

ALÇAK FREKANS GÜÇ YÜKSELTEÇLERİ VE ÇIKIŞ KATLARI

Giriş

Temel güç kuvvetlendiricisi yapılarından olan B sınıfı ve AB sınıfı kuvvetlendiricilerin çalışma mantığını kavrayarak, bu kuvvetlendiricileri verim ve distorsiyon (bozulma) açısından karşılaştırmak.

Ön Bilgi

Analog devrelere bakıldığında, genellikle düşük güçlü bir ön kuvvetlendirme katı ve bu katta elde edilen işaretin gücünü arttıran bir çıkış katından oluştuğu görülür. Çıkış katından istenen özelliklerin basında, girişe uygulanan işareti bozmadan yüke aktarması ve işaretin gücünü olabildiğince yüksek bir verimle çıkışta istenen düzeye getirmesi gelir. Ancak, bu iki özelliği bir arada tam olarak sağlamak genellikle mümkün değildir.

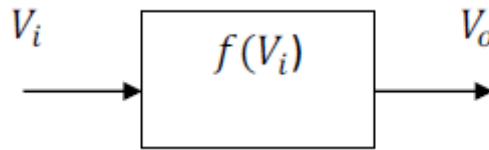
Güç kuvvetlendiricilerinde önemli olan büyüklük yüke aktarılan güçtür. Çıkış katından büyük güçler sağlanmak istendiğinden, devrenin girişine belirlenen bir çalışma noktası civarındaki küçük genlikli işaretler yerine, uç akım ve gerilimlerinin olabildiğince geniş bir aralıkta değişmesini sağlayacak büyük işaretler uygulanır. Bu durumda, elemanlar artık küçük işaret parametreleri ile modellenemeyeceğinden, elemanların büyük işaret modellerini kullanmak gerekir. Girişe uygulanan işaretin hiç bozulmadan çıkışa aktarıldığı durumda denklem 1 geçerlidir.

$$V_o = K \cdot V_i \quad (1)$$

V_o : Çıkış işaretinin genliği, V_i : Giriş işaretinin genliği, K : sabit

(1) denkleminde bakıldığında, devrenin doğrusal (lineer) olduğu görülmektedir. Hâlbuki elektronik devrelerin gerçekleştirilmesinde kullanılan temel aktif elemanların büyük işaret davranışlarının doğrusal olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle girişe uygulanan işaretin bir miktar bozulacağı aşikârdır.

Giriş işareti olarak sinüs dalgası uygulandığını düşünelim. Söz konusu kuvvetlendiricinin giriş-çıkış ilişkisi Şekil-1'de gösterildiği gibi, $V_o = f(V_i)$ fonksiyonu ile ifade edilsin.



Şekil 1 Kuvvetlendiricinin Giriş-Çıkış İlişkisi

Şekil-1'deki ifade, Taylor serisi kullanılarak bir kuvvet serisi ile denklem 2'deki gibi gösterilebilir.

$$V_o = A_0 + A_1 V_i + A_2 V_i^2 + A_3 V_i^3 + \dots \quad (2)$$

V_i olarak $\sin \omega t$ işaretinin alındığı hesaba katılırsa, uygun trigonometrik dönüşümler yapıldığında çıkıştaki işaret 3'deki gibi yazılabilir.

$$V_o = B_0 + B_1 \sin \omega t + B_2 \sin 2\omega t + B_3 \sin 3\omega t \quad (3)$$

Denklem (3)'e bakıldığında, sistemin doğrusal olmamasından kaynaklanan ve giriş uygulanan işarette bulunmayan yeni bileşenlerin ortaya çıktığı görülür. Yeni bileşenlerin frekansları, giriş işaretinin frekansının tam katlarıdır ve bu bileşenler, “harmonikler” olarak adlandırılırlar. Temel frekansta çıkışa aktarılan güç (P_1), denklem 4’de verilmiştir.

$$P_1 = \frac{B_1^2}{2R_L}, \quad R_L: \text{yük direnci} \quad (4)$$

Yüke aktarılan toplam güç (P) (denklem 5):

