

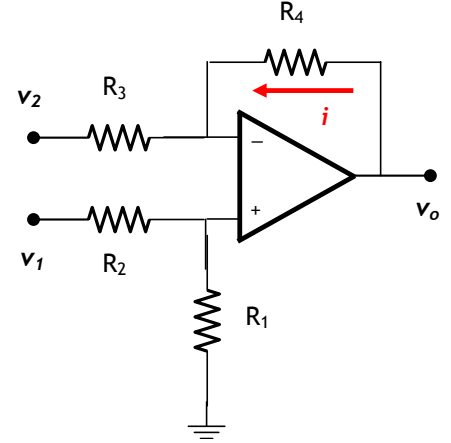
Bu sınavda çözüm için kullandığınız kağıtların yanında SADECE hesap makinası ve kendi el yazınız ile hazırlanmış A4 boyutlu bir "kopya kağıdı" kullanma hakkınız var. Sınav sonunda kağıtlar toplanırken "kopya kağıdı"nızı lütfen sınav kağıtları ile beraber veriniz. "kopya kağıdı"nızı sınav değerlendirildikten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

ELE222 ELEKTRONİĞE GİRİŞ (11384)

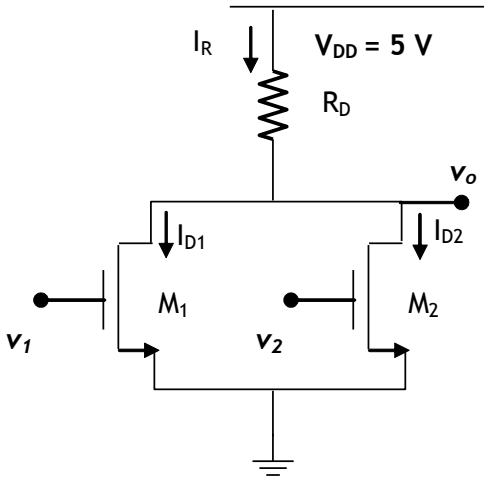
Yarıyılsonu Sınavı 11 Ocak 2010 12.00-14.00

İnci ÇİLESİZ / Başak BAŞYURT

1. Yarı-iletken denince ne anlıyorsunuz? Yarı-iletkenleri iletkenlerden ayıran özellikler nelerdir? En çok 2 tümce içinde açıklayınız. (4 puan)
2. MOS ve BJT transistörleri, bir tablo üzerinde, en az ikişer benzerlik ve farklılık göstererek karşılaştırınız. (8 puan)
3. Sağ yandaki devrede çıkış gerilimini (v_o), giriş gerilimleri (v_1 ve v_2) cinsinden gösteren bağıntıyı R_i dirençleri cinsinden adım adım çıkararak $y = 3x_1 - 5x_2$ fonksiyonunu gerçekleyen işlemsel kuvvetlendiricili bir devre tasarlayınız. Tasarımda $R_{i\min} \geq 1k\Omega$ olacak biçimde anlamlı direnç değerleri kullanınız. (18 puan)



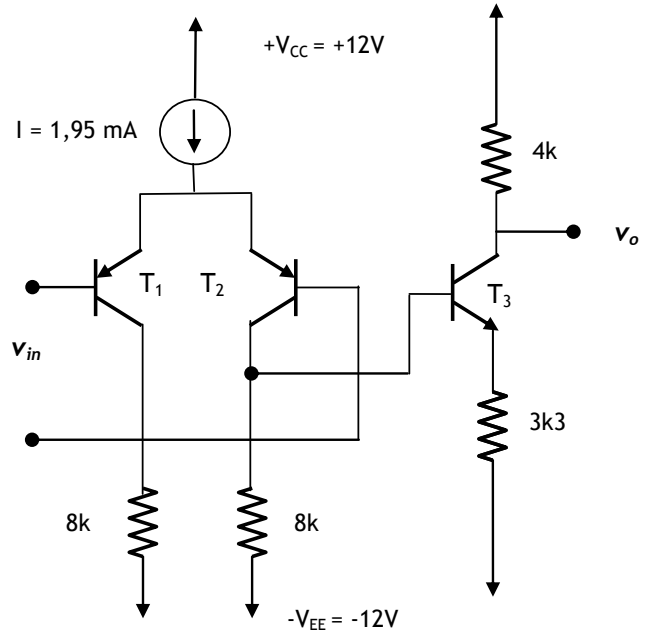
4. Sol yandaki NMOS sayısal devrede giriş gerilimleri (v_1 ve v_2) sadece 0V ve V_{DD} değerlerini almaktadır. MOS'lar özdeşdir.



