

UYGULAMA - II

Yarıiletken Güç Anahtarlarının Test ve Kontrol Edilmesi

Güç Elektroniği-1 dersinin ikinci uygulaması olan “Uygulama-2”de, Güç Elektroniği devrelerinde yaygın olarak kullanılmakta olan kontrol edilebilir yarıiletken güç anahtarlarının test ve kontrolleri ayrı ayrı uygulamalar halinde yapılacaktır. Uygulaması yapılacak olan elemanlar;

- 1- Tristör (SCR),
- 2- Triyak (Triac),
- 3- Transistör (BJT),
- 4- Mosfet (E-Mos),
- 5- IGBT'dir.

Uygulama sırasında öncelikle her bir elemanın kabaca sağlamlık kontrolü yapılacak, daha sonra da elemana ait temel test devresi kurularak ve güç elektroniği uygulama kartı üzerinden uygun uyarma (kontrol) işaretleri verilerek elemanın kontrol edilmesi sağlanacaktır.

Bu işlemler sonucunda hem elemanın kesinlikle sağlam olup olmadığı görülecek, hem de elemanın çalıştırılması ve çalışması yakından izlenebilecektir.

UYGULAMA-2.1

Tristörün DC Kaynakta Çalıştırılması ve Kontrolü

AMAÇ:

Güç Elektronikinin temel güç elemanlarından olan Genel Amaçlı Tristörün (SCR), doğru akım kaynağında çalıştırılmasını ve kontrolünü ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) BT151 (Tristör) – 1 adet,
- 2) 100Ω-1/4W direnç – 1 adet.

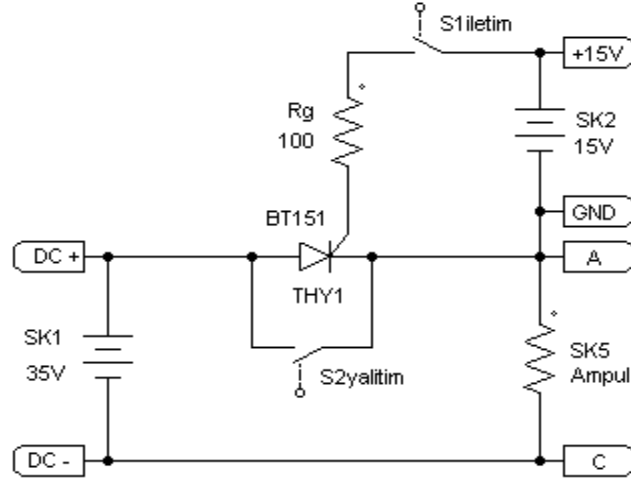
İŞLEM BASAMAKLARI:

- 1) Öncelikle tristörün kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot ölçüm kademesine alarak, tristörün terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları “volt” cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 2.1.1 – Tristörün AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

A+, K-	A-, K+	A+, G-	A-, G+	K+, G-	K-, G+

- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre Tristörün kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer K-G arası dışındaki ölçümlerde açık devre sonucu elde edildi ise Tristör muhtemelen sağlamdır.
- 3) Genel Amaçlı Tristörün kesinlikle sağlam olup olmadığını görebilmek, DC kaynakta çalışmasını ve kontrol edilmesini öğrenebilmek için ise aşağıda Şekil-2.1.1’de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız (S1 ve S2 anahtarlarını breadboard üzerinde oluşturunuz).



Şekil 2.1.1 – Tristörün DC Kaynakta Testi ve Çalıştırılması.

- 4) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz, bu durumda Tristör uyarılmadığı için devre çalışmayacak ve lamba yanmayacaktır. Tristörü iletme geçirebilmek için “S1” anahtarını hızlıca “on” ve tekrar “off” yapınız. Bu durumda Tristör uyarılacağı için iletme girecek ve lamba da sürekli olarak yanacaktır.
- 5) Devre çalışır durumda iken bir DC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.1.2 – Tristör DC Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-1.

DC kaynak	Tristör, A-K	Tristör, G-K	Ampul, A-C

- 6) Tabloda elde edilen sonuçlardan, Tristörün, G-K arasının açık devre olmasına rağmen, A-K arasındaki gerilimin sıfıra çok yakın olduğu yani tam iletim durumunda bulunduğu gözlenmelidir.
- 7) DC kaynakta iletimde olan Tristörü tekrar yalıtım durumuna geçirebilmek için “S2” anahtarını hızlıca “on” ve tekrar “off” yapınız. Bu durumda Tristör uçları kısa devre olacağı ve Tristör üzerinden geçen akım bir an sıfır olacağı için yalıtıma girecek ve lamba da sönecektir.
- 8) Bu durumda iken yine bir DC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.1.3 – Tristör DC Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-2.

DC kaynak	Tristör, A-K	Tristör, G-K	Ampul, A-C

- 9) Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

UYGULAMA-2.2

Tristörün AC Kaynakta Çalıştırılması ve Kontrolü

AMAÇ:

Güç Elektronikinin temel güç elemanlarından olan Genel Amaçlı Tristörün (SCR), alternatif akım kaynağında çalıştırılmasını ve kontrolünü ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) BT151 (Tristör) – 1 adet,
- 2) 100Ω-1/4W direnç – 1 adet.

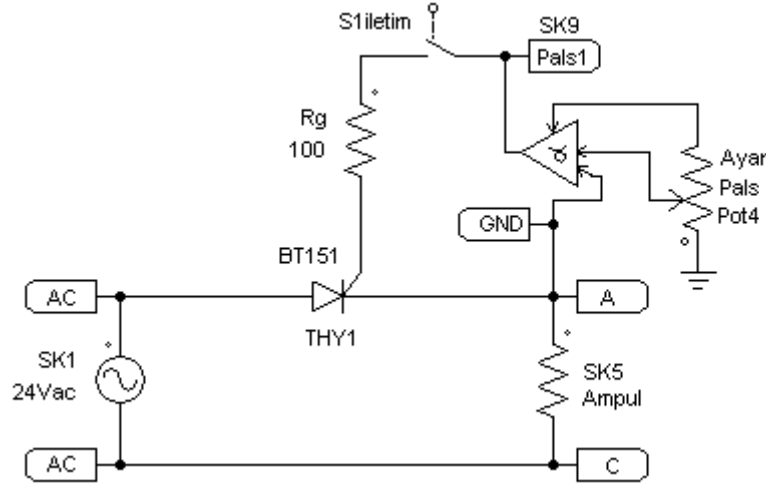
İŞLEM BASAMAKLARI:

- 1) Öncelikle tristörün kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot ölçüm kademesine alarak, tristörün terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları “volt” cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 2.2.1 – Tristörün AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

A+, K-	A-, K+	A+, G-	A-, G+	K+, G-	K-, G+

- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre Tristörün kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer K-G arası dışındaki ölçümlerde açık devre sonucu elde edildi ise Tristör muhtemelen sağlamdır.
- 3) Genel Amaçlı Tristörün kesinlikle sağlam olup olmadığını görebilmek, AC kaynakta çalışmasını ve kontrol edilmesini öğrenebilmek için ise aşağıda Şekil-2.2.1’de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 2.2.1 – Tristörün AC Kaynakta Testi ve Çalıştırılması.

- 4) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz, bu durumda Tristör uyarılmadığı için devre çalışmayacak ve lamba yanmayacaktır. Tristörü iletme geçirebilmek için “S1” anahtarını “on” yapınız ve “Pot4” pals ayar potansiyometresini maksimum konumuna alınız. Bu durumda Tristör sürekli olarak uyarılacağı için iletimde kalacak ve lamba da sürekli olarak ve parlak yanacaktır.
- 5) Devre çalışır durumda iken bir AC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.2.2 – Tristör AC Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-1.

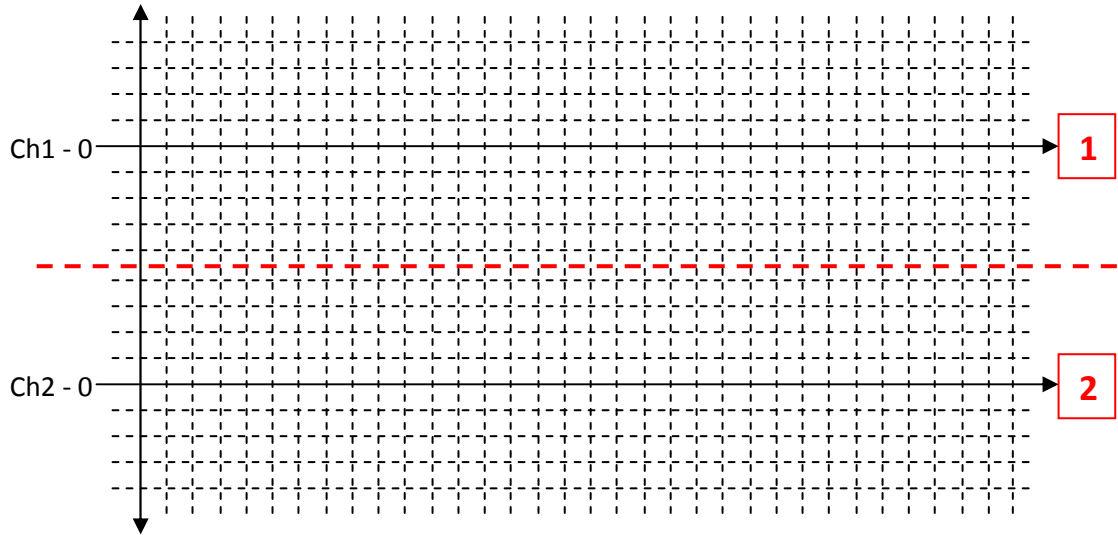
AC kaynak	Tristör, A-K	Tristör, G-K	Ampul, A-C

- 6) Tabloda elde edilen sonuçlardan, Tristörün, G-K arasının sürekli uyarılması halinde, A-K arasındaki gerilimin sifıra çok yakın olduğu yani tam iletim durumunda bulunduğu gözlenmelidir.
- 7) Pot4 orta konumda iken, Tristörü uyarın sinyaller ile Tristör üzerindeki gerilim düşümünü aynı anda görebilmek ve ayrıntısıyla inceleyebilmek için aşağıdaki osilaskop bağlantısını breadboardda kurulu olan devre üzerinde tek damarlı montaj telleri kullanarak yapınız.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemlerin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

Ch1, canlı uç → Pals1 ucuna,
 Ch2, canlı uç → Tristörün “Anod” ucuna,
 GND ucu → Tristörün “Katod” ucuna,

- 8) Osilaskobun 1. ve 2. kanallarında eş zamanlı olarak elde ettiğiniz görüntüleri en uygun pozisyonda izleyerek değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 2.2.2 – Tristörün AC Kaynakta Uyarma Sinyali ve Gerilim Düşümü.

- 9) Yukarıdaki dalga şekillerinden Tristörün, her pozitif alternansta bir kez uyarıldığı gözlenmelidir. Ayrıca uyarma yapılmadan önce tristörün yalıtımda olduğu ve kaynaktan gelen gerilimi bloke ettiği, uyarı yapıldığı anda ise iletme geçtiği ve üzerindeki gerilim düşümünün sıfırlandığı da gözlenmelidir.
- 10) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada “Pot4” pals ayar potansiyometresini ayarlayarak tristörün alternans içerisinde daha erken veya daha geç iletme geçmesini sağlayınız ve gözlemlerinizi not ediniz.
- 11) AC kaynakta iletimde olan Tristörü tekrar yalıtım durumuna geçirebilmek için ise “S1” anahtarını “off” yapınız. Bu durumda Tristör uyarılamayacağı için alternans sonunda yalıtıma girecek ve lamba da sönecektir.
- 12) Bu durumda iken yine bir AC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.2.3 – Tristör AC Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-2.

DC kaynak	Tristör, A-K	Tristör, G-K	Ampul, A-C

- 13) Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

UYGULAMA-2.3

Triyak'ın Pals İle Çalıştırılması ve Kontrolü

AMAÇ:

Güç Elektroniğinin temel güç elemanlarından olan Triyak'ın (Triac), pals ile çalıştırılmasını ve kontrolünü ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) BT137 (Triyak) – 1 adet,
- 2) 100Ω-1/4W direnç – 1 adet.

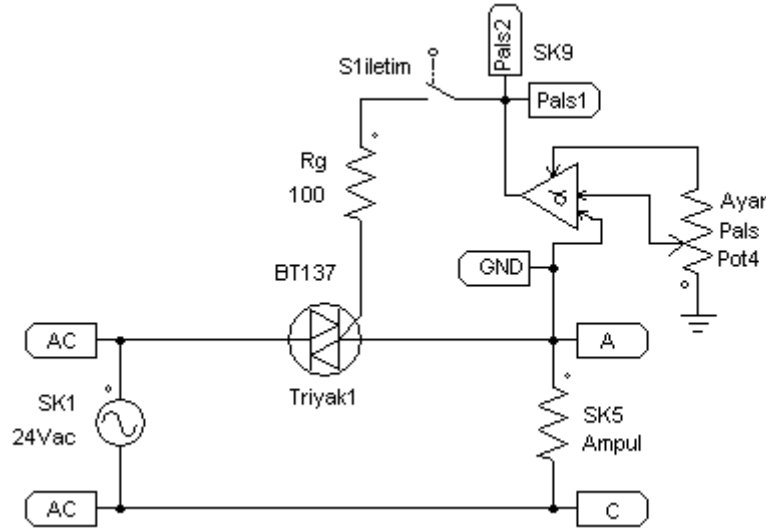
İŞLEM BASAMAKLARI:

- 1) Öncelikle Triyak'ın kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot ölçüm kademesine alarak, Triyak'ın terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları “volt” cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 2.3.1 – Triyak'ın AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

A2+, A1-	A2-, A1+	A2+, G-	A2-, G+	A1+, G-	A1-, G+

- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre Triyak'ın kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer A1-G arası dışındaki ölçümlerde açık devre sonucu elde edildi ise Triyak muhtemelen sağlamdır.
- 3) Triyak'ın kesinlikle sağlam olup olmadığını görebilmek, pals ile çalıştırılmasını ve kontrol edilmesini öğrenebilmek için ise aşağıda Şekil-2.3.1'de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 2.3.1 – Triyak'ın AC Kaynakta Pals İle Çalıştırılması ve Testi.