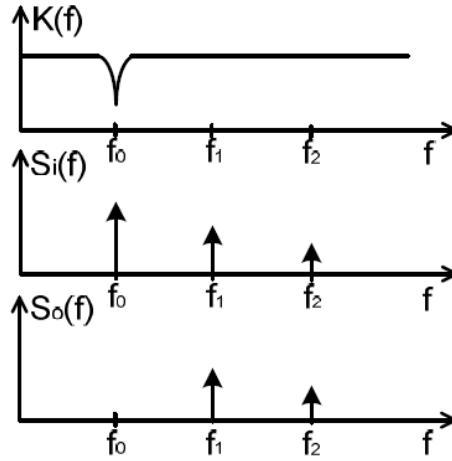
$$P = \frac{1}{2R_L}(B_1^2 + B_2^2 + B_3^2 + \dots) \quad (5)$$

Yüke aktarılan toplam güç (P), temel frekansta yüke aktarılan güç cinsinden ifadesi denklem 6’da gösterilmiştir.

$$P = (1 + D^2)P_1$$

$$D_i = \frac{B_i}{B_1}, \quad D = \sqrt{D_2^2 + D_3^2 + D_4^2 + \dots} \quad (6)$$

Denklem 6’da gösterilen D değeri, “toplam harmonik distorsiyonu” olarak adlandırılır ve işaretin ne kadar bozulduğunun bir ölçüsü olarak kullanılabilir. D değerini ölçmek için kullanılan cihaza “distorsiyonmetre” adı verilir. Distorsiyonmetre esas olarak, temel frekanstaki işaret bileşenini, merkez frekansı değiştirilebilen bir çentik filtre ile söndürerek, geriye kalan distorsiyon bileşenlerinin toplam gücünü ölçer ve buna göre D değerini belirler. Şekil 2’de, temel frekanstaki işaret bileşeninin söndürülmesi açıklanmıştır.

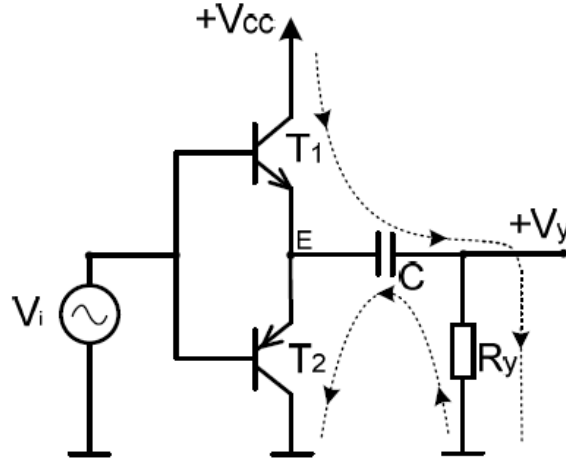


Şekil 2 Temel Frekanstaki İşaret Bileşeninin Söndürülmesi

Şekil 2’de, çentik filtrenin frekansa bağlı kazanç eğrisi $K(f)$ ile gösterilmiştir. Filtrenin uygulandığı işaretin frekans bandındaki ($S_i(f)$) f_0 temel frekansına ait bileşen, filtremeden sonra elde edilen işaretin ($S_o(f)$) frekans bandında gözükmemektedir.

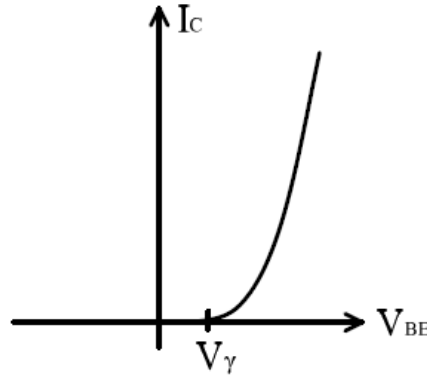
Güç kuvvetlendiricileri çalışma noktalarının yerine ve yapılarına göre farklı isimlerle (A, B, AB, C, D, E, F, G, H) sınıflandırılmışlardır. Deneyde yalnızca B ve AB sınıfı çalışma incelenecektir. Bu kuvvetlendiricilerin çıkış katları, genellikle bir npn-pnp eşlenik (complementary) transistor çifti kullanılarak gerçekleştirilirler.

