

DENEY 2: GÜÇ MOSFETLERİ VE IGBT'LER

GÜÇ MOSFET'LERİ (Metal-Oksit Yarıiletken Alan Etkili Transistör)

Güç MOSFETleri, ortaya çıkmalarıyla birlikte pek çok uygulamada BJT' lere göre tercih edilir olmuşlardır. BJT' lere göre daha yüksek, gerilim düşümüne sahip olmalarına rağmen azınlık taşıyıcıları olmadığı için daha yüksek anahtarlama frekanslarında kullanılabilirler ve toplamda daha düşük kayıplara sahiptirler.

MOSFETler kapı, akaç ve kaynak olmak üzere 3 terminale sahiptirler. Kapı terminali anahtarın diğer kısımlarından silikon dioksit bir tabakayla yalıtılmıştır. Bu sebeple kapı terminalinden MOSFET'e azınlık taşıyıcısı akımı olmaz. Bu da MOSFET lerde, BJTlerde olan ikincil kırılma geriliminin olmaması demektir. Ayrıca azınlık taşıyıcılarının da kanaldan dışarı atılmasını gerektiren kesim dönüşümü de bu sebepten dolayı yoktur ve bu da MOSFETlerin açılma-kapanma sürelerine yansır. MOSFETlerin daha hızlı uygulamalarda kullanılabilmelerinin sebebi budur.

Aşağıdaki şekilde n-kanallı ve p-kanallı MOSFETlerin sembolleri gösterilmiştir.



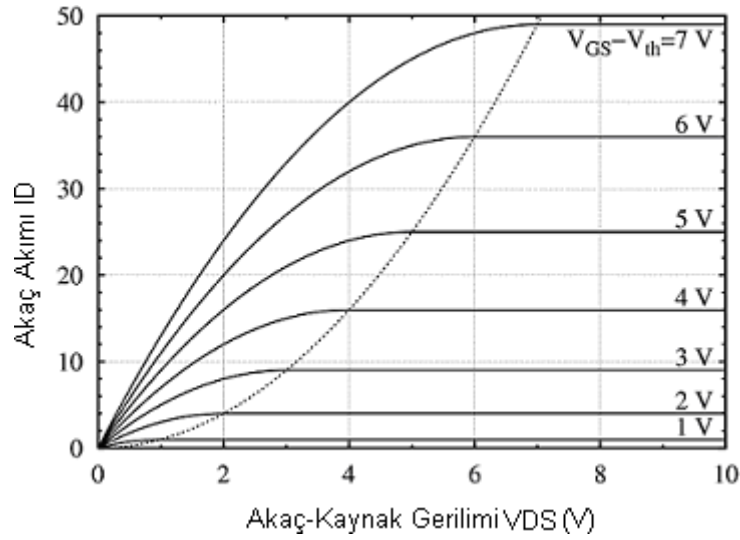
Şekil 1.3.3

Gerilim kontrollü bir anahtarlama elemanı olan MOSFET, kanal ayarlamalı ve kanal oluşturmali olarak iki çeşittir. Genel olarak kanal oluşturmali (Enhancement type) MOSFET tipi yaygın olarak kullanılır. MOSFET'i iletime sokmak için kapı- kaynak arasına gerilim uygulamak gerekir. Bu gerilim, eğer MOSFET n-kanallı ise pozitif, p-kanallı ise negatif olacaktır.

Bu gerilim uygulandığı takdirde, akaç-kaynak arasında, voltaj uygulandığında üzerinden akım geçebilecek bir kanal oluşur. Kapı-kaynak gerilimi ne kadar büyükse MOSFET'in üzerinden o kadar büyük bir akım geçebilir.

Bu durumda MOSFET'in çıkış karakteristiği belirli bir kapı-kaynak voltajı için, akaç akımının, akaç-kaynak gerilimine göre değişimidir.

