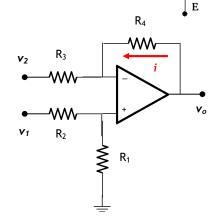
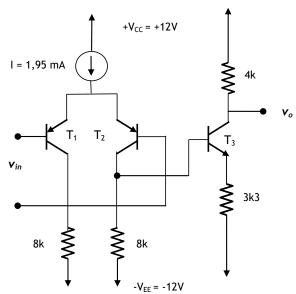
Bu sınavda çözüm için kullandığınız kağıtların yanında SADECE hesap makinası ve kendi el yazınız ile hazırlanmış A4 boyutlu bir "kopya kağıdı" kullanma hakkınız var. Sınav sonunda kağıtlar toplanırken "kopya kağıdı"nızı lütfen sınav kağıtları ile beraber veriniz. "kopya kağıdı"nızı sınav değerlendirildikten sonra geri alabilirsiniz. Bulduğunuz sonuçların birimlerini yazmayı ve birim uyumuna dikkat etmeyi unutmayınız.

- 1. Yarı-iletken denince ne anlıyorsunuz? Yarı-iletkenleri iletkenlerden ayıran özellikler nelerdir? En çok 2 tümce içinde açıklayınız. (5B)
- 2. Darlington çiftinin DC analizini derste yapmıştık. Şimdi sağ yandaki şekilde görülen çiftin, iki özdeş transistör ile gerçeklendiğini ve emetöründen (E) 10 mA'lik bir ideal akım kaynağı ile kutuplandığını varsayalım. (30)
 - a. Kutuplama için gereken akım kaynağını, bir akım aynası tasarlayarak gerçekleyin. Akım aynası tasarımında kullandığınız transistörler için $h_{fe} = h_{FE} = 100$, $h_{re} = 0$, $h_{oe} = 0$ olsun.

Darlington çifti, bazından (B) 100k iç direnci olan bir kaynakla sürülsün ve emetörüne (E) 1k 'luk bir yük bağlansın. Yani devremiz bir "Darlington izleyicisi" olsun. Her iki transistör için $h_{fe} = h_{FE} = 100$, $h_{re} = 0$, $h_{oe} = 0$ olsun.

- b. <u>Darlington çiftinin transistörlerinin emetör çıkışlı olduğunu unutmayarak</u>
 Bazdan içeri doğru bakıldığında devrenin giriş direncini bulunuz.
- Emetörden geriye ve içeri doğru bakıldığında (yük direnci bağlı değilken) devrenin çıkış direncini bulunuz.
- 3. Sağ yandaki OPAMP'lı devrede çıkış gerilimini ($\emph{v}_{\emph{o}}$), giriş gerilimleri ($\emph{v}_{\emph{1}}$ ve $\emph{v}_{\emph{2}}$) cinsinden gösteren bağıntıyı $\emph{R}_{\emph{i}}$ dirençleri cinsinden adım adım çıkararak $y=3x_1-5x_2$ fonksiyonunu gerçekleyen bir devre tasarlayınız. Tasarımda $R_{\emph{i}_{min}} \geq 1k\Omega$ olacak biçimde <u>anlamlı</u> direnç değerleri kullanınız. (30)
- 4. Sağ yandaki fark girişli 2 katlı BJT'li kuvvetlendirici devresini inceleyiniz. $V_T = 25$ mV, $|V_{BE}| = 0.6$ V, $h_{fe} = h_{FE} = 200$, $h_{oe} = h_{re} = 0$ olduğuna göre (40)
 - a. İlk kata 1,95 mA doğru akım sağlayacak akım aynasını tasarlayınız.
 - b. Aynı akımı sağlayacak R_E değerini bulunuz. (V_{B1} ve V_{B2} 'nin DC değeri OV).
 - İkinci katın kutuplama akımını ve çıkışın DC düzeyini bulunuz.
 - d. Devrenin yüksüz haldeki gerilim kazancını ve ilk kata R_E direnci ile kutuplama yapıldığında ortak işareti bastırma oranını (CMRR) bulunuz.
 - e. Devrenin giriş ve çıkış dirençlerini bulunuz.
- 5. Aşağıdaki birimlere veya kavraamlara adını veren kişilerin adlarını-soyadlarını, uzmanlık alanlarını, yaklaşık olarak yaşadıkları yılları ve hangi ulustan olduklarını yazınız: (10B)
 - 1. Kirchhoff akım ve gerilim yasaları
 - 2. [C]
 - 3. [dB]
 - 4. [nF]
 - 5. [K]