B sınıfı çalışma: B sınıfı çalışmada, çıkış katındaki transistörlerin her biri yalnız bir yarım periyod süresince ilettime sokulur ve bu şekilde tüm periyodun kuvvetlendirilmesi sağlanır. Kısaca, giriş işaretinin bir yarım periyodunda npn, diğer yarım periyodunda ise pnp transistör ilettime sokulmaktadır. Şekil 3’de tek kaynaklı B sınıfı kuvvetlendirici yapısı gösterilmiştir.



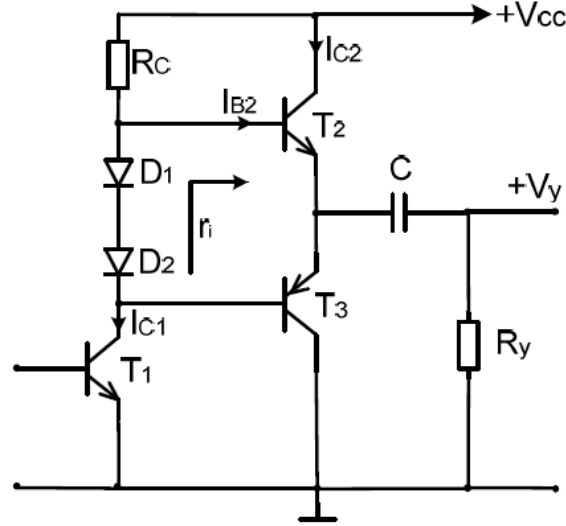
Şekil 3 Tek Kaynaklı B Sınıfı Kuvvetlendirici Yapısı

Bu çalışma şeklinin sakıncası, sıfır geçişlerinde distorsiyona neden olmasıdır. Bir bipolar npn transistörün kollektör akımının (I_c) baz emetör gerilimi (V_{BE}) ile değişim karakteristiği Şekil 4’de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi, karakteristiğin sıfır geçişinde önemli bir eğrisellik (non-lineerlik) bulunmaktadır.



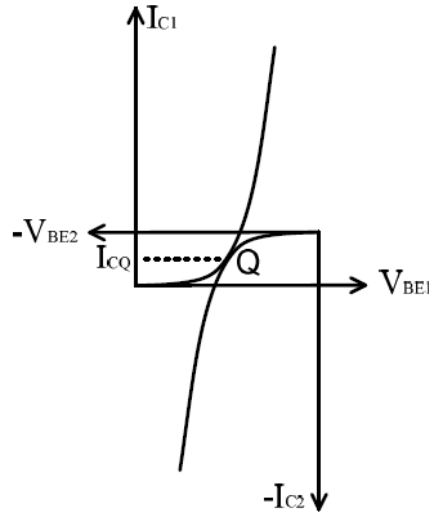
Şekil 4 Bir bipolar npn transistörün kollektör akımının baz emetör gerilimi ile değişimi

AB sınıfı çalışma: Geçiş distorsiyonundan kurtulmak için, eşlenik transistörler farklı bir çalışma noktasında kutuplanarak, sükûnette bir miktar akım akmasına izin verilir. Bu durumda, sıfır geçişi civarında transistörlerden birisi mutlaka iletimde olacağından, geçiş distorsiyonu görülmez ve devre AB sınıfı olarak adlandırılır. Şekil 5’te tek kaynaklı AB sınıfı kuvvetlendirici yapısı gösterilmiştir.



Şekil 5 Sürücü katla birlikte AB sınıfı kuvvetlendirici yapısı

Sekil 6'da gösterilen D1 ve D2 diyotları, eşlenik transistörlerin V_{BE} gerilimlerini belirli bir değerde tuttuklarından, sükûnette de bir miktar akım akmaktadır. Sekil 6'da AB sınıfı çıkış katı transistörlerinin geçiş eğrileri kutuplama şartıyla (Q) birlikte gösterilmiştir.



Şekil 6 AB sınıfı çıkış katı transistörlerinin geçiş eğrileri ve çalışma noktası (Q)

AB sınıfı güç kuvvetlendiricilerinde çalışma noktası Sekil 7'de gösterildiği gibi sıfır geçişinin üzerinde seçildiğinden geçiş distorsiyonu görülmez. Ancak, sükûnette akım akmasından ötürü devrenin verimi azalmaktadır.

