

DENEY NO 9

ANALOG TÜMDEVRE YAPI BLOKLARI

Deneinin Amacı: Bu deney çalışmasında analog tümdevrelerde kullanılan bazı basit yapı bloklarının incelenmesi ve renilmesi hedeflenmektedir.

Kullanılacak Materyaller:

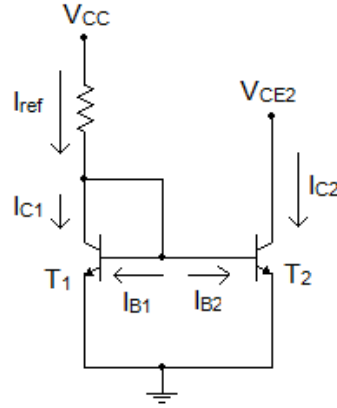
- 1 adet LM 3046 Tümdevre Transistör Dizisi
- 2 adet 1K Direnç
- 2 adet 10K Potansiyometre
- 1 adet 2.2K Direnç

n Hazırlık:

Akım Kaynakları:

Transistörlü akım kaynakları, hem kutuplama hem de kuvvetlendirici katlarında yk elemanı olarak özellikle analog tümdevrelerde yaygın bir Şekilde kullanılırlar. Kutuplamada kullanılmaları durumunda devrenin sıcaklık ve besleme gerilimine bağımlılığını azaltırlar. Tümdevre üzerinde dirençten daha az yer kaplamaları nedeniyle özellikle düşük akımlarda tercih edilirler. ıkış dirençlerinin büyük olması sayesinde aktif yk elemanı olarak kullanıldıklarında düşük besleme gerilimlerinde büyük kazanç sağlanabilir.

En basit akım kaynağı Şekil 1'deki gibi elde edilebilir.



Şekil 1. Basit akım kaynağı (Akım Aynası)

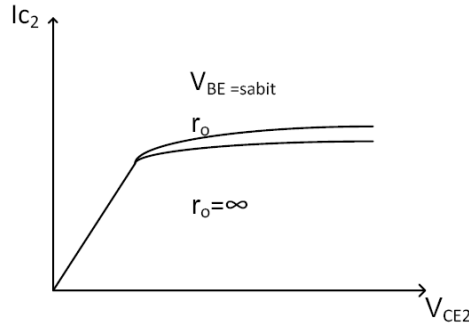
T₂ transistörünün çıkış direnci sonsuz (I_{C2}, V_{C2}'den bağımsız), T₁ ve T₂'nin eř transistörler olması durumunda,

$$I_{C1} = I_{C2} \quad (1)$$

$$I_{C2} = \frac{I_{ref}}{1 + \frac{2}{h_{FE}}} \quad (2)$$

bağıntılarını elde ederiz.

Gerçekte ise çıkış direnci sonsuz olmadığından, I_{C2} akımı kolektör noktasının geriliminin değişmesi durumunda sabit kalmaz (Şekil 2) ve artan kolektör gerilimi ile akım büyür.



Şekil 2. npn transistör için $r_o = \infty$ ve r_o nun sonlu olduğu pratik durum için kolektör karakteristikleri

Baz genişliği modülasyonu etkisi (Early Olayı),

$$I_C = I_S e^{V_{BE}/V_T} \left(1 + \frac{V_{CE2}}{V_A} \right) \quad (3)$$

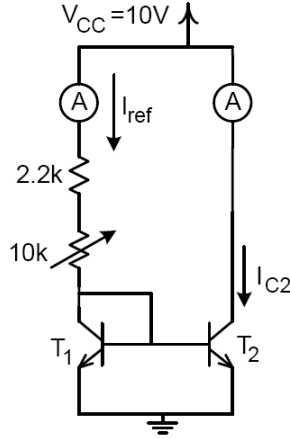
olarak ifade edilebilir. Burada V_A Early gerilimidir. Büyük besleme gerilimleri söz konusu olduğunda çıkış direnci küçük kalacağından (V_{CE2} 'ye bağımlılık fazla olacağından) I_{ref} / I_{C2} oranı, çıkış direncinin etkisinin ihmal edildiği durumdan oldukça farklı çıkabilir.

Hazırlık Soruları:

1. İdeal bir akım kaynağı ile pratikte kullanılan akım kaynaklarının arasındaki temel fark nedir?
2. Bir npn transistörün I_C - V_{CE} grafiğini inceleyerek transistörün çıkış direnci olan r_o 'nun bu grafiğe etkisini tartışınız.
3. Bir transistörün çıkış direnci r_o nasıl arttırılabilir?
4. Early olayı ve gerilimi nedir?
5. Çok çıkışlı bir akım kaynağı elde etmek mümkün müdür?
6. Deney adımlarını bir simülasyon programı ile gerçekleştirip çıktıları elde ediniz.

