikademelerdeki gerilim değerlerini tabloya kaydediniz.
- 6-Devir sayısını değiştirerek, dinamo çıkışını 12 V'a ayarlayınız. 12V gerilim elde ettikten sonra 12v lamba panelini yük olarak kullanarak gerilim değerini boşta ve yükteölçünüz.

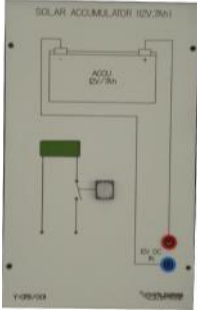
MOTOR DEVRİ (d/dk)	DİNAMO GERİLİMİ (V)

Çalışma soruları;

- 1- Motor devri ile gerilim arasındaki ilişkiyi açıklayınız.
- 2- Boşta ve yükteki gerilim değerleri aynı mı? Nedenini açıklayınız.

SET MODÜLLERİNİN TANITIMI;

MODÜL NO 1- SOLAR ACCUMULATOR



Sistemde enerji üreten güneş paneli, rüzgar türbini vb. cihazlardan sağlanan elektrik enerjisini kimyasal yöntemle depo ederek, gerekli olduğunda depolanan enerjinin kullanılmasını sağlayan modüldür. Sistemde kullanılan akümülatör, 12V-7Ah kapasitelidir.

MODÜL NO 2-12V LAMP MODUL



Sistemde üretilen DC elektrik enerjisi için 2 farklı lamba modeli içeren modüldür. Modül üzerinde 12V gerilimle çalışan akım değeri düşük LED lamba ve akım değeri yüksek halojen ampül bulunur. Ampülleri devreye almak için, sağ taraflarında bulunan anahtarların 'On' konumuna alınması gerekir.

MODÜL NO 3-220V LAMP MODUL



Sistemde üretilen AC elektrik enerjisi için 2 farklı lamba modeli içeren modüldür. Modül üzerinde 220V gerilimle çalışan akım değeri düşük LED lamba ve akım değeri yüksek halojen ampül bulunur. Ampülleri devreye almak için, sağ taraflarında bulunan anahtarların 'On' konumuna alınması gerekir.

MODÜL NO 4-LOAD UNIT



Sistemde invertör çıkışından elde edilen AC elektrik enerjisi için ayarlı yük ünitesi içeren modüldür. Modül üzerinde 1- 0 K Ω aralığında ayarlanabilen 300Watt'lık ayarlı yük bulunmaktadır.

MODÜL NO 5-SOLAR CHARGE CONTROL

Sistemin kalbini oluşturan modüldür. Girişine uygulanan 12-24V aralığındaki DC gerilimi, akü şarjı için gerekli olan 12V DC seviyesine düşürür. Aşırı akım korumasına sahip olan bu modül, direkt olarak 12V DC çıkış gerilimi de sağlar. Sistemin çalışması için, akümülatörün bağlı olması ve girişine yeterli gerilimin verilmesi gerekir.

MODÜL NO 6-POWER INVERTER



Şarj kontrol ünitesi vasıtası ile, aküden sağlanan DC12V değerindeki gerilimi, 220V- 50Hz AC seviyesine çıkaran ünedir. Girişine uygun gerilim uygulandığı sürece, çıkış gerilimini 220v-50Hz seviyesinde sabit tutar. Giriş gerilimindeki azalma sistemin korumaya geçmesine neden olur.

MODÜL NO 7-POWERMETER



Sisteme ait tüm parametrelerin gözlenebileceği ölçüm ünitesidir. İlgili tuş takımına basılmak sureti ile; akım, gerilim, frekans, güç, enerji harcamaları vb. ekrandan gözlenebilir. Tuş takımlarına ulaşmak için, cihazın alt kapağını açınız ve görmek istediğiniz parametre için, ilgili tuşa basınız.

MODÜL NO 8-CIRCUIT BRAKER



İnvertör çıkışına bağlanacak yük de meydana gelebilecek bir olumsuzlukta akım koruması sağlayan modüldür. İnvertör çıkışı ile, yük arasına bağlanarak olumsuz bir durumda koruma sağlar.