- 4) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz, bu durumda Triyak uyarılmadığı için devre çalışmayacak ve lamba yanmayacaktır. Triyak'ı iletme geçirebilmek için "S1" anahtarını "on" yapınız ve "Pot4" pals ayar potansiyometresini maksimum konumuna alınız. Bu durumda Triyak sürekli olarak uyarılacağı için iletimde kalacak ve lamba da sürekli olarak ve parlak yanacaktır.
- 5) Devre çalışır durumda iken bir AC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.3.2 – Triyak AC Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-1.

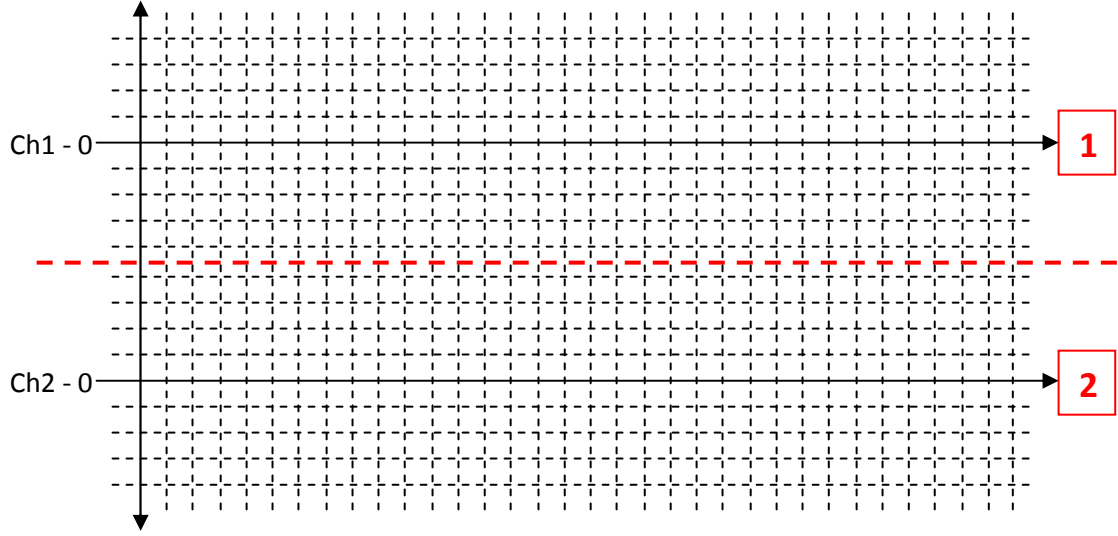
AC kaynak	A2-A1	G-A1	Ampul, A-C

- 6) Tabloda elde edilen sonuçlardan, Triyak'ın, G-A1 arasının sürekli uyarılması halinde, A2-A1 arasındaki gerilimin sıfıra çok yakın olduğu yani tam iletim durumunda bulunduğu gözlenmelidir.
- 7) Pot4 orta konumda iken, Triyak'ı uyarın sinyaller ile Triyak üzerindeki gerilim düşümünü aynı anda görebilmek ve ayrıntısıyla inceleyebilmek için aşağıdaki osilaskop bağlantısını breadboardda kurulu olan devre üzerinde tek damarlı montaj telleri kullanarak yapınız.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemlerin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

Ch1, canlı uç → Pals1, Pals2 ucuna,
 Ch2, canlı uç → Triyak'ın "A2" ucuna,
 GND ucu → Triyak'ın "A1" ucuna,

- 8) Osilaskobun 1. ve 2. kanallarında eş zamanlı olarak elde ettiğiniz görüntüleri en uygun pozisyonda izleyerek değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 2.3.2 – Triyak'ın AC Kaynakta Uyarma Sinyali ve Gerilim Düşümü.

- 9) Yukarıdaki dalga şekillerinden Triyak'ın, her pozitif ve negatif alternansta bir kez uyarıldığı gözlenmelidir. Ayrıca uyarma yapılmadan önce triyak'ın yalıtımda olduğu ve kaynaktan gelen gerilimi bloke ettiği, uyarı yapıldığı anda ise iletme geçtiği ve üzerindeki gerilim düşümünün sıfırlandığı da gözlenmelidir.
- 10) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "Pot4" pals ayar potansiyometresini ayarlayarak triyak'ın alternanslar içerisinde daha erken veya daha geç iletme geçmesini sağlayınız ve gözlemlerinizi not ediniz.
- 11) AC kaynakta iletimde olan Triyak'ı tekrar tam yalıtım durumuna geçirebilmek için ise "S1" anahtarını "off" yapınız. Bu durumda Triyak uyarılamayacağı için alternans sonunda yalıtıma girecek ve lamba da sönecektir.
- 12) Bu durumda iken yine bir AC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.3.3 – Triyak AC Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-2.

AC kaynak	A2-A1	G-A1	Ampul, A-C

- 13) Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

UYGULAMA-2.4

Triyak'ın PWM Kare Dalga İle Çalıştırılması ve Kontrolü

AMAÇ:

Güç Elektroniğinin temel güç elemanlarından olan Triyak'ın (Triac), PWM kare dalga ile çalıştırılmasını ve kontrolünü ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) BT137 (Triyak) – 1 adet,
- 2) 100Ω-1/4W direnç – 1 adet,
- 3) 47μF-35V kondansatör – 1 adet.

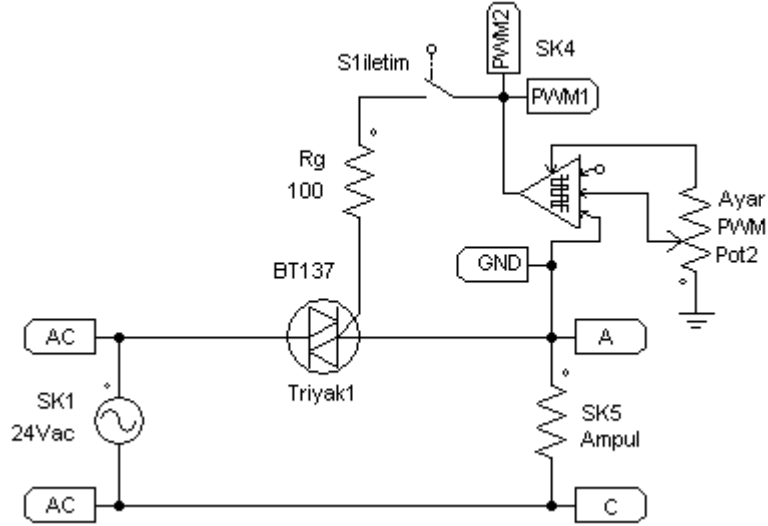
İŞLEM BASAMAKLARI:

- 1) Öncelikle Triyak'ın kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot ölçüm kademesine alarak, Triyak'ın terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları “volt” cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 2.4.1 – Triyak'ın AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

A2+, A1-	A2-, A1+	A2+, G-	A2-, G+	A1+, G-	A1-, G+

- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre Triyak'ın kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer A1-G arası dışındaki ölçümlerde açık devre sonucu elde edildi ise Triyak muhtemelen sağlamdır.
- 3) Triyak'ın kesinlikle sağlam olup olmadığını görebilmek, PWM ile çalıştırılmasını, kontrol edilmesini öğrenebilmek için ise aşağıda Şekil-2.4.1'de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 2.4.1 – Triyak'ın PWM ile Çalıştırılması ve Testi.

- 4) Güç elektroniği eğitim seti üzerindeki SK-C24 soketine 47 μ F'lık kondansatörü takınız ve devreye enerji veriniz, bu durumda Triyak uyarılmadığı için devre çalışmayacak ve lamba yanmayacaktır. Triyak'ı iletme geçirebilmek için "S1" anahtarını "on" yapınız ve "Pot2" PWM ayar potansiyometresini maksimum konumuna alınız. Bu durumda Triyak sürekli olarak uyarılacağı için iletimde kalacak ve lamba da sürekli olarak ve parlak yanacaktır.
- 5) Devre çalışır durumda iken bir AC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.4.2 – Triyak AC Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-1.

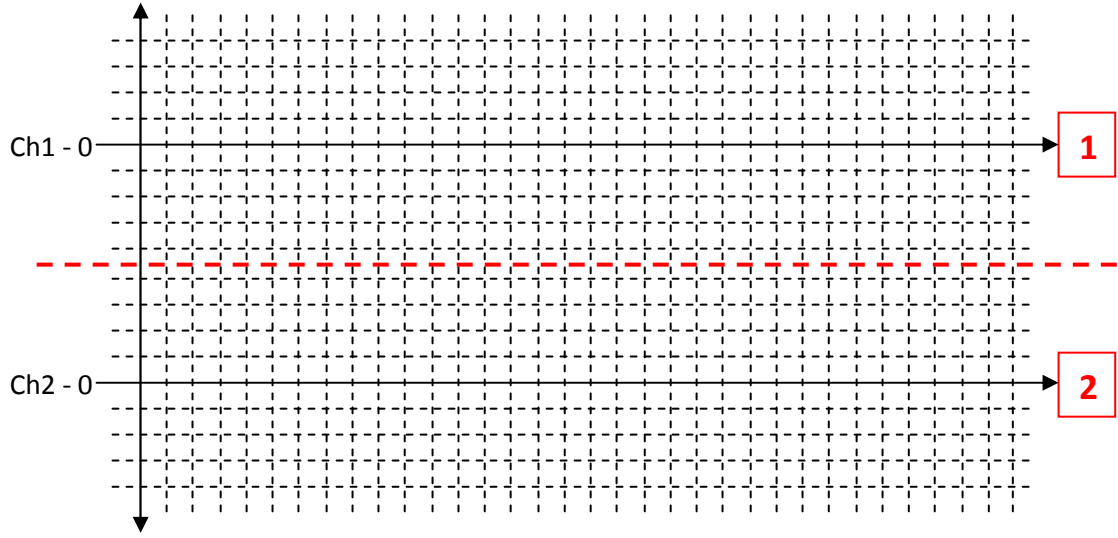
AC kaynak	A2-A1	G-A1	Ampul, A-C

- 6) Tabloda elde edilen sonuçlardan, Triyak'ın, G-A1 arasının sürekli uyarılması halinde, A2-A1 arasındaki gerilimin sıfıra çok yakın olduğu yani tam iletim durumunda bulunduğu gözlenmelidir.
- 7) Pot2 orta konumda iken, Triyak'ı uyanan sinyaller ile Triyak üzerindeki gerilim düşümünü aynı anda görebilmek ve ayrıntısıyla inceleyebilmek için aşağıdaki osilaskop bağlantısını breadboardda kurulu olan devre üzerinde tek damarlı montaj telleri kullanarak yapınız.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemlerin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

Ch1, canlı uç → PWM1, PWM2 ucuna,
 Ch2, canlı uç → Triyak'ın "A2" ucuna,
 GND ucu → Triyak'ın "A1" ucuna,

- 8) Osilaskobun 1. ve 2. kanallarında eş zamanlı olarak elde ettiğiniz görüntüleri en uygun pozisyonda izleyerek değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 2.4.2 – Triyak'ın AC Kaynakta Uyarma Sinyali ve Gerilim Düşümü.

- 9) Yukarıdaki dalga şekillerinden Triyak'ın, kare dalga ile uyarıldığı gözlenmelidir. Ayrıca uyarma yapılmadan önce triyak'ın yalıtımda olduğu ve kaynaktan gelen gerilimi bloke ettiği, uyarı yapıldığı anda ise ilettime geçtiği ve üzerindeki gerilim düşümünün sıfırlandığı da gözlenmelidir.
- 10) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "Pot2" PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak triyak'ın daha çok veya daha az iletimde kalmasını sağlayınız ve gözlemlerinizi not ediniz.
- 11) AC kaynakta iletimde olan Triyak'ı tekrar tam yalıtım durumuna geçirebilmek için ise "S1" anahtarını "off" yapınız. Bu durumda Triyak uyarılamayacağı için alternans sonunda yalıtıma girecek ve lamba da sönecektir.
- 12) Bu durumda iken yine bir AC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.4.3 – Triyak AC Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-2.