Deneyin Amacı: Alçak frekans güç yükselteçleri ve çıkış katlarının incelenip, çalışma mantıklarının kavranması

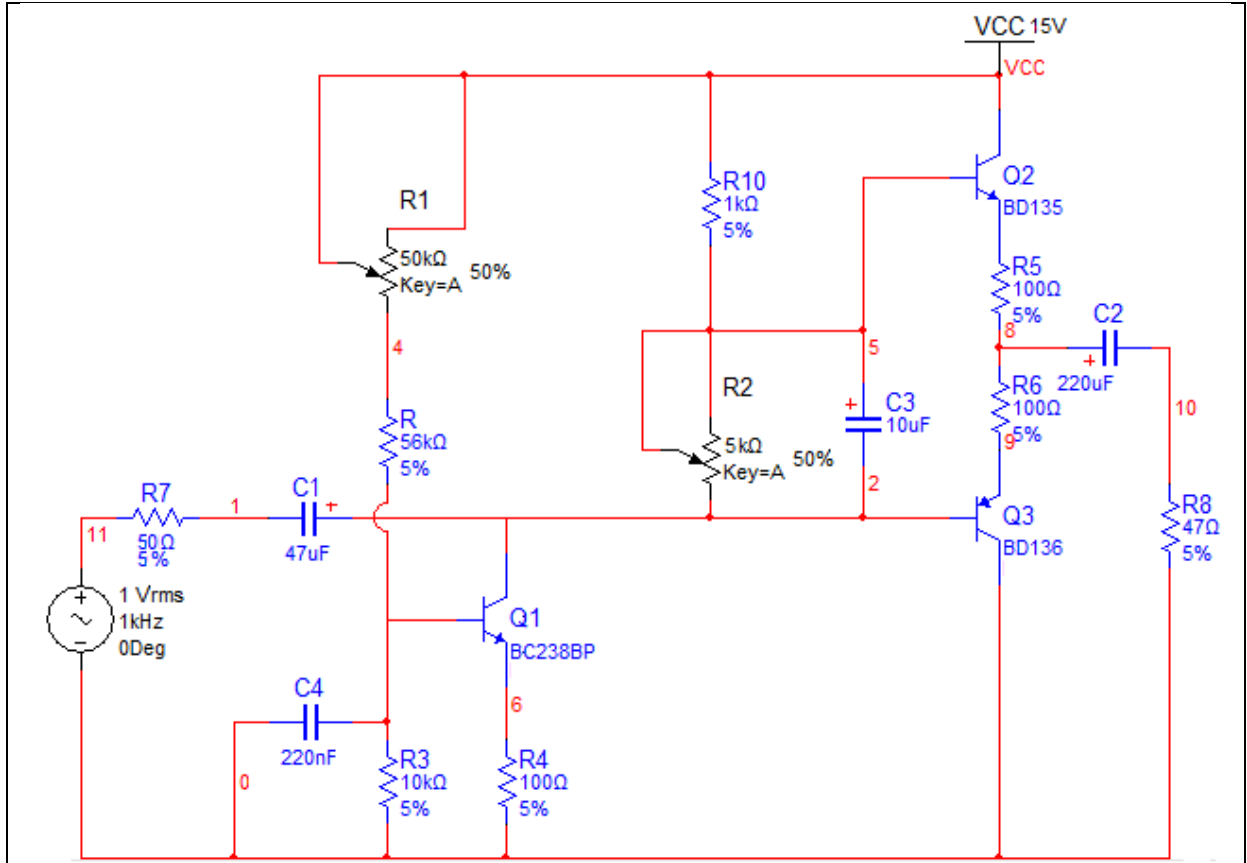
Kullanılacak Materyaller:

BD135 (nnp) x 2 adet	BD136 (pnp) x 2 adet	1k Ω x 1 adet	100 Ω x 3 adet
BC238 (nnp) x 1 adet	10k Ω x 1 adet	50 Ω x 1 adet	47 Ω x 1 adet (en az 1W)
220nF (16V) x 1 adet	47 μ F (16V) x 1 adet	50k Ω ayarlı direnç	5k Ω ayarlı direnç
220 μ F (16V) x 1 adet	10 μ F (16V) x 1 adet	60 Ω x 1 adet (en az 1 W)	10 Ω x 1 adet (en az 1W)
33 Ω x adet (en az 1W)	1 Ω x 2 adet (en az 1W)		

NOT: Devre elemanlarınızın yanma ihtimallerine karşın yedeklerini de temin ediniz.