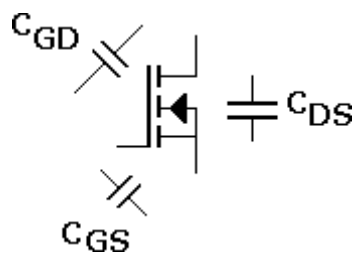
Bu değişim şekil 1.3.4' te grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.3.4

Kapı-kaynak arasına uygulanan gerilimle iletme geçen MOSFETlerde bu gerilimin belli bir değerine kadar iletim olmaz. Yani MOSFET belirli bir kapı-kaynak gerilim değerine kadar açılmaz. Bu değere MOSFET'in eşik gerilim değeri denir ve üretici bilgi sayfalarında V_{th} olarak gösterilir.

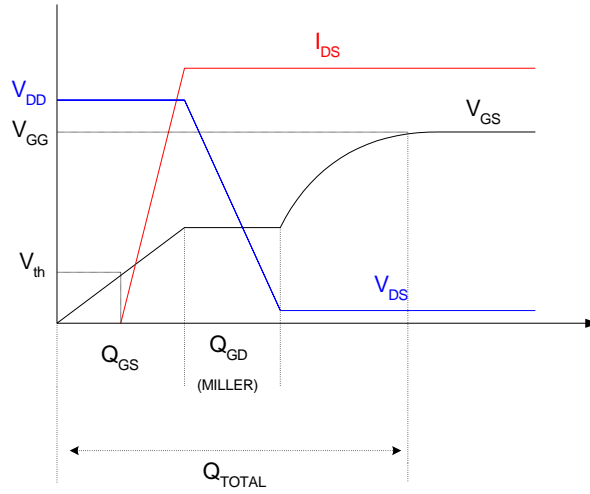
MOSFETteki en önemli özelliklerden biri, MOSFET'in fiziksel yapısından kaynaklanan, terminalleri arasındaki kapasitörleridir. MOSFET aslında şekil 1.3.5' deki gösterimiyle modellenir.



Şekil 1.3.5

Bu kapasitörler, MOSFET'in anahtarlama karakteristiği için oldukça büyük önem taşır. Çünkü transistörün açılma, kapanma süreleri bu kapasitörlerle ilişkilidir ve dolayısıyla yüksek anahtarlama frekanslarındaki kayıplar da doğrudan buna bağlanmaktadır. Bu kapasitör etkilerinden en önemlisi, kapı-akaç arasında gözlemlenen ve "Miller" kapasitansı olarak adlandırılan etkidir. Miller kapasitansı, giriş ile çıkış arasında olduğu için, transistörün yükselteç kazancıyla da katlanır ve etkisi diğerlerine göre daha belirgindir.

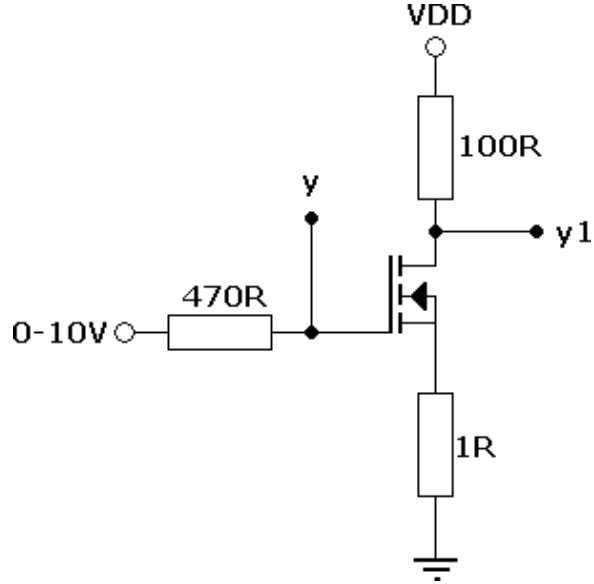
Bu durum MOSFET'in anahtarlama karakteristikleriyle birlikte şekil 1.3.6'da gösterilmiştir.