AC kaynak	A2-A1	G-A1	Ampul, A-C

- 13) Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

UYGULAMA-2.5

Transistörün DC Kaynakta Çalıştırılması ve Kontrolü

AMAÇ:

Güç Elektroniklerinde kullanılan güç elemanlarından olan Transistörün (BJT), DC kaynakta çalıştırılmasını ve kontrolünü ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) BDX53A (Darlington Transistör) – 1 adet,
- 2) 1k Ω -1/4W direnç – 1 adet,

İŞLEM BASAMAKLARI:

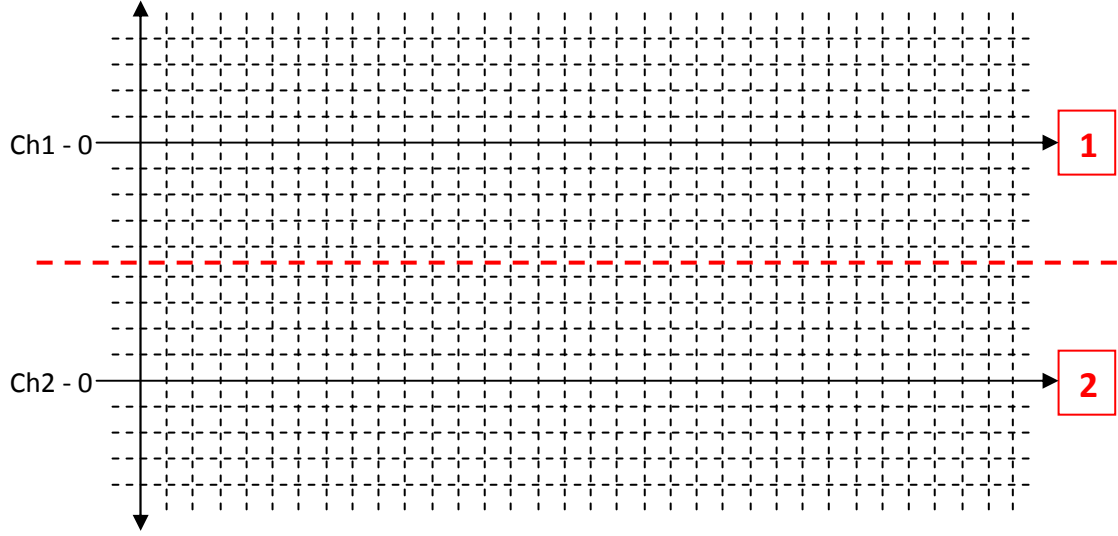
- 1) Öncelikle Transistörün kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot kademesine alarak, Transistörün terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları “volt” cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 2.5.1 – Transistörün AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

C+, E-	C-, E+	C+, B-	C-, B+	E+, B-	E-, B+

- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre Transistörün kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer C-E arası ölçümlerde açık devre sonucu elde edildi ise Transistör muhtemelen sağlamdır.
- 3) Transistörün kesinlikle sağlam olup olmadığını görebilmek, DC kaynakta çalıştırılmasını, kontrol edilmesini öğrenebilmek için ise aşağıda Şekil-2.5.1’de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.

- 8) Osilaskobun 1. ve 2. kanallarında eş zamanlı olarak elde ettiğiniz görüntüleri en uygun pozisyonda izleyerek değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 2.5.2 – Transistörün Uyarma Sinyali ve Gerilim Düşümü.

- 9) Yukarıdaki dalga şekillerinden Transistörün, kare dalga ile uyarıldığı gözlenmelidir. Ayrıca uyarma yapılmadan önce transistörün yalıtımda olduğu ve kaynaktan gelen gerilimi bloke ettiği, uyarı yapıldığı anda ise iletme geçtiği ve üzerindeki gerilim düşümünün sıfırlandığı da gözlenmelidir.
- 10) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada “Pot2” PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak transistörün daha çok veya daha az iletimde kalmasını sağlayınız ve gözlemlerinizi not ediniz.
- 11) DC kaynakta iletimde olan Transistörü tekrar tam yalıtım durumuna geçirebilmek için ise “S1” anahtarını “off” yapınız. Bu durumda Transistör uyarılmayacağı için tamamen yalıtıma girecek ve lamba da sönecektir.
- 12) Bu durumda iken yine bir DC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.5.3 – Transistör Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-2.

DC kaynak	C-E	B-E	Ampul, A-C

- 13) Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

UYGULAMA-2.6

E-Mosfet'in DC Kaynakta Çalıştırılması ve Kontrolü

AMAÇ:

Güç Elektroniklerinde kullanılan temel güç elemanlarından olan E-Mosfet'in, DC kaynakta çalıştırılmasını ve kontrolünü ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) IRFZ44 (E-Mosfet) – 1 adet,
- 2) 100k Ω -1/4W direnç – 1 adet,

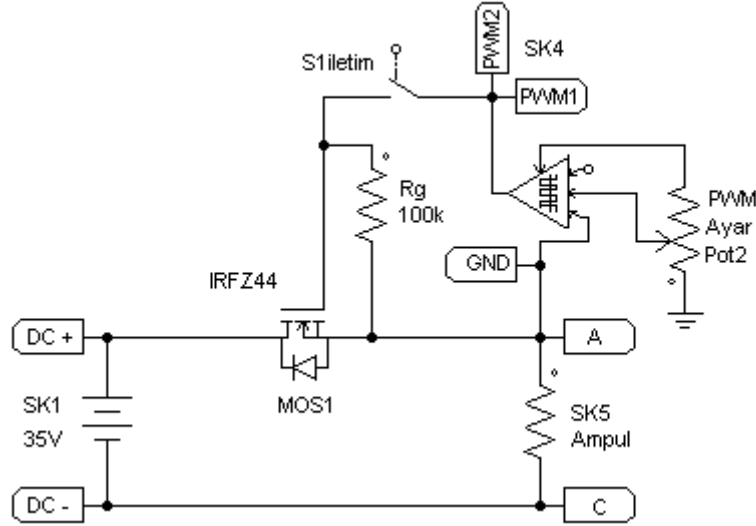
İŞLEM BASAMAKLARI:

- 1) Öncelikle E-Mosfet'in kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot kademesine alarak, E-Mosfet'in terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları "volt" cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 2.6.1 – E-Mosfet'in AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

D+, S-	D-, S+	D+, G-	D-, G+	S+, G-	S-, G+

- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre E-Mosfet'in kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer tüm ölçümlerde açık devre sonucu elde edildi ise (diyotsuz) E-Mosfet muhtemelen sağlamdır.
- 3) E-Mosfet'in kesinlikle sağlam olup olmadığını görebilmek, DC kaynakta çalıştırılmasını, kontrol edilmesini öğrenebilmek için ise aşağıda Şekil-2.6.1'de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 2.6.1 – E-Mosfet'in PWM ile Çalıştırılması ve Testi.

- 4) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz, bu durumda E-Mosfet uyarılmadığı için devre çalışmayacak ve lamba yanmayacaktır. E-Mosfet'i ilettime geçirebilmek için "S1" anahtarını "on" yapınız ve "Pot2" PWM ayar potansiyometresini maksimum konumuna alınız. Bu durumda E-Mosfet sürekli olarak uyarılacağı için iletimde kalacak ve lamba da sürekli olarak ve parlak yanacaktır.
- 5) Devre çalışır durumda iken bir DC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.6.2 – E-Mosfet Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-1.

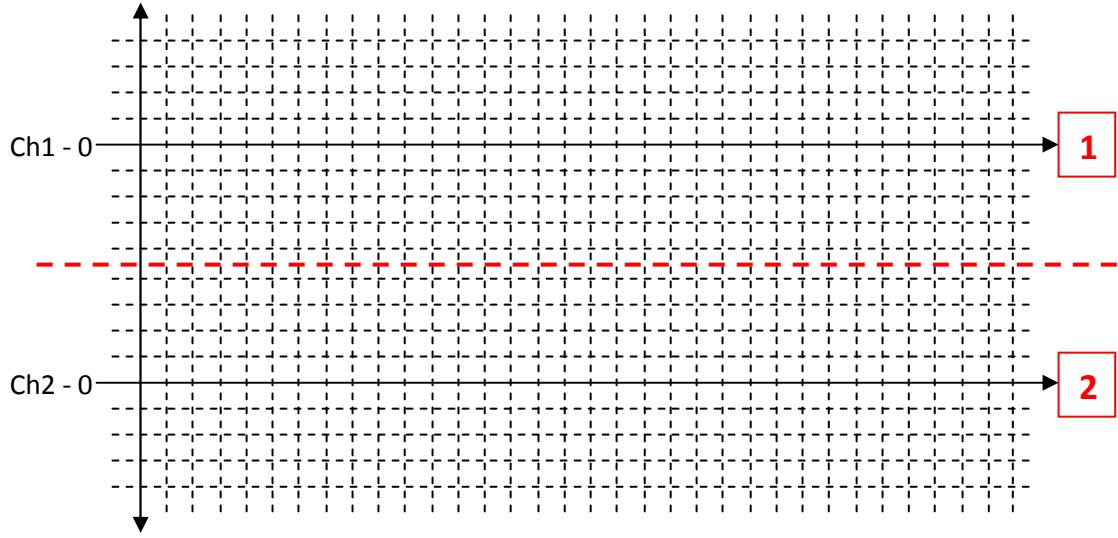
DC kaynak	D-S	G-S	Ampul, A-C

- 6) Tabloda elde edilen sonuçlardan, E-Mosfet'in, G-S arasının sürekli uyarılması halinde, D-S arasındaki gerilimin sıfıra çok yakın olduğu yani tam iletim durumunda bulunduğu gözlenmelidir.
- 7) Pot2 orta konumda iken, E-Mosfet'i uyarın sinyaller ile E-Mosfet üzerindeki gerilim düşümünü aynı anda görebilmek ve ayrıntısıyla inceleyebilmek için aşağıdaki osilaskop bağlantısını breadboardda kurulu olan devre üzerinde tek damarlı montaj telleri kullanarak yapınız.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemlerin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

Ch1, canlı uç → PWM1, PWM2 ucuna,
 Ch2, canlı uç → E-Mosfet'in "drain" ucuna,
 GND ucu → E-Mosfet'in "source" ucuna,

- 8) Osilaskobun 1. ve 2. kanallarında eş zamanlı olarak elde ettiğiniz görüntüleri en uygun pozisyonda izleyerek değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 2.6.2 – E-Mosfet'in Uyarma Sinyali ve Gerilim Düşümü.

- 9) Yukarıdaki dalga şekillerinden E-Mosfet'in, kare dalga ile uyarıldığı gözlenmelidir. Ayrıca uyarma yapılmadan önce E-Mosfet'in yalıtımda olduğu ve kaynaktan gelen gerilimi bloke ettiği, uyarı yapıldığı anda ise iletme geçtiği ve üzerindeki gerilim düşümünün sıfırlandığı da gözlenmelidir.
- 10) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "Pot2" PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak E-Mosfet'in daha çok veya daha az iletimde kalmasını sağlayınız ve gözlemlerinizi not ediniz.
- 11) DC kaynakta iletimde olan E-Mosfet'i tekrar tam yalıtım durumuna geçirebilmek için ise "S1" anahtarını "off" yapınız. Bu durumda E-Mosfet uyarılmayacağı için tamamen yalıtıma girecek ve lamba da sönecektir.
- 12) Bu durumda iken yine bir DC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.6.3 – E-Mosfet Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-2.

DC kaynak	D-S	G-S	Ampul, A-C

- 13) Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

UYGULAMA-2.7

IGBT'nin DC Kaynakta Çalıştırılması ve Kontrolü

AMAÇ:

Güç Elektroniklerinde kullanılan temel güç elemanlarından olan IGBT'nin, DC kaynakta çalıştırılmasını ve kontrolünü ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) BUP410 (IGBT) – 1 adet,
- 2) 100k Ω -1/4W direnç – 1 adet,

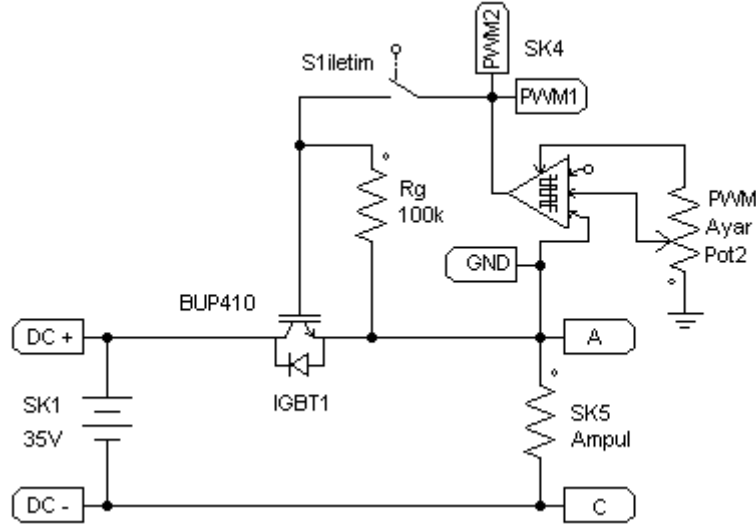
İŞLEM BASAMAKLARI:

- 1) Öncelikle IGBT'nin kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot kademesine alarak, IGBT'nin terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları "volt" cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 2.7.1 – IGBT'nin AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

C+, E-	C-, E+	C+, G-	C-, G+	E+, G-	E-, G+

- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre IGBT'nin kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer tüm ölçümlerde açık devre sonucu elde edildi ise (diyotsuz) IGBT muhtemelen sağlamdır.
- 3) IGBT'nin kesinlikle sağlam olup olmadığını görebilmek, DC kaynakta çalıştırılmasını, kontrol edilmesini öğrenebilmek için ise aşağıda Şekil-2.7.1'de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 2.7.1 – IGBT'nin PWM ile Çalıştırılması ve Testi.

- 4) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz, bu durumda IGBT uyarılmadığı için devre çalışmayacak ve lamba yanmayacaktır. IGBT'yi ilettime geçirebilmek için "S1" anahtarını "on" yapınız ve "Pot2" PWM ayar potansiyometresini maksimum konumuna alınız. Bu durumda IGBT sürekli olarak uyarılacağı için iletimde kalacak ve lamba da sürekli olarak ve parlak yanacaktır.
- 5) Devre çalışır durumda iken bir DC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.7.2 – IGBT Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-1.