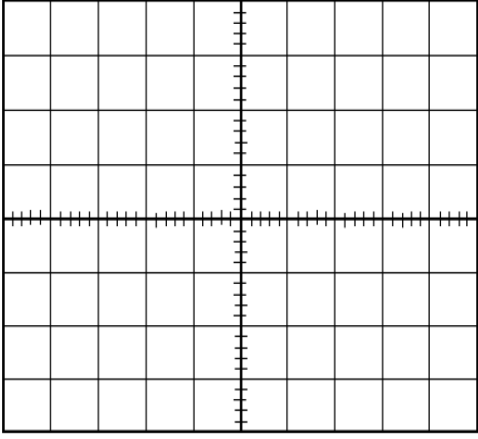
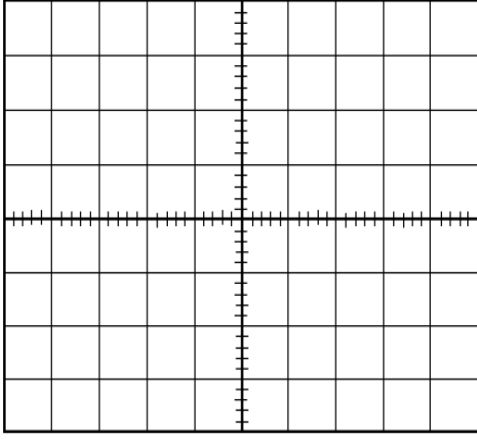
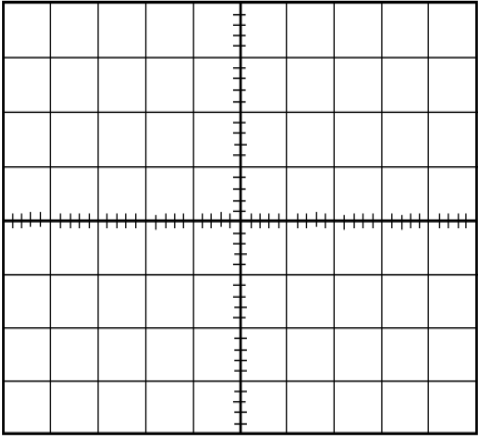
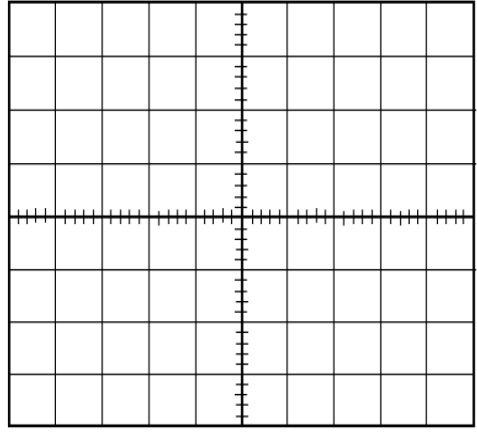
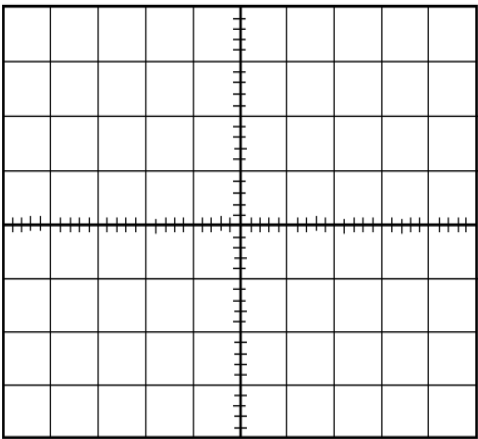
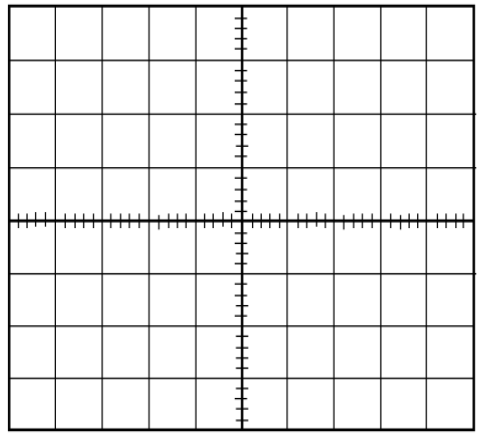
Ön Hazırlık Çalışmaları:

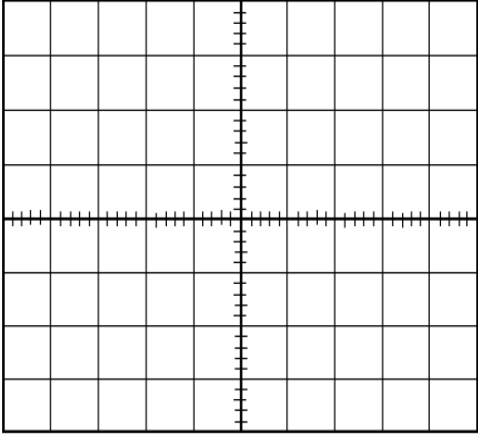
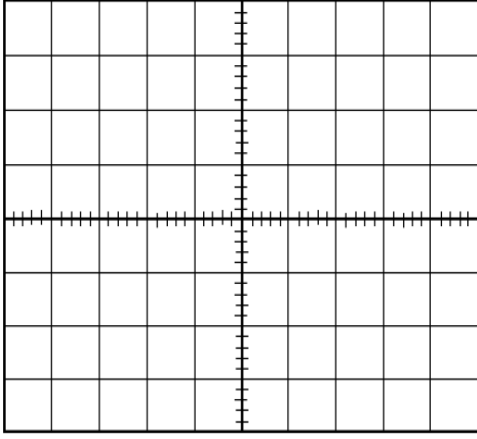
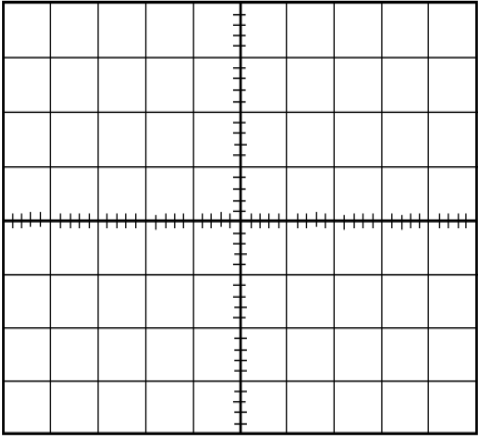
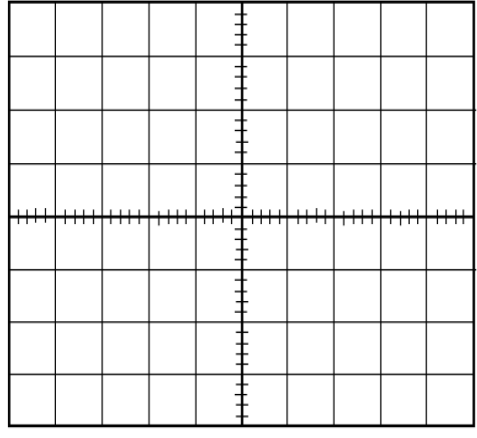
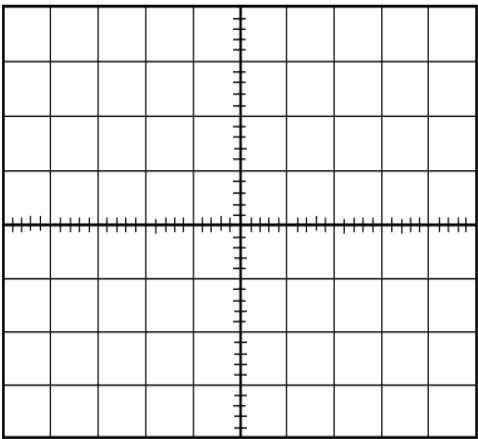
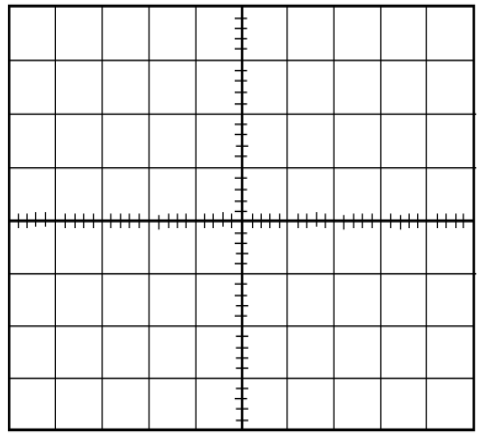
- 1- Harmonik distorsiyon kavramını araştırınız ve not ediniz.
- 2- A, B, AB tipi güç yükselteçlerini araştırınız. Çalışma prensiplerini not alınız. Aralarındaki farkları belirtiniz.
- 3- Geçiş distorsiyonu nedir? Güç yükselteçlerinden hangilerinde görülür? Bu problemin önüne geçebilmek için neler yapılmalıdır? Araştırınız.
- 4- BC238, BD135 ve BD136 (veya satın aldığımız eşdeğer transistorların için) kataloglarını araştırınız. Her grup için en az bir tane olacak şekilde çıktılarını yanınızda bulundurun. Transistorların önemli parametrelerini ve bacak bağlantılarını deneye gelmeden inceleyiniz.
- 5- Güç yükselteçlerinde verim girişe uygulanan sinyalin dalga şekli ile ilgili midir? Açıklayınız.
- 6- Aşağıdaki devreyi bir simülasyon programında kurunuz.