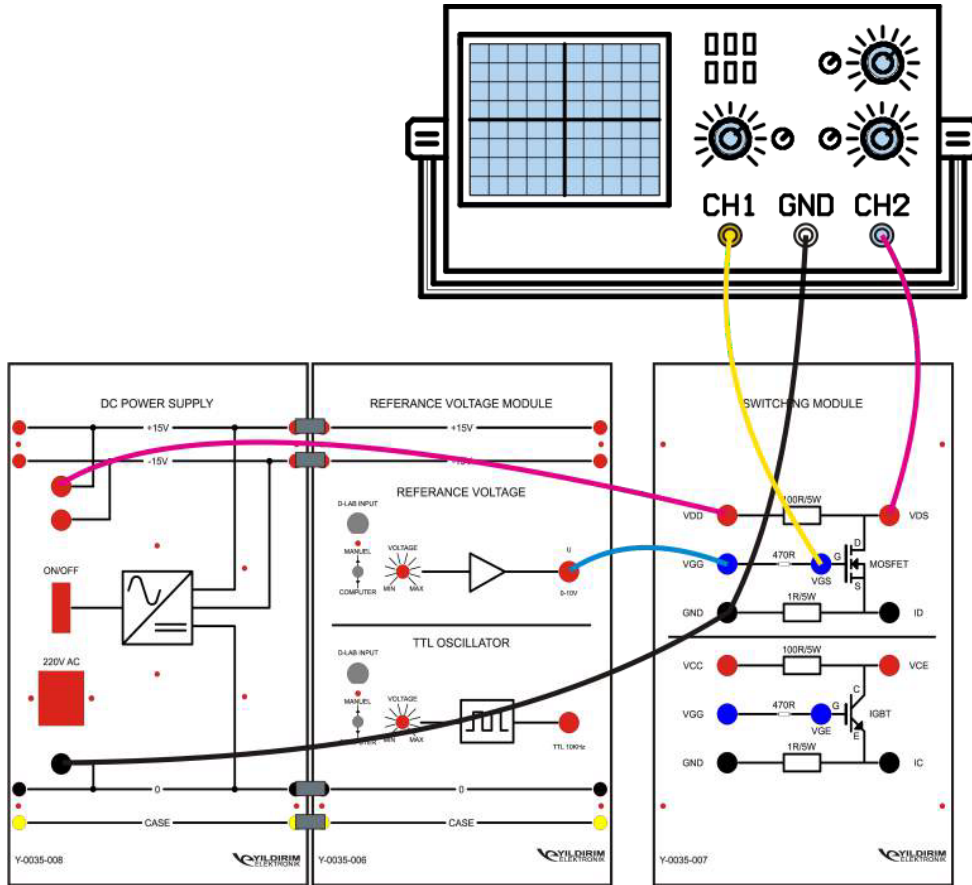
Şekil 1.3.6

1.3.1.1 MOSFET Açılma Testi

Devreyi şekil 1.3.8'deki gibi kurunuz.