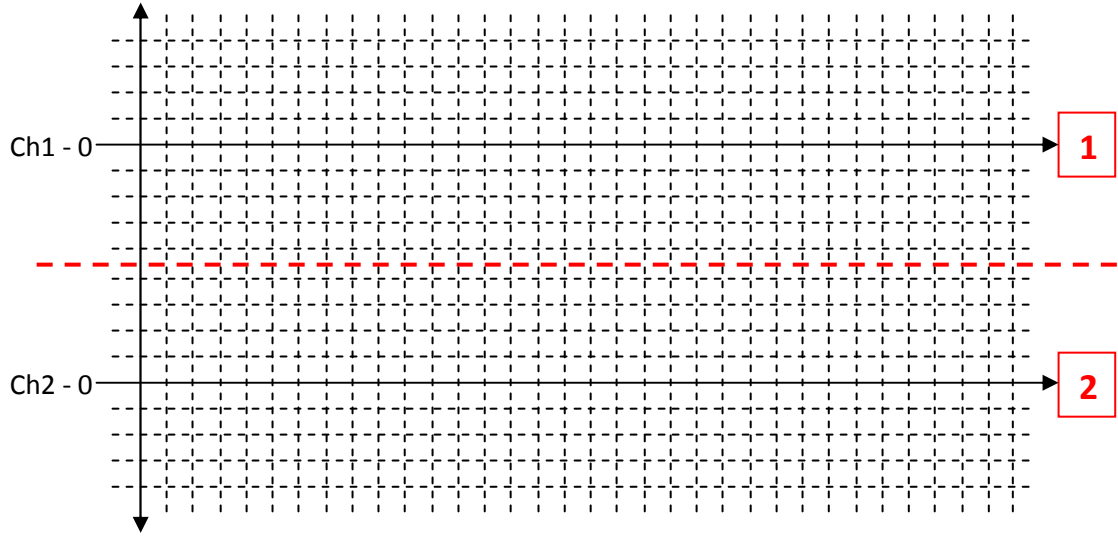
DC kaynak	C-E	G-E	Ampul, A-C

- 6) Tabloda elde edilen sonuçlardan, IGBT'nin, G-E arasının sürekli uyarılması halinde, C-E arasındaki gerilimin sifıra çok yakın olduğu yani tam iletim durumunda bulunduğu gözlenmelidir.
- 7) Pot2 orta konumda iken, IGBT'yi uyarın sinyaller ile IGBT üzerindeki gerilim düşümünü aynı anda görebilmek ve ayrıntısıyla inceleyebilmek için aşağıdaki osilaskop bağlantısını breadboardda kurulu olan devre üzerinde tek damarlı montaj telleri kullanarak yapınız.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemlerin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

Ch1, canlı uç → PWM1, PWM2 ucuna,
 Ch2, canlı uç → IGBT'nin "kollektör" ucuna,
 GND ucu → IGBT'nin "emiter" ucuna,

- 8) Osilaskobun 1. ve 2. kanallarında eş zamanlı olarak elde ettiğiniz görüntüleri en uygun pozisyonda izleyerek değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 2.7.2 – IGBT'nin Uyarma Sinyali ve Gerilim Düşümü.

- 9) Yukarıdaki dalga şekillerinden IGBT'nin, kare dalga ile uyarıldığı gözlenmelidir. Ayrıca uyarma yapılmadan önce IGBT'nin yalıtımda olduğu ve kaynaktan gelen gerilimi bloke ettiği, uyarı yapıldığı anda ise iletme geçtiği ve üzerindeki gerilim düşümünün sıfırlandığı da gözlenmelidir.
- 10) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "Pot2" PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak IGBT'nin daha çok veya daha az iletimde kalmasını sağlayınız ve gözlemlerinizi not ediniz.
- 11) DC kaynakta iletimde olan IGBT'yi tekrar tam yalıtım durumuna geçirebilmek için ise "S1" anahtarını "off" yapınız. Bu durumda IGBT uyarılamayacağı için tamamen yalıtıma girecek ve lamba da sönecektir.
- 12) Bu durumda iken yine bir DC voltmetre ile aşağıdaki ölçümleri yaparak tabloya kaydediniz.

Tablo 2.7.3 – IGBT Test Devresinin Ölçüm Sonuçları-2.

DC kaynak	D-S	G-S	Ampul, A-C

- 13) Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

Güç Elektroniği

UYGULAMA - III

Uyarma Elemanları Uyarma Devreleri ve Sürücöleri

Güç Elektroniği-1 dersinin üçüncü uygulaması olan “Uygulama-3”de, Güç Elektroniği düzeneklerinde yaygın olarak kullanılmakta uyarma elemanlarının test ve kontrolleri ile uygulama devreleri ve sürücöler ayrıntılı olarak incelenecektir. Uygulaması yapılacak olan eleman ve devreler;

- 1- UJT,
- 2- Diyak (Diac),
- 3- Pals Entegresi,
- 4- PWM Entegresi,
- 5- Optik İletici Entegresi,
- 6- Pals&PWM Sürücö Entegresidir.

Uygulama sırasında öncelikle her bir elemanın kabaca sağlamlık kontrolu yapılacak, daha sonra da elemana ait temel test devresi ve uygulama kurularak çalıştırılacak, elde edilen uyarma sinyalleri kullanılarak uygun güç elemanlarının elemanın kontrol edilmesi sağlanacaktır.

Bu işlemler sonucunda hem elemanın çalışması görölecek, hem de elde edilen uyarma sinyalleri kullanılarak bir güç elemanının kontrol edilmesi incelenebilecektir. Ayrıca üretilen sinyallerin bir sürücö devresi ile yükseltilip güçlendirilmesi ve güç devresinden yalıtılması da ayrıntısıyla inceleyecektir.

UYGULAMA-3.1

UJT Yapısı, Çalıştırılması ve Tristör Uyarılması

AMAÇ:

Tristör ve triyak türü güç elemanlarını kontrol etmekte kullanılan UJT yapısını, çalışmasını ve uygulama devresini ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) 2N2646 (UJT) – 1 adet,
- 2) BT151 (Tristör) – 1 adet,
- 3) 15V zener diyot – 1 adet,
- 4) 1N4001 diyot – 1 adet,
- 5) 100nF-63V kondansatör – 1 adet,
- 6) 10k Ω potansiyometre – 1 adet,
- 7) 1k Ω -1/2W direnç – 1 adet,
- 8) 100 Ω -1/4W direnç – 1 adet,

İŞLEM BASAMAKLARI:

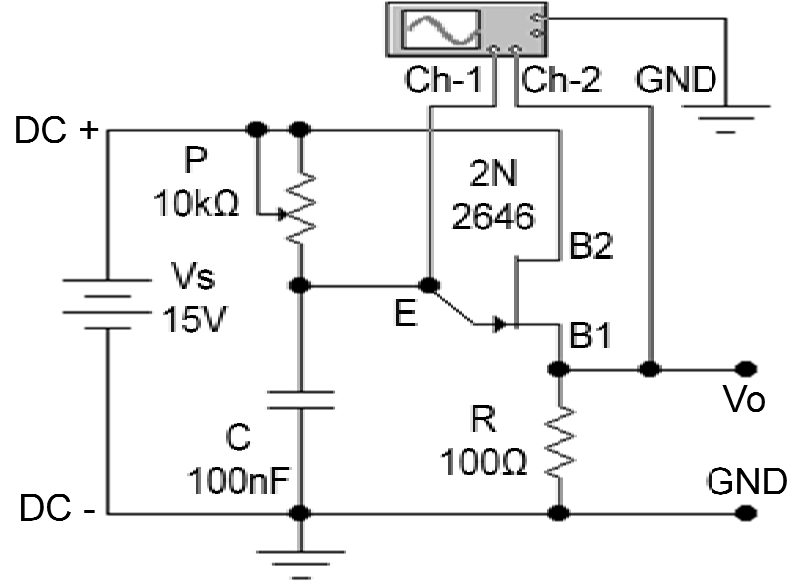
- 1) Öncelikle UJT'nin kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot ölçüm kademesine alarak, UJT'nin terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları "volt" cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 3.1.1 – UJT'nin AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

B2+, B1-	B2-, B1+	B2+, E-	B2-, E+	B1+, E-	B1-, E+

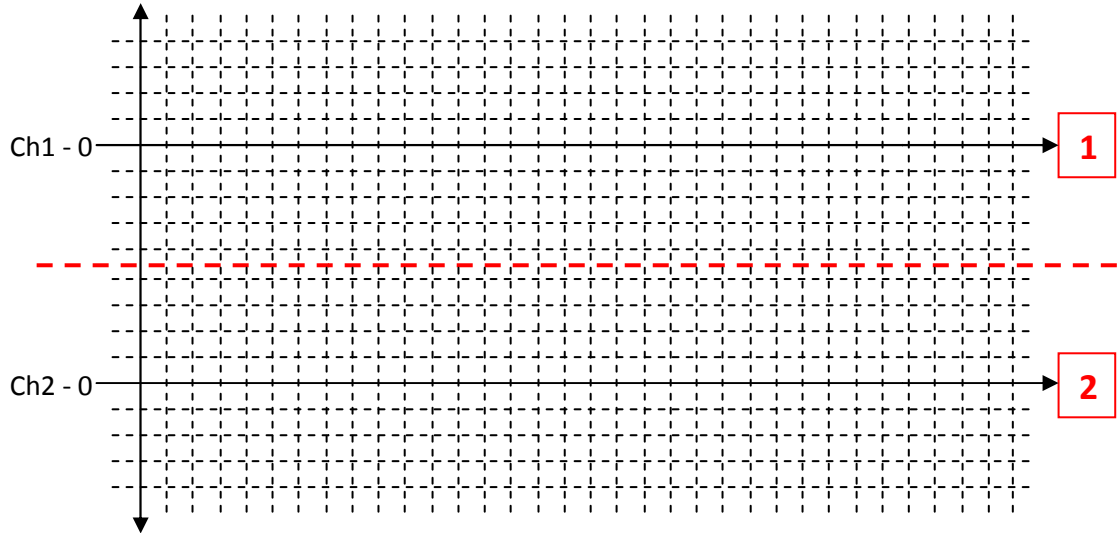
- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre UJT'nin kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer B1-E arası dışındaki ölçümlerde açık devre sonucu elde edildi ise UJT muhtemelen sağlamdır.

- 3) UJT'nin DC kaynaktan senkronize olmadan çalışmasını ve kontrol edilmesini öğrenebilmek için aşağıda Şekil-3.1.1'de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 3.1.1 – UJT'nin Sabit DC Kaynaktan Çalıştırılması.

- 4) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda UJT 15Vdc gerilimle besleneceği için sürekli olarak pils üretcektir. Osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan kondansatör şarj-deşarj gerilimi ile osilaskobun 2. Kanalında görülecek olan UJT'nin ürettiği pilsleri değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 3.1.2 – UJT'nin Sabit DC Kaynaktan Çalıştırılması Dalga Şekilleri.

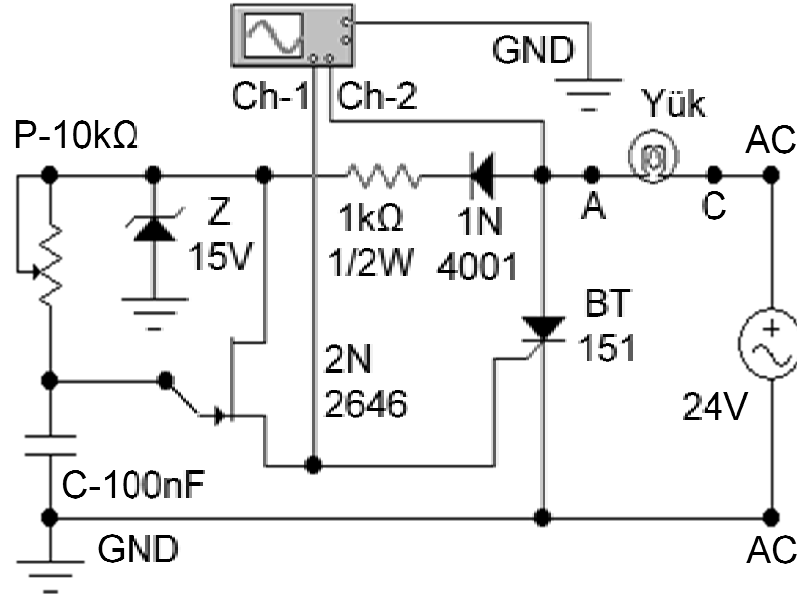
- 5) Yukarıdaki dalga şekillerinden kondansatörün herdeşarj oluşunda bir pils üretildiği gözlenmelidir.

- 6) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "R" potansiyometresini ayarlayarak UJT'nin üretmiş olduğu palslerin frekansını değiştiriniz ve elde ettiğiniz en yüksek ve en düşük pals frekans değerlerini aşağıya not ediniz.

f(min.)= Hz

f(max.)= Hz

- 7) UJT'nin AC kaynaktan çalışan bir tristörü senkronize (uyumlu) olarak kontrol etmesini görebilmek için aşağıda Şekil-3.1.3'de görülen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde kurunuz.



Şekil 3.1.3 – AC Kaynaktan Çalışan Tristörün UJT ile Kontrol Edilmesi.