- a. Giriş gerilimi (v_1 ve v_2) 0V ise MOS transistörler (M_1 ve M_2) hangi çalışma bölgesinde olur? Bu durumda I_{D1} , I_{D2} ve I_R akımlarının değerleri ne olur? (10 puan)
- b. Giriş gerilimi (v_1 veya v_2) V_{DD} ($V_{DD} > V_t$) ise o MOS (M_1 veya M_2) hangi çalışma bölgesinde olur? (Yol gösterme: R_D direncinin değerinin oldukça büyük olduğunu dolayısıyla üzerinden akım aktığında çıkışın (v_o), V_{DD} 'nin çok altına ineceğini varsayınız.) (10 puan)
- c. $v_i = 0V$ ise o girişin düzeyi LOJİK 0, $v_i = V_{DD}$ ise o girişin düzeyi LOJİK 1 olsun. R_D üzerinden akım aktığında çıkışın (v_o), V_{DD} 'nin çok altına ineceğini (LOJİK 0) varsayarak bir tablo üzerinde giriş (v_1 ve v_2) kombinasyonlarını ilişkilendirip çıkışı LOJİK 0 ve LOJİK 1 cinsinden gösteriniz. (16 puan)

5. Sağ yandaki fark giriшли 2 katlı BJT'li kuvvetlendirici devresini inceleyiniz. $V_T = 25 \text{ mV}$, $|V_{BE}| = 0,6 \text{ V}$, $h_{fe} = h_{FE} = 200$, $h_{oe} = h_{re} = 0$ olduğuna göre

- a. İlk kata 1,95 mA doğru akım sağlayacak akım aynasını tasarlayınız. (10 puan) Aynı akımı sağlayacak R_E değerini bulunuz. (V_{B1} ve V_{B2} 'nin DC değeri 0V). (5 puan)
- b. İkinci katın kutuplama akımını ve çıkışın DC düzeyini bulunuz. (6 puan)
- c. Devrenin yüksüz haldeki gerilim kazancını ve ilk kata R_E direnci ile kutuplama yapıldığında ortak işareti bastırma oranını (CMRR) bulunuz. (12 puan)
- d. Devrenin giriş ve çıkış dirençlerini bulunuz. (6 puan)



BAŞARILAR

ÇÖZÜMLER:

- İletken malzeme, atomlarının en dış kabuklarındaki elektronlarının, valans ve iletim enerji bantları arasında serbest geçiş olan, yani en dış kabuklarındaki elektronlarının serbestçe iletim bandına geçebildiği malzemelerdir; yarı-iletken malzemelerde ise valans ve iletim enerji bantları arasında yasak bant vardır. İletken malzemelerde iletkenliği sağlayan yüklü taşıyıcılar sadece elektronlardır, yarı-iletken malzemelerde ise hem elektronlar hem de delikler yük taşırlar, elektronlar eksi (negatif), delikler artı (pozitif) yüklüdürler.
- Aşağıdaki tabloda varolan özelliklerden sadece bir kısmına değinilmiştir:

	BJT	MOS
BENZERLİK	3 elektrodlu düzen: B (baz), C (kollektör) ve E (emetör)	3 elektrodlu düzen: G (geçit), D (savak), ve S (kaynak)
BENZERLİK	n ve p tipi katkılanmış bölgelerden oluşur.	n ve p tipi katkılanmış bölgelerden oluşur.
FARK	Bipolar, yani taşıyıcılar hem delikler hem elektronlar, tipine göre (npn veya pnp) çoğunluk ve azınlık taşıyıcıları var.	Unipolar, akım sadece bir cins taşıyıcı tarafından taşıyor: NMOS → elektronlar PMOS → delikler
FARK	Bazdan içeri (veya dışarı) akım akar.	Geçitten içeri (veya dışarı) akım akmaz.