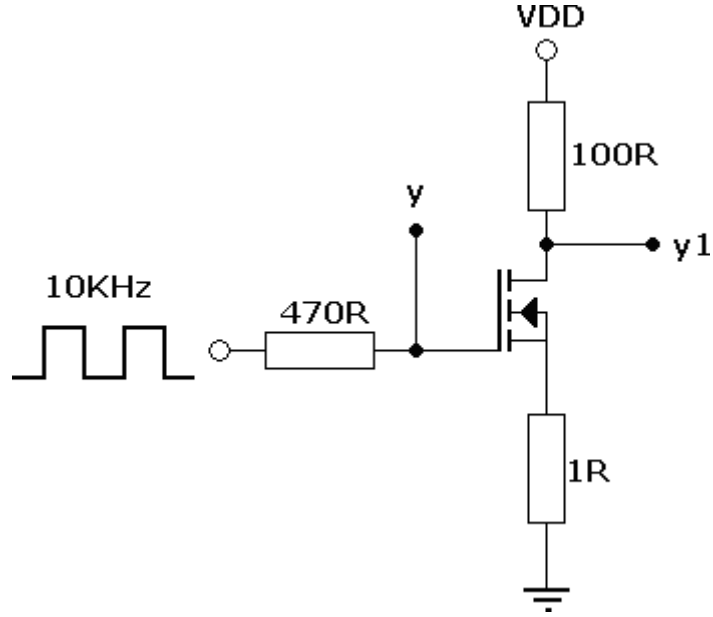
Şekil 1.3.7



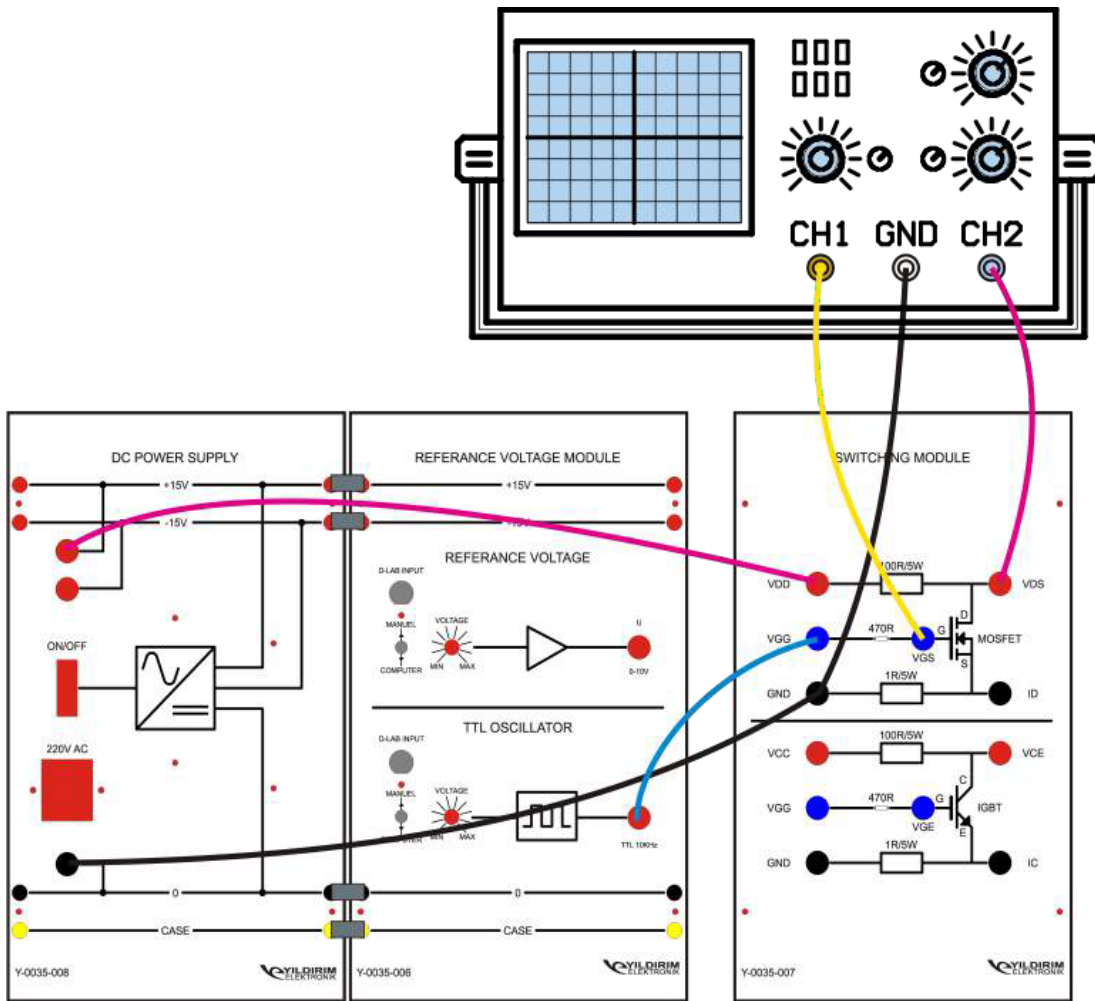
Şekil 1.3.8

1.3.1.2 MOSFET Anahtarlama Testi

Devreyi şekil 1.3.12' deki gibi kurunuz.