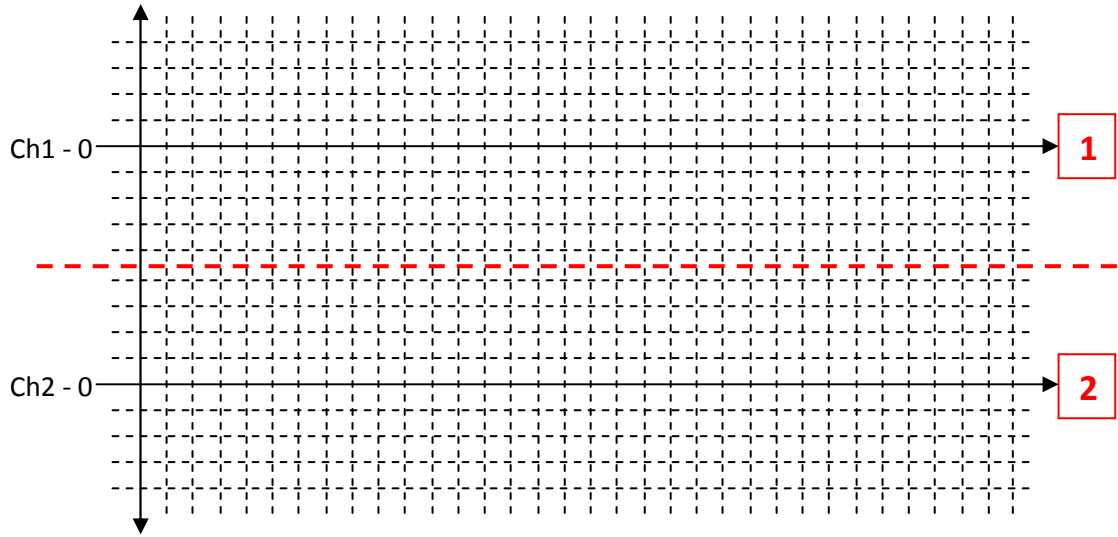
- 8) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda UJT, sadece pozitif alternanslarda gelen 15Vdc gerilimle besleneceği için sadece pozitif alternanslarda pals üretecektir. "P" potansiyometresi orta konumda iken, Osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan UJT'nin ürettiği uyarma palsleri ile osilaskobun 2. Kanalında görülecek olan Tristör üzerindeki gerilimi tüm değerleriyle birlikte aşağıda Şekil-3.1.4'de verilen alana çiziniz.

- 9) Aşağıda Şekil-3.1.4'deki alana çizilen dalga şekillerinden, kaynağın her pozitif alternansında UJT tarafından üretilen palslerin ilkinde tristörün uyarıldığı görülebilmelidir.

- 10) Tristörün uyarılma açısını değiştirebilmek için "P" potansiyometresini ayarlayınız. Bu durumda tristörün uyarıldığı en küçük açı değeri ile en büyük açı değerini aşağıya kaydediniz.

α (min.)= derece.

α (max.)= Derece.



Şekil 3.1.4 – AC Kaynakta Çalışan Tristörün UJT ile Kontrol Edilmesi Dalga Şekilleri.

11)Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

UYGULAMA-3.2

Diyak Yapısı, Çalıştırılması ve Triyak Uyarılması

AMAÇ:

Triyak türü güç elemanlarını kontrol etmekte kullanılan Diyak (Diac) yapısını, çalışmasını ve uygulama devresini ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) DB3 (Diyak) – 1 adet,
- 2) BT137 (Triyak) – 1 adet,
- 3) 100nF-63V kondansatör – 1 adet,
- 4) 10k Ω potansiyometre – 1 adet,
- 5) 1k Ω -1/2W direnç – 1 adet,
- 6) 100 Ω -1/4W direnç – 1 adet,
- 7) 4,7 Ω -1/4W direnç – 1 adet.

İŞLEM BASAMAKLARI:

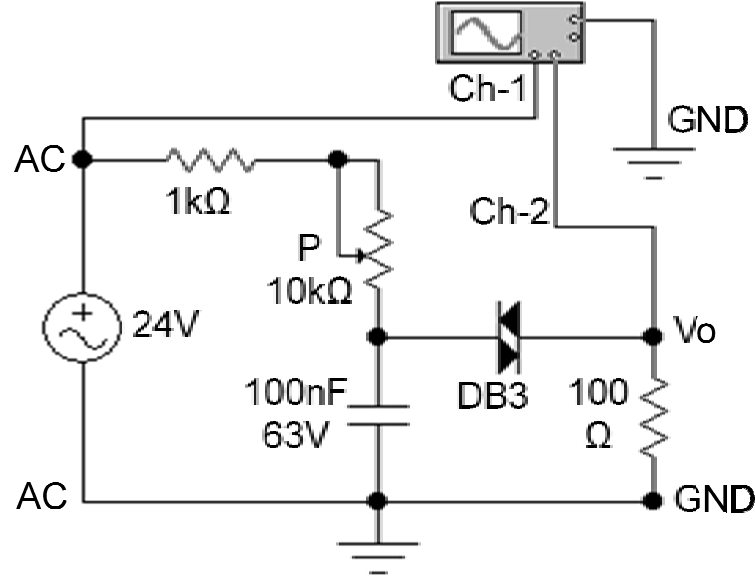
- 1) Öncelikle Diyak'ın kabaca sağlamlık kontrolünü yapmak gerekmektedir. Bu iş için bir sayısal avo-metre kullanmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot ölçüm kademesine alarak, Diyak'ın terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları "volt" cinsinden aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tablo 3.2.1 – Diyak'ın AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

A1+, A2-	A1-, A2+

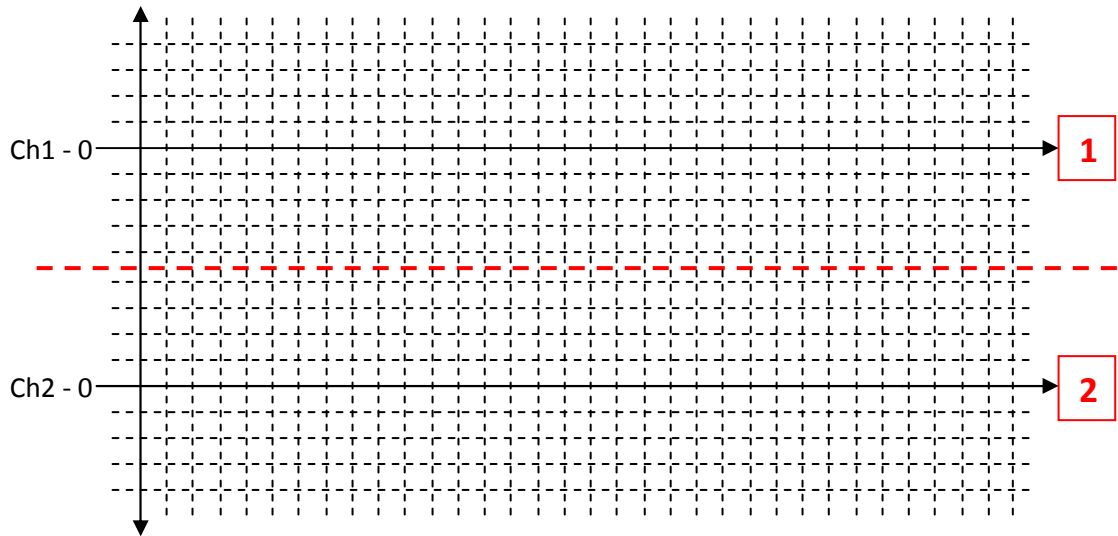
- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre Diyak'ın kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer A1-A2 arası her iki yönde de açık devre sonucu elde edildi ise Diyak muhtemelen sağlamdır.

- 3) Diyak'ın sabit AC kaynakta çalışmasını ve kontrol edilmesini öğrenebilmek için aşağıda Şekil-3.2.1'de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 3.2.1 – Diyak'ın Sabit AC Kaynakta Çalıştırılması.

- 4) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda Diyak 24Vac gerilimle besleneceği için sürekli olarak pals üretecektir. Osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan AC kaynak gerilimi ile osilaskobun 2. Kanalında görülecek olan Diyak'ın ürettiği palsleri değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 3.2.2 – Diyak'ın Sabit AC Kaynakta Çalıştırılması Dalga Şekilleri.

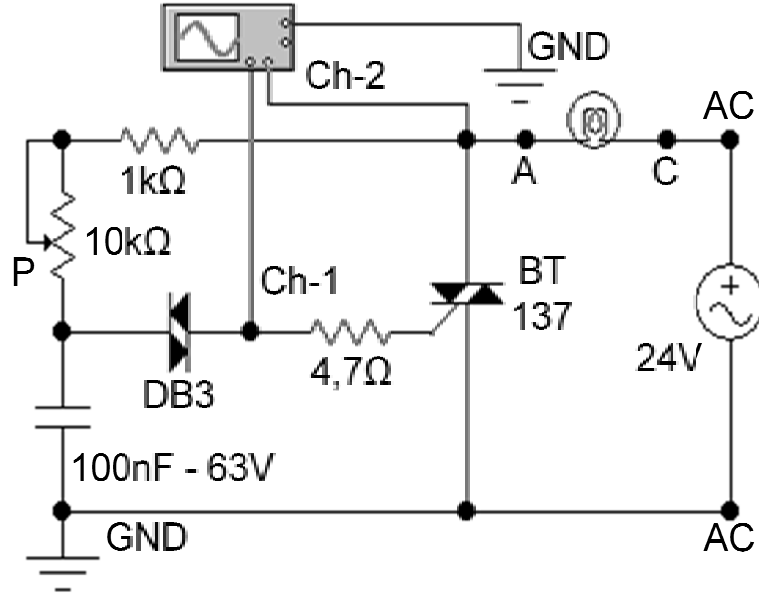
- 5) Yukarıdaki dalga şekillerinden AC kaynağın her alternansı için pozitif ve negatif olmak üzere birer pals üretildiği gözlenmelidir.

- 6) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "P" potansiyometresini ayarlayarak Diyak'ın üretmiş olduğu palslerin pozisyonunu değiştiriniz ve elde ettiğiniz en yüksek ve en düşük başlangıç açısı değerlerini aşağıya not ediniz.

α (min.)= derece.

α (max.)= Derece.

- 7) Diyak'ın AC kaynakta çalışan bir triyak'ı senkronize (uyumlu) olarak kontrol etmesini görebilmek için aşağıda Şekil-3.2.3'de görülen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde kurunuz.



Şekil 3.2.3 – AC Kaynakta Çalışan Triyak'ın Diyak ile Kontrol Edilmesi.

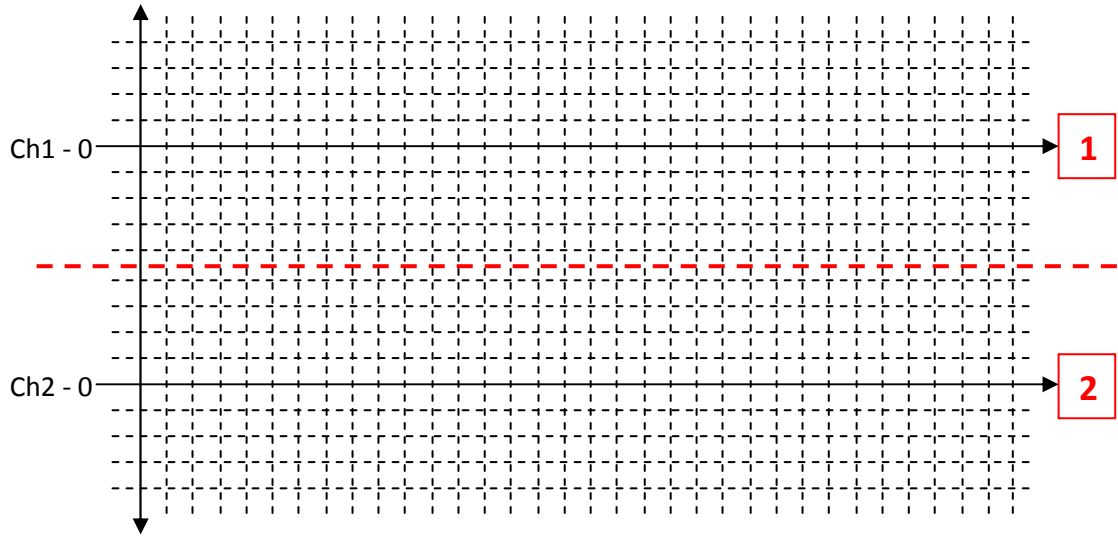
- 8) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda Diyak pozitif alternanslarda pozitif pals negatif alternanslarda ise negatif pals üretecektir. "P" potansiyometresi orta konumda iken, Osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan Diyak'ın ürettiği uyarma pısleri ile osilaskobun 2. Kanalında görülecek olan Triyak üzerindeki gerilimi tüm değerleriyle birlikte aşağıda Şekil-3.2.4'de verilen alana çiziniz.

- 9) Aşağıda Şekil-3.2.4'deki alana çizilen dalga şekillerinden, kaynağın her pozitif ve negatif alternansında Diyak tarafından üretilen pıslerin başlangıcında triyak'ın uyarıldığı görülebilmelidir.

- 10) Triyak'ın uyarılma açısını değiştirebilmek için "P" potansiyometresini ayarlayınız. Bu durumda triyak'ın uyarıldığı en küçük açısı değeri ile en büyük açısı değeri aşağıya kaydediniz.

α (min.)= derece.

α (max.)= Derece.