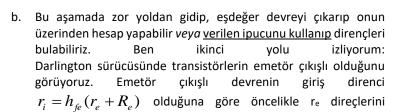




Darlington'lu problemin çözümü:

a. Akım aynası tasarımını artık öğrendiğiniz için bu kısmı atlıyorum. **Ancak DC analiz için Darlington Çiftinin kollektörlerinin** +V_{cc}'ye bağlı olması gerektiğini anımsatıyorum.

Yanda görüldüğü gibi Darlington Çiftini bazından $R_G=100k\Omega$ iç direnci bir kaynakla sürüyor ve emetörüne $R_L=1k\Omega'$ luk bir yük bağlıyorum. Darlington çiftinin transistörlerinin emetör çıkışlı olduğunu unutmamak giriş ve çıkış direnci hesabında kolaylık sağlayacak.



olan

bulmalıyız.
$$r_{e2}=rac{V_T}{I_{F2}}=rac{25mV}{10mA}=rac{2,5\Omega}{-10mA}$$
 .

$$r_{i}=r_{i1}=h_{f\!e}(r_{e\!1}+R_{e\!1})$$
 ve $R_{e\!1}=r_{i2}$ olduğunu görüyorum. O halde

$$I_{C1} \cong I_{E1} = I_{B2} = \frac{I_{E2}}{h_{fe}} = 0,1 \\ mA \ \ \text{olduğundan} \ \ r_{e1} = \frac{V_T}{I_{E1}} = \frac{25 \\ mV}{0,1 \\ mA} = \underline{250\Omega} \ \ \text{ve}$$

$$r_{i2} = h_{fe}(r_{e2} + R_{e2}) = h_{fe}(r_{e2} + R_L) = 100 \cdot (2,5\Omega + 1k) = \underline{100k25}$$

$$r_i = r_{i1} = h_{fe}(r_{e1} + R_{e1}) = h_{fe}(r_{e1} + r_{i2}) = 100 \cdot (250\Omega + 100k25) = \underline{10,05M\Omega}$$

c. Yukarıda (b şıkkında) andığım ikinci yolu izleyerek çıkış direnci hesabı yapıyorum: Emetör çıkışlı devrenin çıkış direnci $r_o = R_{e2} / / \left[r_{e2} + \frac{R_g^{'}}{h_{fe2}} \right] \text{denkleminden hesaplanıyordu. Halbuki Darlington sürücüsünde "ikinci katta" emetör direnci hesablanıyordu.$

ideal akım aynasının çıkış direnci h₀e = 0 olduğu için "∞"dur. Ayrıca ikinci katı süren birinci katın kaynak direnci R_G, birinci

katın çıkış direncine eşittir. Yani, $r_o = r_{e2} + \frac{R_g^{'}}{h_{fe}} = r_{e2} + \frac{r_{o1}}{h_{fe}}$ olacaktır. O halde

$$r_{o1} = r_{e1} + \frac{R_G}{h_{fe}} = 250\Omega + \frac{100k}{100} = \underbrace{\underline{1k25}}_{} \quad r_o = r_{e2} + \frac{R_g^{'}}{h_{fe}} = r_{e2} + \frac{r_{o1}}{h_{fe}} = 2,5\Omega + \frac{1250\Omega}{100} = \underbrace{\underline{150}}_{}. \quad \text{Buradan data}$$

görüyoruz ki, ardışıl iki emetör izleyicisi gibi davranan Darlington sürücüsünün giriş direnci çok büyük, çıkış direnci ise çok