Şekil 1.3.11



Şekil 1.3.12

DENEYİN YAPILIŞI

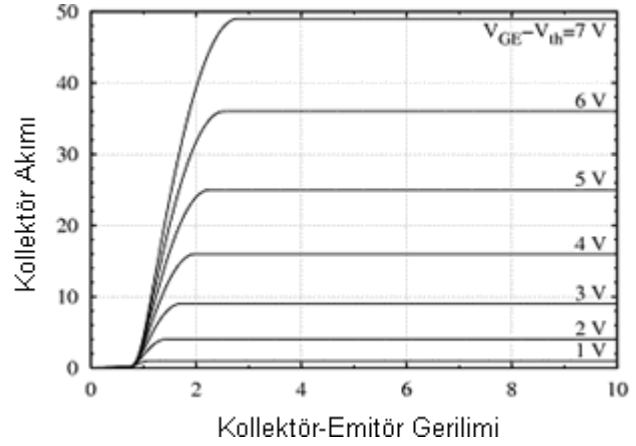
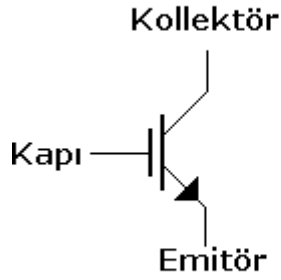
1- GiriŐe 10V tepe değerine sahip, 10kHz'lik kare dalga uygulayarak, V_{GS} kapı kaynak gerilimini (Y), ve V_{GS} akaç-kaynak gerilimini (Y1) osiloskopta gözlemleyerek çiziniz. Y1 kanalından gördüğünüz akaç-kaynak gerilimi gerçek akaç-kaynak gerilimi midir?

Uyguladığınız kare dalganın tepe değerini 10V'den 5V a düşürerek, bir önceki aşamada ölçüm aldığınız dalga şekillerini gözlemleyiniz. Ne gibi değişiklikler gözlemliyorsunuz?

IGBT'LER

IGBT'ler, güç MOSFETleri ve BJT'lerinin bazı avantajlarını üzerinde toplayan bir anahtarlama elemanıdır. MOSFET'e benzer olarak, yüksek bir kapı empedansı vardır ve bu da anahtarlama kolaylığı sağlar. IGBTlerin , BJTler gibi, iletim gerilim düşümleri oldukça küçük, ileri kırılma gerilimleri de oldukça büyüktür. Kapıdan kanal içerisine azınlık taşıyıcıları injeksiyonu olmadığından BJT'ler gibi ikincil kırılma gerilimi problemleri de yoktur. BJTlerden daha yüksek anahtarlama frekansları vardır ama MOSFET kadar yüksek hızlara ulaşamazlar. Yine de anahtarlama karakteristikleri hemen hemen MOSFETle aynıdır.

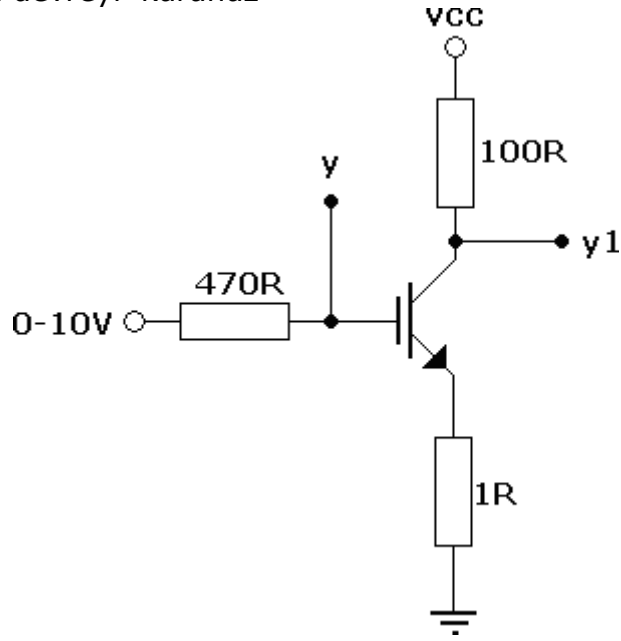
IGBT'lerin 3 adet terminali vardır ve bunlar kapı, emitör ve kollektör olarak adlandırılır. Çıkış karakteristiği ise belirli bir kapı-emitör gerilimi için, kollektör akımının kollektör-emitör gerilimine göre değişimidir. IGBT'nin sembolü ve çıkış karakteristiği şekil 1.3.13'te gösterilmiştir.