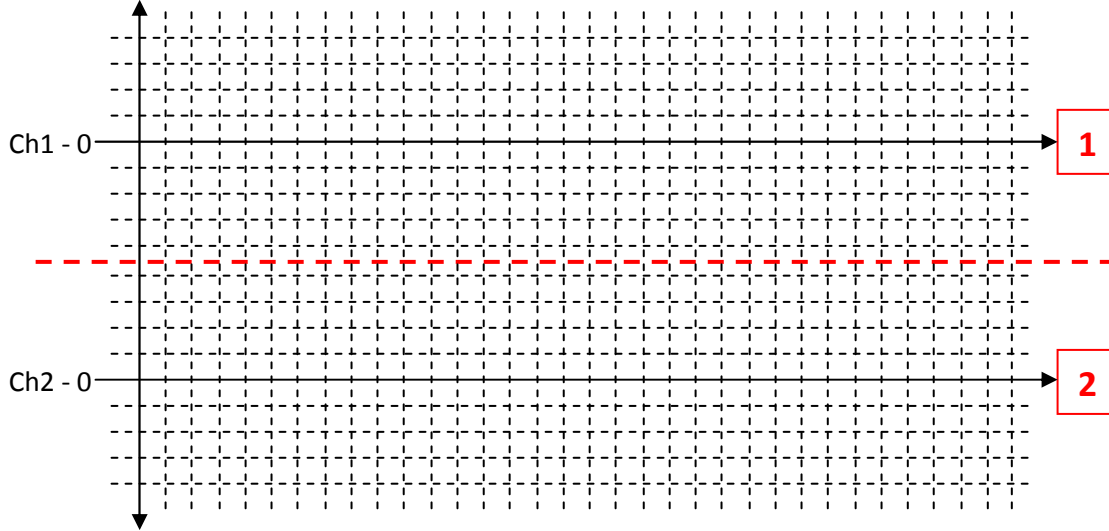


Şekil 3.2.4 – AC Kaynakta Çalışan Triyak'ın Diyak ile Kontrol Edilmesi Dalga Şekilleri.

11)Elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirip yorumlayınız ve raporlayınız.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

- 4) Eğitim setine enerji veriniz, S1 anahtarını iletim konumuna alınız ve “Pot4” pals ayar potansiyometresini orta konuma ayarlayınız. Bu durumda, osilaskobun 1. ve 2. kanallarında eş zamanlı olarak elde ettiğiniz görüntüleri en uygun pozisyonda izleyerek değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



Şekil 3.3.4 – Üretilen Palsler ve Triyak Üzerindeki Gerilim Düşümü.

- 5) Yukarıdaki dalga şekillerinden, palsler yardımıyla Triyak'ın, her pozitif ve negatif alternansta bir kez uyarıldığı gözlenmelidir. Ayrıca uyarma yapılmadan önce triyak'ın yalıtımda olduğu ve kaynaktan gelen gerilimi bloke ettiği, uyarı yapıldığı anda ise ilettime geçtiği ve üzerindeki gerilim düşümünün sıfırlandığı da gözlenmelidir.
- 6) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada “Pot4” pals ayar potansiyometresini ayarlayarak, üretilen palsler yardımıyla Triyak'ın uyarılma derecelerini değiştiriniz ve bu dereceleri aşağıya kaydediniz.

α (min.)= derece.

α (max.)= Derece.

- 7) Üretilen palslerin bir sürücü devre yardımıyla güçlendirilerek (sürülerek) güç elemanının kontrol edilmesini görebilmek için aşağıda Şekil-3.3.5'de görülen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde kurunuz.
- 8) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan sürücü devre çıkış palsleri ile osilaskobun 2. Kanalında görülecek olan Triyak üzerindeki gerilimi değerleriyle Şekil-3.3.6'da verilen alana çiziniz.

UYGULAMA-3.4

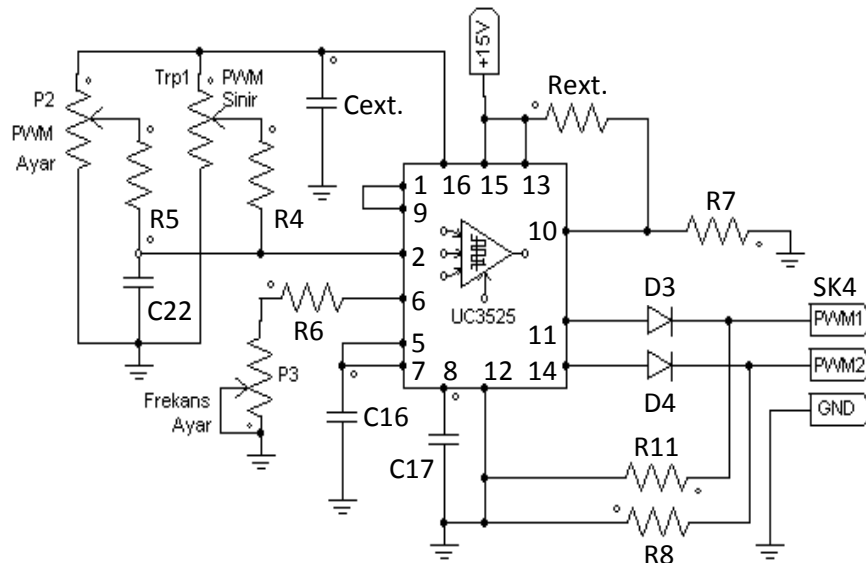
PWM Kare Dalga Üretilmesi ve Sürülmesi

AMAÇ:

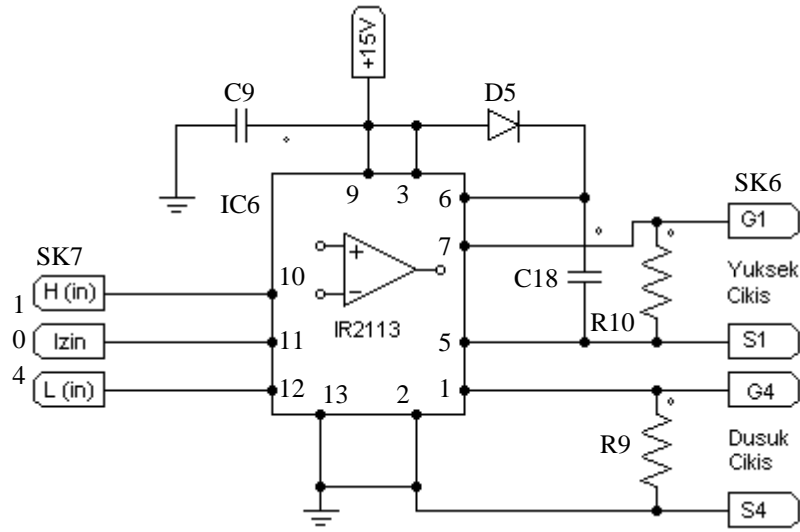
BJT, Mosfet, IGBT türü güç elemanlarını kontrol etmek için geliştirilen PWM kare dalga üretilmesini ve sürülmesini ayrıntılı olarak incelemek.

İŞLEM BASAMAKLARI:

- 1) Güç elektroniği eğitim seti üzerinde UC3525 entegresi kullanılarak yapılmış olan bir PWM kare dalga üretici (Şekil-3.4.1) ve IR2113 entegresi kullanılarak yapılmış olan bir PWM sürücü devresi (Şekil-3.4.2) hazır kurulu olarak bulunmaktadır. Uygulama bu devreler üzerinde yapılacaktır.

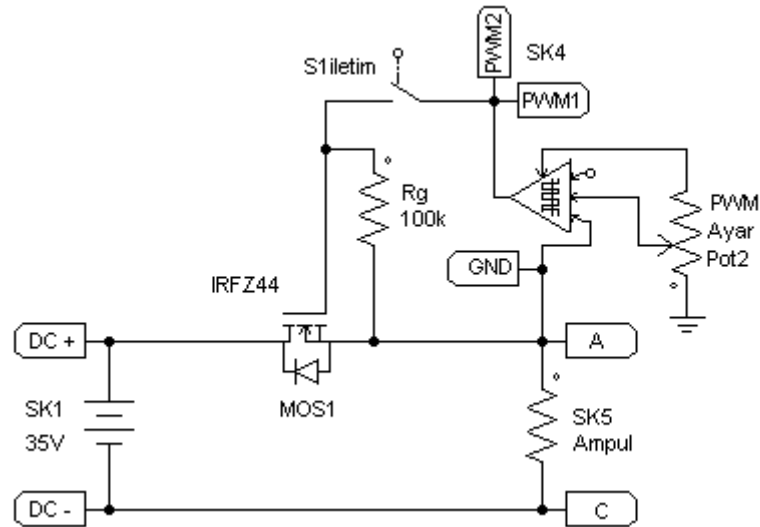


Şekil 3.4.1 – UC3525 Entegre Devresi Kullanılarak PWM Kare Dalga Üretilmesi.



Şekil 3.4.2 – IR2113 Entegre Devresi Kullanılarak PWM Kare Dalga Sürülmesi.

- 2) PWM kare dalga üretilmesini ve üretilen bu kare dalgalar kullanılarak DC kaynakta çalışan bir Mosfet'in sürücü olmaksızın kontrol edilmesini görebilmek için aşağıdaki Şekil-3.4.3'de görülen devre bağlantısını eğitim seti üzerinde yapınız.



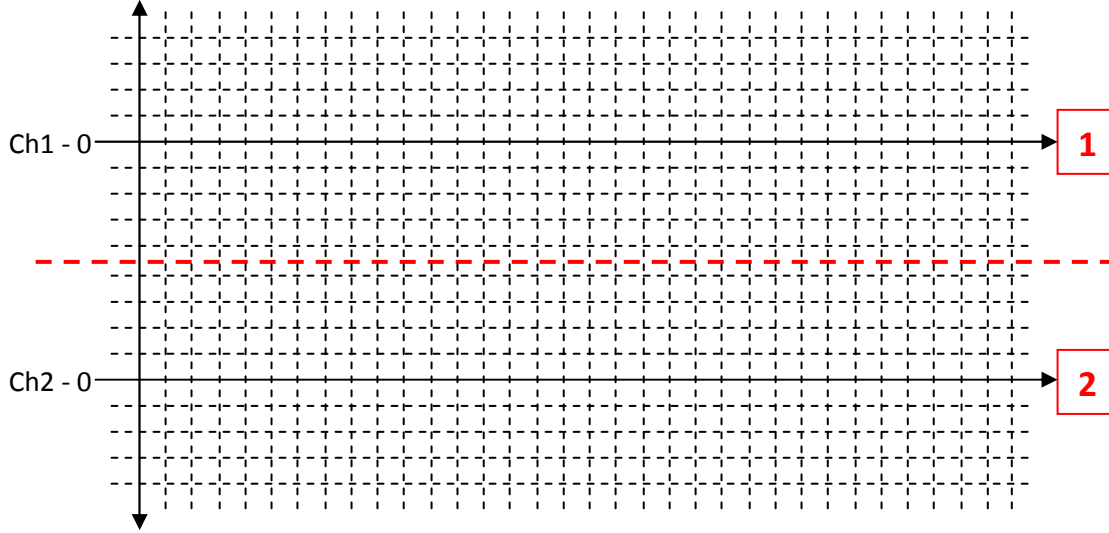
Şekil 3.4.3 – PWM Entegresi Kullanılarak Üretilen Kare Dalga İle Mosfet Kontrolü.

- 3) Mosfet'i uyaran sinyaller ile Mosfet üzerindeki gerilim düşümünü aynı anda görebilmek ve ayrıntısıyla inceleyebilmek için aşağıdaki osilaskop bağlantısını devre üzerinde tek damarlı montaj telleri kullanarak yapınız.

Ch1, canlı uç → PWM1, PWM2 ucuna,
 Ch2, canlı uç → Mosfet'in "Drain-D" ucuna,
 GND ucu → Mosfet'in "Source-S" ucuna.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemlerin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

- 4) Eğitim setine enerji veriniz, S1 anahtarını iletim konumuna alınız ve “Pot2” PWM ayar potansiyometresini orta konuma ayarlayınız. Bu durumda, osilaskobun 1. ve 2. kanallarında eş zamanlı olarak elde ettiğiniz görüntüleri en uygun pozisyonda izleyerek değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



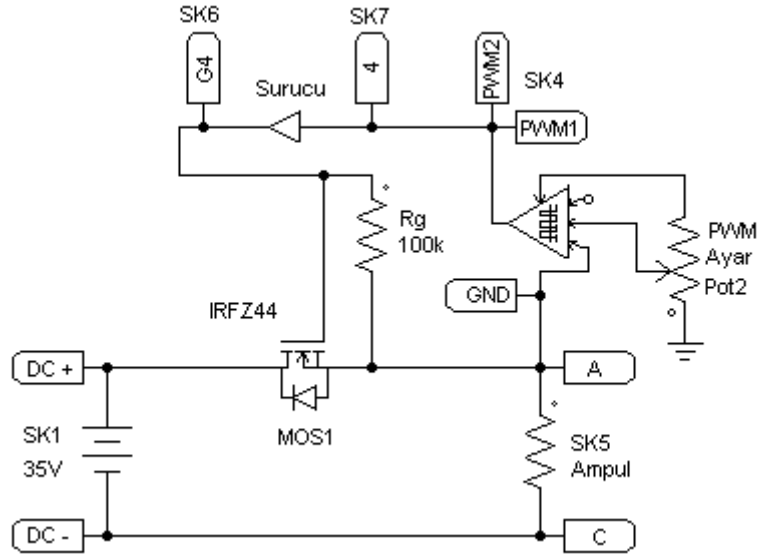
Şekil 3.4.4 – Üretilen PWM Kare Dalgalar ve Mosfet Üzerindeki Gerilim Düşümü.