- Derste gördüğümüz üzere $v_- = v_+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} v_1$, $i = \frac{v_- - v_2}{R_3} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{R_3} \cdot v_1 - \frac{1}{R_3} \cdot v_2$ olduğu için ara işlemleri size bırakarak $v_o = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_4}{R_3} \right) \cdot v_1 - \frac{R_4}{R_3} \cdot v_2$. Şimdi $y = 3x_1 - 5x_2$ fonksiyonunu gerçeklemek için $y = v_o$; $x_1 = v_1$; $x_2 = v_2$ kabul ederek direnç değerlerini vermeliyim. Fonksiyonun ikinci terimine göre $\frac{R_4}{R_3} = 5$ olacağından $R_3 = \underline{1k}$ seçiyorum, dolayısıyla $R_4 = \underline{5k}$ 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 $R_1 = \underline{1k}$ seçiyorum, dolayısıyla $R_2 = \underline{1k}$ olarak buluyorum.

4.

- Herhangi bir MOS'un girişine 0V uygulandığında $V_{GS} = 0V$ olacağından o MOS kesimdedir, akım akıtmaz. Dolayısıyla $I_{D1} = I_{D2} = I_R = 0$ 'dır.
- Diğer yandan herhangi bir MOS'un girişine V_{DD} uygulandığında MOS'tan akım akmaya başalayacaktır ($V_{GS} > V_{TH}$). Bu akım MOS'ların savağına bağlı direncin üzerinden akar ve çıkışın düzeyini (v_o) düşürür. Bu durumda $V_{DS} = V_o$ küçük olacağından ilgili MOS lineer (triyot) bölgesine girer.
- Her iki MOS da kesimdeyken akım akıtmayacakları için, direncin üzerinden akım akmaz $V_o = V_{DD}$ yani LOJİK 1 olur. MOS'lardan herhangi biri triyot bölgesine girdiğinde direncin üzerinden de akım akar ve $V_o < V_{DD}$ yani LOJİK 0 olur. Dolayısıyla elde edilen giriş çıkış işaretleri tablosu:

v_1 (V)	v_2 (V)	v_o (V)
0	0	LOJİK 1
5	0	LOJİK 0
0	5	LOJİK 0
5	5	LOJİK 0

Demek ki bu devre bir NMOS NOR kapı devresidir.

5.

a. (a) şıkkındaki akım aynasını artık iyice öğrendiğiniz için atlıyorum.

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

1. kat:

Kutuplamada kullanılan 1,95 mA'lık akım kaynağından dolayı, $I_{C1} = I_{C2} = \underline{\underline{0,975mA}}$.

2. kat:

8k'lık direnç - T_3 - 3k3'lük direncin oluşturduğu çevrimden $-8k(I_{C2} - I_{B3}) + V_{BE3} + 3k3 \cdot I_{E3} = 0V$

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

$$V_o = V_{CC} - R_{C3}I_{C3} = 12V - 4k \cdot h_{FE}I_{B3} = \underline{\underline{3,41V}}$$

(c) şıkkı:

$$r_{e1} = r_{e2} = \frac{V_T}{0,975mA} = \underline{\underline{25,6\Omega}}; r_{e3} = \frac{V_T}{2,145mA} = \underline{\underline{11,66\Omega}}$$

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

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

$$K_v = \frac{v_o}{v_{in}} = \left[-\frac{4k}{11,66 + 3k3} \right] \cdot \left[\frac{8k \parallel 662k33}{2 \cdot 25,6} \right] = (-1,2)(154,4) \cong \underline{\underline{-186,5}}$$

$$CMRR = 20 \log \left| \frac{2R_E + r_{e1}}{r_{e1}} \right| = 20 \log \left| \frac{2 \times 5k77 + 25,6}{25,6} \right| \cong \underline{\underline{53dB}}$$

(d) şıkkı:

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