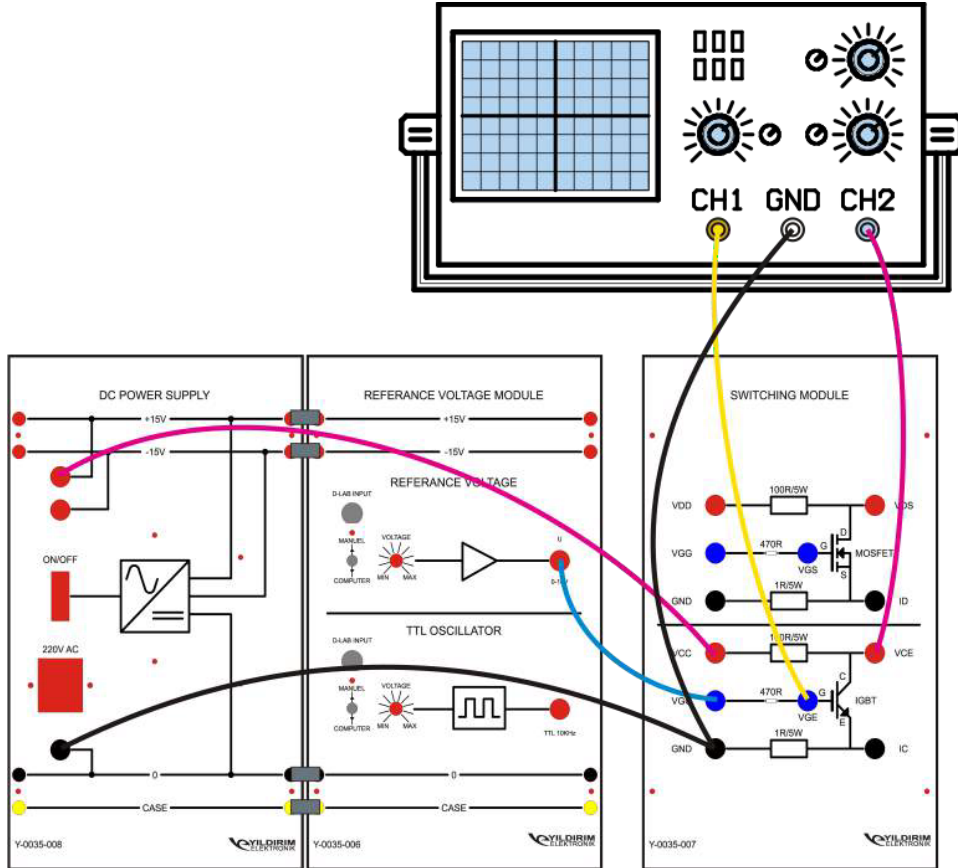
Şekil 1.3.13

1.3.2.1 IGBT Açılma Testi:

Şekil 1.3.15' deki devreyi kurunuz



Şekil 1.3.14



Şekil 1.3.15

DENEYİN YAPILIŞI:

1- Gerekli bağlantıları yaptıktan sonra devreye gerilim veriniz.