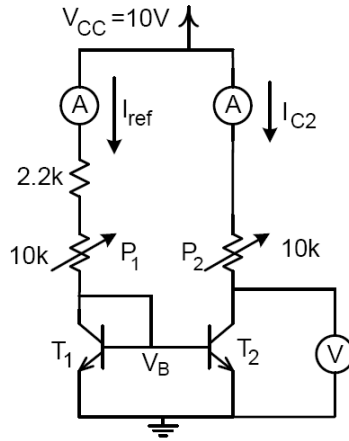
DENEY AŞAMALARI:

1. Basit akım kaynağını incelemek üzere Şekil 3'deki devreyi kurarak I_{ref} 'in 5 mA'den küçük değerleri için $I_{ref} - I_{C2}$ karakteristiğini çıkarın. Bu ölçümlerde V_A ve h_{FE} 'nin yaklaşık değerini bulun.



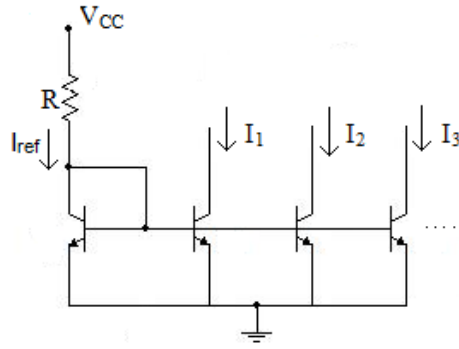
Şekil 3

2. Devreyi Şekil 4'deki gibi değiştirerek $I_{C2} = 2$ mA değerini elde edin. Bu durum için I_{ref} akımı ve V_B gerilimini ölçün. V_{CE2} gerilimini değiştirerek, ölçme noktalarından biri $V_{CE2} = V_{CE1}$ olacak şekilde $I_{C2} - V_{CE2}$ karakteristiğini çıkarın. Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayın.



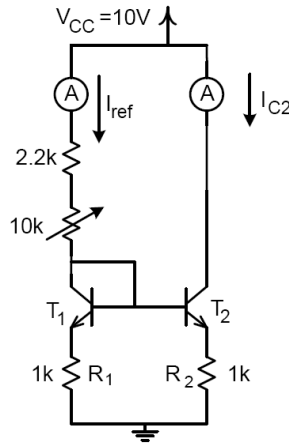
Şekil 4

3. Birçok uygulamada referans akımı I_{ref} 'den yararlanarak birden fazla akım kaynağı elde edilmek istenir (Şekil 5). Bu durumda her koldan akan akım, I_{ref} referans akımı ve çıkış sayısına bağlı olarak nasıl değişir?



Şekil 5

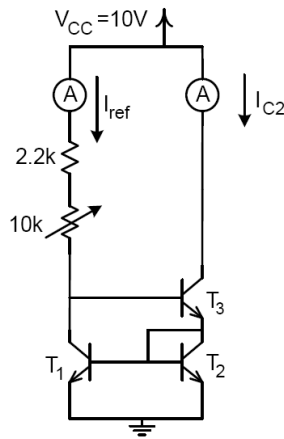
4. Çıkış direncini arttırmak için Şekil 6'daki devre önerilebilir. Bu durumda I_{C2} ile I_{ref} arasındaki ilişkiyi veren bağıntıyı elde edin. Emetörde direnç bulunan basit akım kaynağı için daha önce elde ettiğiniz gibi $I_{C2} - I_{ref}$, $I_{C2} - V_{CE2}$ karakteristiklerini çıkarın. Elde ettiğiniz sonuçları, daha önceki devrenin sonuçları ile karşılaştırıp yorumlayın.



Şekil 6

5. Emetörde direnç bulunan basit akım kaynağı I_{C2} / I_{ref} oranını istediğimiz şekilde değiştirebilmek için tasarımda izlenecek yolları düşünün (Şekil 6).

6. Basit akım kaynağının dezavantajlarından kurtulmak için kullanılan ve Şekil 7'de verilen Wilson akım kaynağının I_C / I_{ref} oranını hesaplayın.



Şekil 7. Wilson akım kaynağı

NOT: Bu deneye ait deney uygulama adımları için İTÜ Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği bölümü “ELE 312” ders kodlu “Analog Elektronik Devreleri Laboratuvarı” dersi deney föyü kaynak olarak kullanılmıştır.