- 5) Yukarıdaki dalga şekillerinden, PWM yardımıyla Mosfet’in, kolaylıkla uyarıldığı gözlenmelidir. Ayrıca uyarılmadığı zamanda Mosfet’in yalıtımda olduğu ve kaynaktan gelen gerilimi bloke ettiği, uyarı yapıldığı anda ise iletime geçtiği ve üzerindeki gerilim düşümünün sıfırlandığı da gözlenmelidir.
- 6) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada “Pot2” PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak, üretilen kare dalga yardımıyla Mosfet’in uyarılma yüzdesini (etkin periyot) değiştiriniz ve bu yüzdeleri aşağıya kaydediniz.

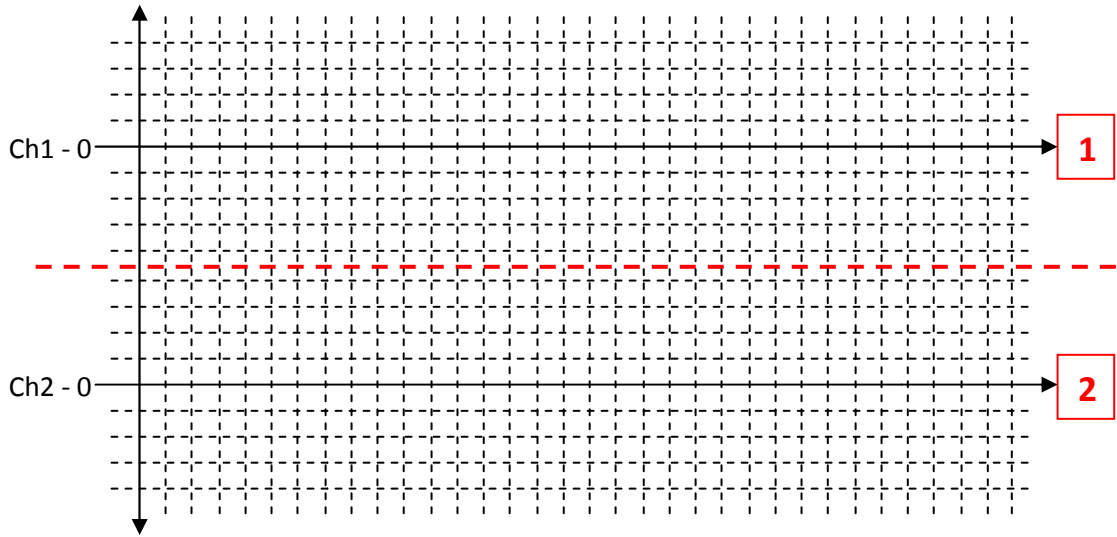
k (min.)= %

k (max.)= %

- 7) Üretilen PWM kare dalganın bir sürücü devre yardımıyla güçlendirilerek (sürülerek) güç elemanının kontrol edilmesini görebilmek için aşağıda Şekil-3.4.5’de görülen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde kurunuz.
- 8) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan sürücü devre çıkış sinyalleri ile osilaskobun 2. Kanalında görülecek olan Mosfet üzerindeki gerilimi değerleriyle birlikte Şekil-3.4.6’da verilen alana çiziniz.



Şekil 3.4.5 – Üretilen Kare Dalganın Sürücü Üzerinden Güç Elemanına Aktarılması.



Şekil 3.4.6 – Üretilen Sinyalin Sürücü Üzerinden Güç Elemanına Aktarılması Dalga Şekilleri.

- 9) UC3525 ve IR2113 Entegre yapılarını, pals üretici ve sürücü devre bağlantılarını ve deneyde elde ettiğiniz tüm sonuçları değerlendirerek ayrıntılı bir teknik rapor hazırlayınız.

UYGULAMA-3.5

DC Optocoupler Yapısı ve Mosfet Sürülmesi

AMAÇ:

BJT, Mosfet ve IGBT türü güç elemanlarını yalıtarak sürmekte kullanılan optocoupler (optik iletici) yapısını, çalışmasını ve uygulama devrelerini ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) 4N36 (Optocoupler) – 1 adet,
- 2) BC337 (Transistör) – 1 adet,
- 3) IRFZ44 (Mosfet) – 1 adet,
- 4) 1k Ω -1/4W direnç – 3 adet,

İŞLEM BASAMAKLARI:

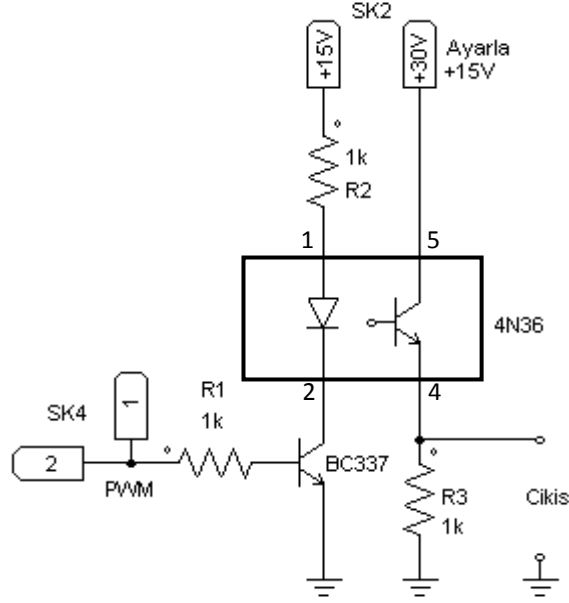
- 1) Öncelikle 4N36 (led-fototranst.) optocoupler'in kabaca sağlamlık kontrolünü bir sayısal avo-metre kullanarak yapmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot ölçüm kademesine alarak, Optocoupler'in terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları "volt" cinsinden tabloya kaydediniz.

Tablo 3.5.1 – 4N36 Optocoupler'in AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

A+, K-	A-, K+	C+, E-	C-, E+

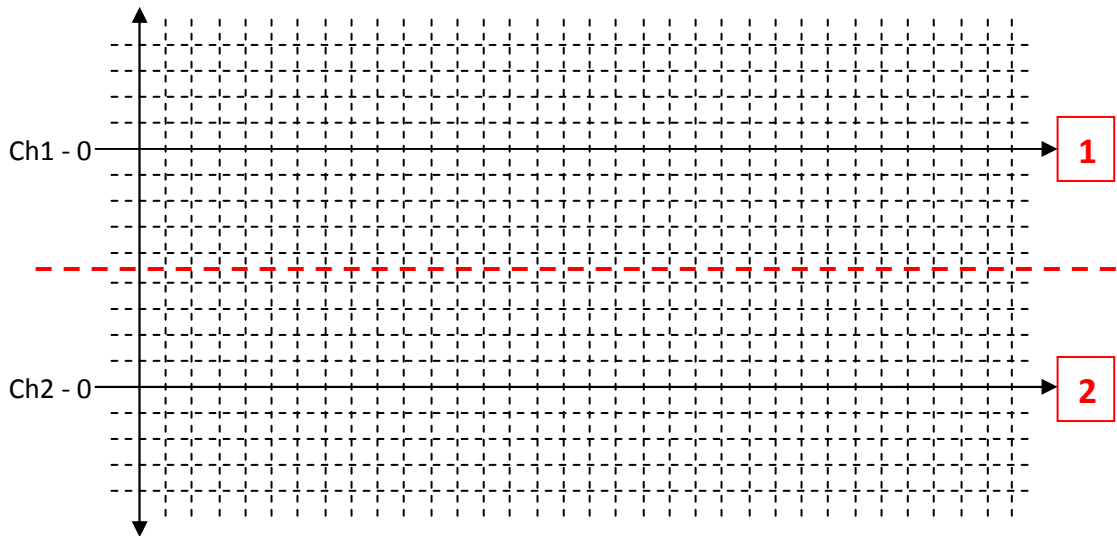
- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre Optocoupler'in kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer A-K ve C-E arası her iki yönde de kısa devre sonucu elde edilmedi ise optocoupler muhtemelen sağlamdır.

- 3) Optocoupler'in çalışmasını görebilmek için aşağıda Şekil-3.5.1'de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 3.5.1 – DC Optocoupler'in Çalıştırılması.

- 4) Giriş ve çıkış sinyallerini osilaskopta izleyebilmek için devre üzerinde aşağıdaki osilaskop bağlantısını, Ch1, canlı uç → PWM ucuna, Ch2, canlı uç → Çıkış ucuna, GND ucu → Devrenin şase ucuna bağlayarak yapınız.
- 5) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda Optocoupler'in girişi ve çıkışı ayrı ayrı kaynaklardan beslenecek ve Optocoupler, girişine uygulanan PWM kare dalgayı yalıtarak çıkışa aktaracaktır. Osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan Optocoupler'in giriş sinyali ile, osilaskobun 2. Kanalında ise görülecek olan yalıtılmış çıkış sinyalini değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



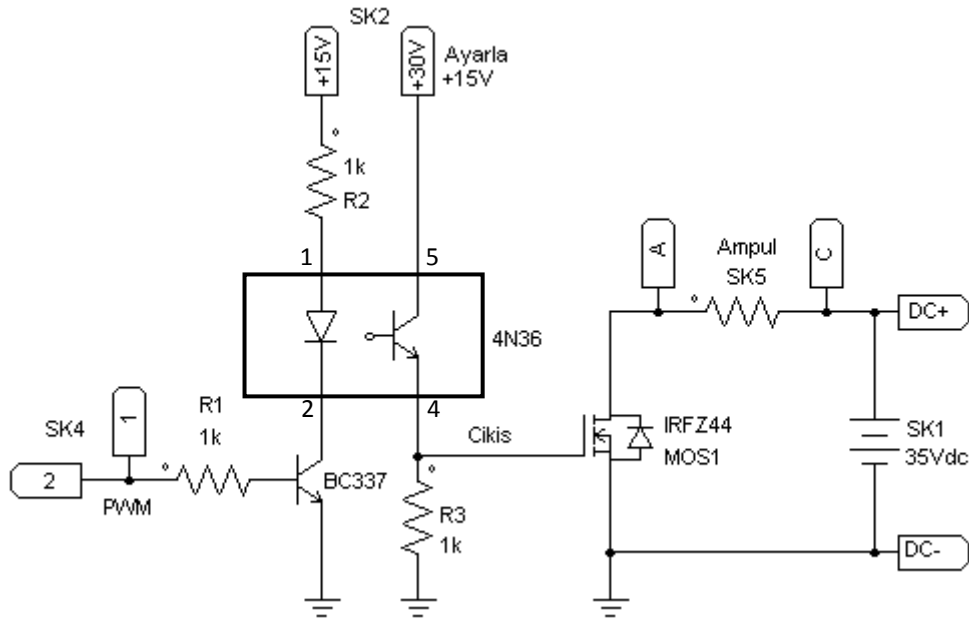
Şekil 3.5.2 – 4N36 Optocoupler'in Giriş ve Çıkış Dalga Şekilleri.

- 6) Yukarıdaki dalga şekillerinden, devre girişine uygulanan PWM kare dalga sinyalin bozulmadan çıkışa geçtiği gözlenmelidir.
- 7) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "Pot2" PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak kare dalganın etkin periyodunu değiştiriniz ve çıkış sinyalinin maksimum-minimum değerlerini aşağıya kaydediniz.

k (min.)= %

k (max.)= %

- 8) Yalıtılan PWM kare dalga kullanılarak bir Mosfet'in kontrol edilmesini görebilmek için aşağıda Şekil-3.5.3'de görülen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde kurunuz.



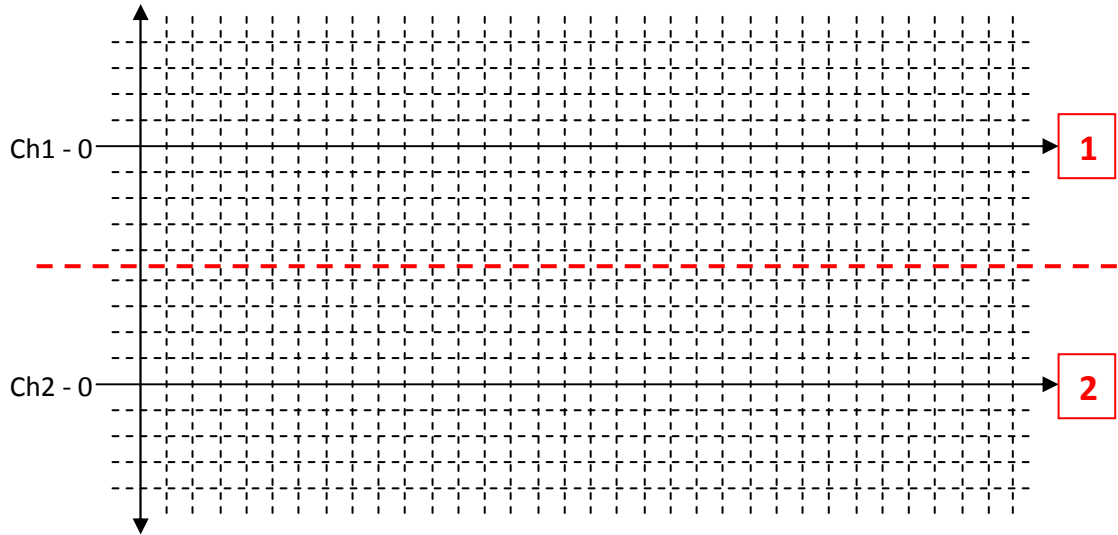
Şekil 3.5.3 – Yalıtılan Kare Dalga Kullanılarak Bir Mosfet'in Uyarılması.