2- Gate gerilimini yavaş yavaş artırarak osiloskoptan çıkış gerilimini izleyiniz. Bu anda çıkış gerilimi besleme gerilimi olan 15V civarında olmalıdır.

3- Gate gerilimi 6V civarına gelince çıkış gerilimi yavaşça azalmaya başlayacaktır. Bu andaki gate gerilimini kaydediniz. (IGBT iletime geçmeye başlamıştır.)

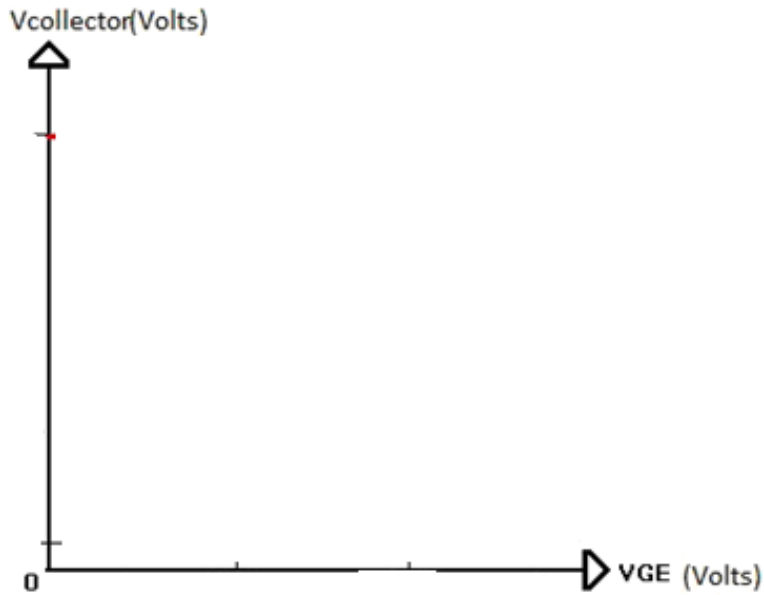
4- Gate gerilimini artırmaya devam ediniz. Çıkış gerilimi kısa bir süre sonra en az seviyesine inecek ve artık düşmeyecektir. (IGBT iletimdedir.)

Bu voltaj değeri 8V civarındadır.

5- Gate gerilimine göre çıkış grafiğini çiziniz.