Deney Adımları;

- 1- Devreyi B sınıfında çalıştırmak için R2 değeri ne olmalıdır?
Devre B sınıfında çalışırken geçiş distorsiyonunu inceleyiniz. Geçiş distorsiyonunun süresini hesaplayınız. (Bu ölçüm sırasında giriş sinyalinin genliğini uygun seçerek sinyalin alttan ve üstten kırılmamasına ve sinyalin genliğinin de olabildiğince büyük olmasına dikkat ediniz.)
- 2- Devrenin veriminin çıkış gücü ile değişimini incelemek için;
 - Ry yük direncinin aşağıda verilen her değeri için besleme kaynağından çekilen akımı bularak giriş gücünü hesaplayınız ve yük direnci üzerindeki gerilimi ölçerek çıkış gücünü hesaplayınız.
10Ω, 33Ω, 47Ω, 60Ω
 - Devrenin çalışma gerilimini sabit tutarak çıkış geriliminin yük direncinin aşağıda verilen her değeri ile değişimini çıkartınız.
10Ω, 33Ω, 47Ω, 60Ω
- 3- Devreyi AB sınıfında çalışacak biçimde düzenleyip sükunet akımını R2 yardımıyla geçiş distorsiyonunun görülmediği en küçük değere ayarlayarak bırakınız. Bu durum için devrenin simetrik kırılma koşulunu sağlayıp sağlamadığını kontrol ediniz. Eğer simetrik kırılma yoksa devreyi bu şartı sağlayacak şekilde giriş gerilimini ayarlayınız.
- 4- Devrenin veriminin çıkış gücü ile değişimini incelemek için;
 - Ry yük direncinin aşağıda verilen her değeri için besleme kaynağından çekilen akımı bularak giriş gücünü hesaplayınız ve yük direnci üzerindeki gerilimi ölçerek çıkış gücünü hesaplayınız.
10Ω, 33Ω, 47Ω, 60Ω
 - Devrenin çalışma gerilimini sabit tutarak çıkış geriliminin yük direncinin aşağıda verilen her değeri ile değişimini çıkartınız.
10Ω, 33Ω, 47Ω, 60Ω
- 5- Ry=10Ω için sinüs sinyalinde kaynaktan çekilen gücün çıkış geriliminin tepe değeri ile kare dalga sinyalinde kaynaktan çekilen gücün çıkış geriliminin tepe değerini karşılaştırarak yorumlayınız.

Osiloskop Görüntüsü (Vy)	Osiloskop Görüntüsü (G)	VOLT/DIV
		TIME/DIV
		
		
		

Osiloskop Görüntüsü (Vy)	Osiloskop Görüntüsü (G)	VOLT/DIV
		TIME/DIV
		
		
		

Osiloskop Görüntüsü (Vy)	Osiloskop Görüntüsü (G)	VOLT/DIV
		TIME/DIV