- 9) Mosfet'i uyarın sinyaller ile Mosfet üzerindeki gerilim düşümünü aynı anda görebilmek ve ayrıntısıyla inceleyebilmek için aşağıdaki osilaskop bağlantısını devre üzerinde tek damarlı montaj telleri kullanarak yapınız.

Ch1, canlı uç → Mosfet'in "Gate-G" ucuna,
 Ch2, canlı uç → Mosfet'in "Drain-D" ucuna,
 GND ucu → Mosfet'in "Source-S" ucuna.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemlerin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

- 10)Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan optocoupler çıkış sinyalleri ile osilaskobun 2. Kanalında görülecek olan Mosfet üzerindeki gerilimi değerleriyle birlikte Şekil-3.5.4'de verilen alana çiziniz.



Şekil 3.5.4 – Yalıtılan Kare Dalga Kullanılarak Bir Mosfet'in Uyarılması Dalga Şekilleri.

11) Yukarıdaki dalga şekillerinden, devre girişine uygulanan PWM kare dalga sinyalin bozulmadan Mosfet'i uyarabildiği gözlenmelidir.

12) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "Pot2" PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak kare dalganın etkin periyodunu değiştiriniz ve çıkış sinyalinin maksimum-minimum değerlerini aşağıya kaydediniz.

k (min.)= %

k (max.)= %

13) DC Optocoupler yapısını ve deneyde elde edilen tüm sonuçları değerlendirerek genel yorumunuzu yapınız ve raporlayınız.

UYGULAMA-3.6

AC Optocoupler Yapısı ve Triyak Sürülmesi

AMAÇ:

Triyak türü güç elemanlarını yalıtarak sürmekte kullanılan AC optocoupler (optik iletici) yapısını, çalışmasını ve uygulama devrelerini ayrıntılı olarak incelemek.

MALZEME:

- 1) MOC3020 (Optocoupler) – 1 adet,
- 2) BC337 (Transistör) – 1 adet,
- 3) BT137 (Triyak) – 1 adet,
- 4) 1k Ω -1/4W direnç – 3 adet,

İŞLEM BASAMAKLARI:

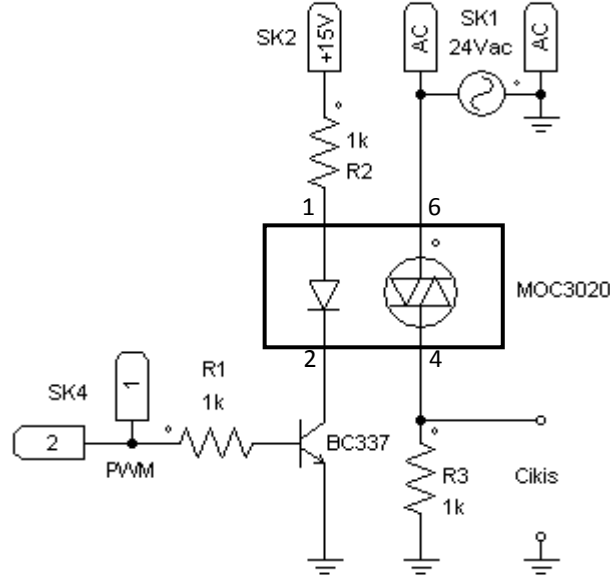
- 1) Öncelikle MOC3020 (led-fotodiyak) optocoupler'in kabaca sağlamlık kontrolünü bir sayısal avo-metre kullanarak yapmak gerekmektedir. Sayısal avo-metreyi diyot ölçüm kademesine alarak, Optocoupler'in terminalleri arasında aşağıdaki ölçümleri yapınız ve aldığınız sonuçları "volt" cinsinden tabloya kaydediniz.

Tablo 3.6.1 – MOC3020 Optocoupler'in AVO-metre Ölçüm Sonuçları.

A+, K-	A-, K+	A1+, A2-	A1-, A2+

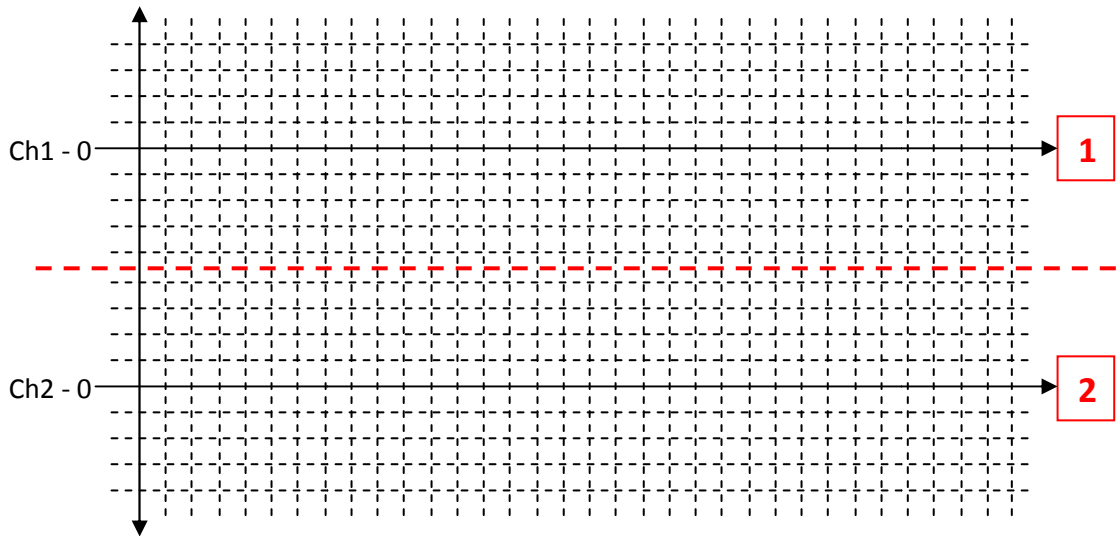
- 2) Tabloda elde edilen sonuçlara göre Optocoupler'in kesinlikle bozuk olduğu tesbit edilebilir fakat kesin sağlam olduğu söylenemez. Eğer A-K ve A1-A2 arası her iki yönde de kısa devre sonucu elde edilmedi ise optocoupler muhtemelen sağlamdır.

- 3) Optocoupler'in çalışmasını görebilmek için aşağıda Şekil-3.6.1'de gösterilen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde yapınız.



Şekil 3.6.1 – AC Optocoupler'in Çalıştırılması.

- 4) Eğitim seti üzerindeki "C24" soketinin "1" ve "2" terminalleri arasında $10\mu\text{F}$ 'lık bir kondansatör takınız (2+, 1-). Bu durumda, giriş ve çıkış sinyallerini osilaskopta izleyebilmek için osilaskobun Ch1, canlı ucunu → PWM ucuna, Ch2, canlı ucunu → Çıkış ucuna, GND ucunu → devrenin Şase ucuna bağlayınız.
- 5) Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda Optocoupler'in girişi ve çıkışı ayrı ayrı kaynaklardan beslenecek ve Optocoupler, girişine uygulanan PWM kare dalgayı yalıtarak çıkışa aktaracaktır. Osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan Optocoupler'in giriş sinyali ile, osilaskobun 2. Kanalında ise görülecek olan yalıtılmış çıkış sinyalini değerleriyle birlikte aşağıya çiziniz.



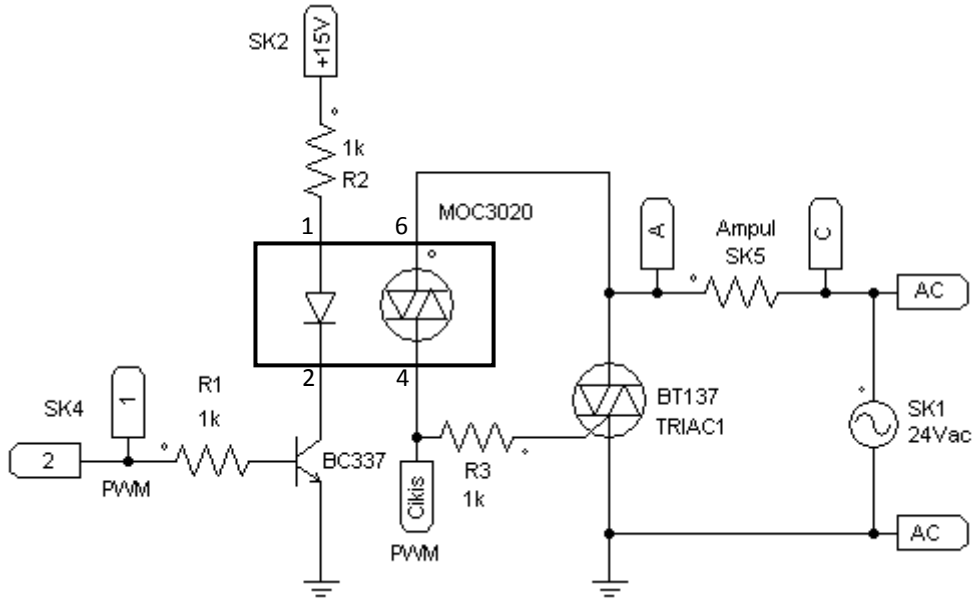
Şekil 3.6.2 – MOC3020 Optocoupler'in Giriş ve Çıkış Dalga Şekilleri.

- 6) Yukarıdaki dalga şekillerinden, devre girişine uygulanan PWM kare dalga süresince çıkışta AC kaynak gerilimi gözlenmelidir.
- 7) Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "Pot2" PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak kare dalganın etkin periyodunu değiştiriniz ve çıkış sinyalinin maksimum-minimum değerlerini aşağıya kaydediniz.

k (min.)= %

k (max.)= %

- 8) Yalıtılan PWM kare dalga kullanılarak bir Triyak'ın kontrol edilmesini görebilmek için aşağıda Şekil-3.6.3'de görülen devre bağlantısını güç elektroniği eğitim seti üzerinde kurunuz.



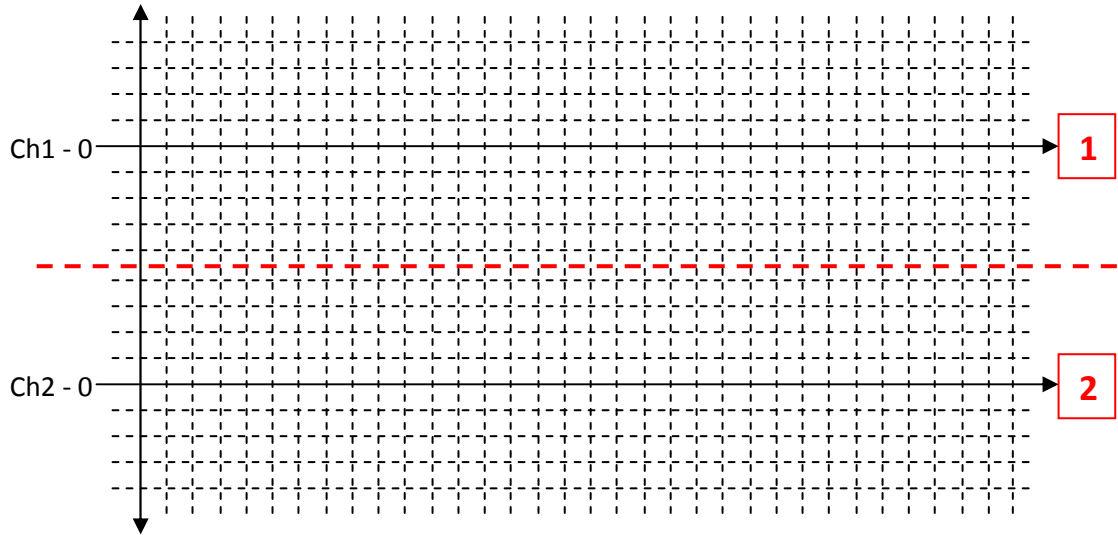
Şekil 3.6.3 – Yalıtılan Kare Dalga Kullanılarak Bir Triyak'ın Uyarılması.

- 9) Triyak'ı uyarın sinyaller ile Triyak üzerindeki gerilim düşümünü aynı anda görebilmek ve ayrıntısıyla inceleyebilmek için aşağıdaki osilaskop bağlantısını devre üzerinde tek damarlı montaj telleri kullanarak yapınız.

Ch1, canlı uç → PWM "Çıkış" ucuna,
 Ch2, canlı uç → Triyak'ın "A2" ucuna,
 GND ucu → Triyak'ın "A1" ucuna.

NOT: Osilaskop bağlantısını yapmadan önce her iki kanalın ve problemlerin sağlam ve kalibreli olduğundan emin olunuz.

- 10)Güç elektroniği eğitim setine enerji veriniz. Bu durumda osilaskobun 1. Kanalında görülecek olan optocoupler çıkış sinyalleri ile osilaskobun 2. Kanalında görülecek olan Triyak üzerindeki gerilimi değerleriyle birlikte Şekil-3.6.4'de verilen alana çiziniz.



Şekil 3.6.4 – Yalıtılan Kare Dalga Kullanılarak Bir Triyak'ın Uyarılması Dalga Şekilleri.

11)Yukarıdaki dalga şekillerinden, devre girişine uygulanan PWM kare dalga sinyalin bozulmadan Triyak'ı uyarabildiği gözlenmelidir.

12)Osilaskop ekranında bu görüntüler bulunduğu sırada "Pot2" PWM ayar potansiyometresini ayarlayarak kare dalganın etkin peryodunu değiştiriniz ve çıkış sinyalinin maksimum-minimum değerlerini aşağıya kaydediniz.

k (min.)= %

k (max.)= %

13)AC Optocoupler yapısını ve deneyde elde edilen tüm sonuçları değerlendirerek genel yorumunuzu yapınız ve raporlayınız.