küçük. Emetör çıkışlı katların kazancı ise $K_{v_i} = \frac{R_{ei}}{R_{ei} + r_{ei}}$ denkleminden

$$K_{v_{toplami}} = \frac{v_o}{v_g} = \frac{r_i}{r_i + R_G} \cdot \frac{R_{e1}}{R_{e1} + r_{e1}} \cdot \frac{R_{e2}}{R_{e2} + r_{e2}} = \frac{r_i}{r_i + R_G} \cdot \frac{r_{i2}}{r_{i2} + r_{e1}} \cdot \frac{R_L}{R_L + r_{e2}} = \underbrace{0.99}_{\text{bulunur}} \text{ bulunur}.$$

OPAMP'lı problemin çözümü:

$$\text{Derste g\"ord\"u\~g\'um\'uz \"uzere } v_- = v_+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_1 \text{, } i = \frac{v_- - v_2}{R_3} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{R_3} \cdot v_1 - \frac{1}{R_3} \cdot v_2 \text{ olduğu için ara işlemleri size}$$

$$v_o = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) \cdot v_1 - \frac{R_4}{R_3} \cdot v_2 \,. \qquad \text{Simdi} \qquad y = 3x_1 - 5x_2 \qquad \text{fonksiyonunu} \qquad \text{gerçeklemek} \qquad \text{içing the properties of the p$$

$$y=v_{o}; x_{1}=v_{1}; x_{2}=v_{2}$$
 kabul ederek direnç değerlerini vermeliyim. Fonksiyonun ikinci terimine göre $\frac{R_{4}}{R_{3}}=5$ olacağından

$$R_3 = \underbrace{\underline{1}\underline{k}}$$
 seçiyorum, dolayısıyla $R_4 = \underbrace{\underline{5}\underline{k}}$ olmalı. Buna göre birinci terimde $\frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot 6 = 3$ yani

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{2}$$
 olması gerekiyor. Bu kez de $R_1 = \underline{\underline{lk}}$ seçiyorum, dolayısıyla $R_2 = \underline{\underline{lk}}$ olarak buluyorum.

BJT'li katlı devre:

a. şıkkındaki akım aynasını artık iyice öğrendiğiniz için atlıyorum.

$$R_E = \frac{V_{CC} - |V_{BE}|}{I} = \frac{12V - 0.6V}{1.975mA} = \underbrace{5k77}_{}$$

1. kat:

Kutuplamada kullanılan 1,95 mA'lik akım kaynağından dolayı, $I_{C1} = I_{C2} = 0.975 mA$.

2. kat:

8k'lık direnç – T $_3$ – 3k3'lük direncin oluşturduğu çevrimden $-8k(I_{C2}-I_{B3})+V_{BE3}+3k3\cdot I_{E3}=0V$ denkleminden

$$I_{C3} = h_{FE} \frac{8k \cdot I_{C2} - V_{BE3}}{(h_{FE} + 1)3k3 + 8k}$$
 ve $I_{C3} = 2,145mA$.

$$V_o = V_{CC} - R_{C3}I_{C3} = 12V - 4k \cdot h_{FE}I_{B3} = 3.41V$$

$$K_{v} = \frac{v_{o}}{v_{in}} = \frac{v_{o}}{v_{b3}} \cdot \frac{v_{b3}}{v_{in}} = \left[-\frac{R_{C3}}{r_{e3} + R_{e3}} \right] \cdot \left[\frac{R_{C2} \parallel r_{i3}}{2r_{e1}} \right] \text{ ki burada}$$

$$r_{i3} = h_{fe}(r_{e3} + R_{e3}) = 200(11,66 + 3k3) = \underline{\underline{662k33}}$$

$$CMRR = 20\log \left| \frac{2R_E + r_{e1}}{r_{e1}} \right| = 20\log \left| \frac{2 \times 5k77 + 25.6}{25.6} \right| \cong \underline{53dB}$$

$$r_i=2h_{fe}r_{e1}=\underline{\underline{10k26}}$$
 ve $r_o=R_{C3}=\underline{\underline{4k}}$