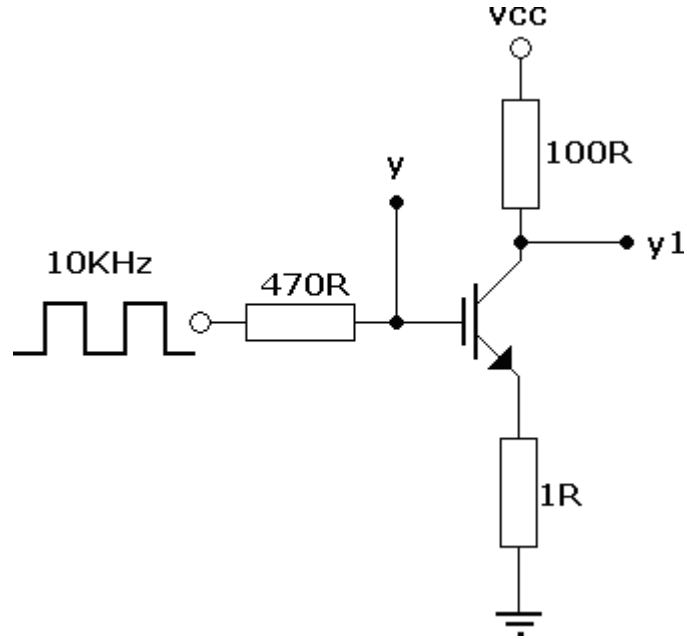
VGE	VÇıkış

Şekil 1.3.16

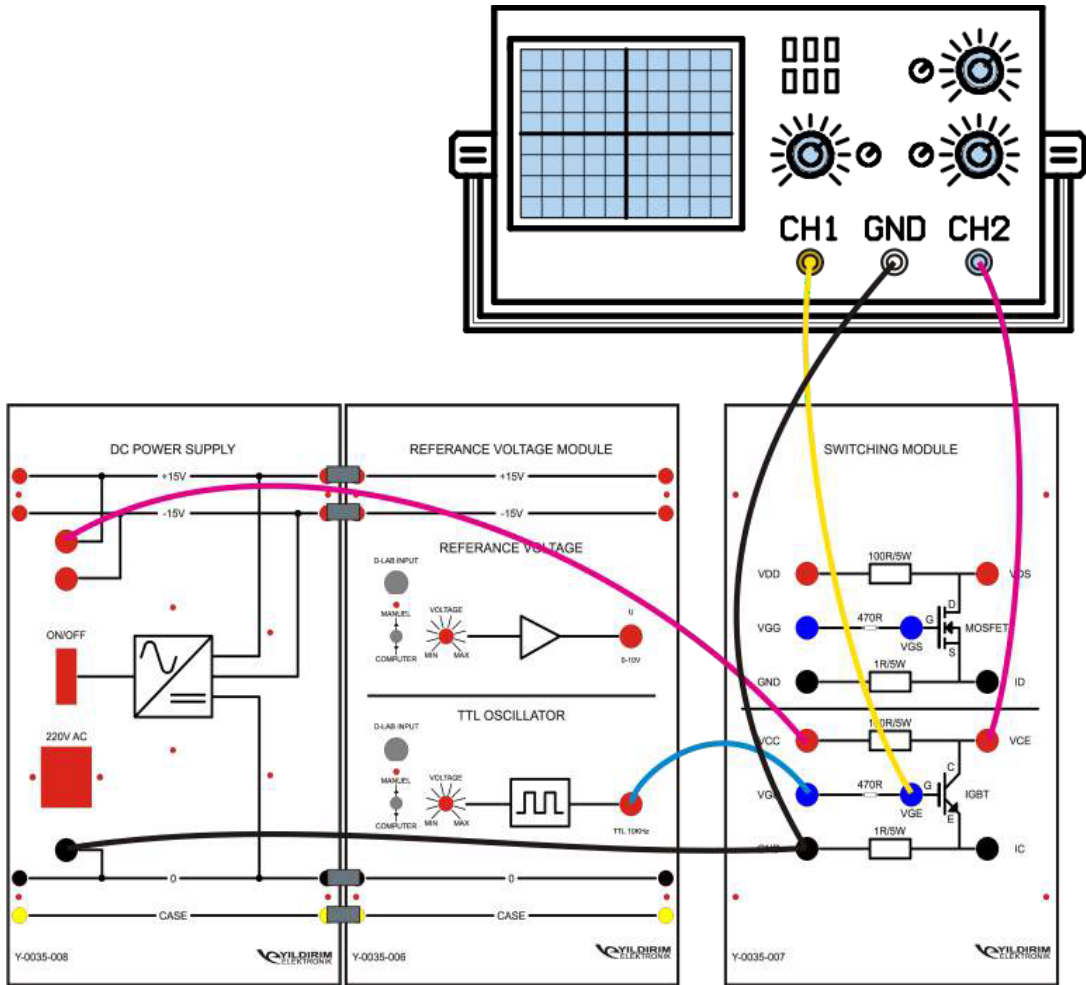


1.3.2.2 IGBT Anahtarlama Testi:

Şekildeki devreyi kurunuz.



Şekil 1.3.18



Şekil 1.3.19

DENEYİN YAPILIŞI

1- GiriŐe 10V tepe değerine sahip, 10kHz'lik kare dalga uygulayarak, VGE kapı gerilimini (Y), ve VCE Kapı kaynak gerilimini (Y1) osiloskopta gözlemleyerek çiziniz.

Uyguladığınız kare dalganın tepe değerini 10V'den 5V'a düşürerek, bir önceki aşamada ölçüm aldığınız dalga şekillerini gözlemleyiniz. Ne gibi değişiklikler gözlemliyorsunuz ?