

**ELE517**  
**Yarıiletken Elemanların ve Düzenlerin**  
**Modellenmesi**  
 (Yılsonu Ödevi)

Şekilde verilen BJT OTA (İşlemsel Geçiş İletkenliği Kuvvetlendiricisi) için SPICE benzetim programında kullanılmak üzere bir makromodel (Ref: H. Kuntman, Simple and accurate nonlinear OTA macromodel for simulation of CMOS OTA-C active filters, International Journal of Electronics, Vol.77, No.6, pp.993-1006, 1994) oluşturunuz. Ödevi hazırlayacak öğrencilerin hangi devre ile çalışacakları ve  $I_A$  akımının hangi değerde alınacağı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

	Devre 1		Devre 2		Devre 3		Devre 4	
$I_A$ Akımı	Öğrenci No.	Adı, Soyadı	Öğrenci No.	Adı, Soyadı	Öğrenci No.	Adı, Soyadı	Öğrenci No.	Adı, Soyadı
100 $\mu$ A	504041226	Çağdaş Şahin	504091243	Fatih Sadıç	504091260	Toumaj Kohandel Gargari	504101202	Ayşen Başargan
200 $\mu$ A	504061235	Yunus Akbey	504091245	Huriye Nur Değirmencioğlu	504091261	Umut Yilmazer	504101209	Kenan Türksoy
400 $\mu$ A	504081234	Cankurt Kul	504091249	Mehmet Batı	504091263	Duygu Kutluoğlu	504101213	Mehmet Barış
600 $\mu$ A	504082205	Çağlar Yilmazer	504091253	Omid Tayefehghalehbeysi	504091268	Özkan Akgül	504101221	Özgür Bostan
800 $\mu$ A	504091238	Emrah Armağan	504091255	Ramazan Sural	504092204	Burak Dünder	504101222	Özgür Ozan Yusufoglu
1mA	504091240	Emre Çetin	504091256	Selçuk İlke	504101201	Arda Güney	504101223	Selman Ergünay

**Yol gösterme:** Her öğrenci, kendisine verilen OTA devresi için aşağıda belirtilen karakteristikleri çıkartacaktır.

**DC karakteristikler:**

- $I_O$  çıkış akımının  $V_{ID}$  giriş gerilimiyle değişimi ( bunun için çıkışı referansa kısa devre ediniz, girişlerden birini referansa bağlayınız, diğer girişe bir DC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın gerilimini uygun sınırlar içinde değiştiriniz).
- $V_O$  çıkış geriliminin  $V_{ID}$  giriş gerilimiyle değişimi ( bunun için çıkışı açık devre ediniz, girişlerden birini referansa bağlayınız, diğer girişe bir DC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın gerilimini uygun sınırlar içinde değiştiriniz).

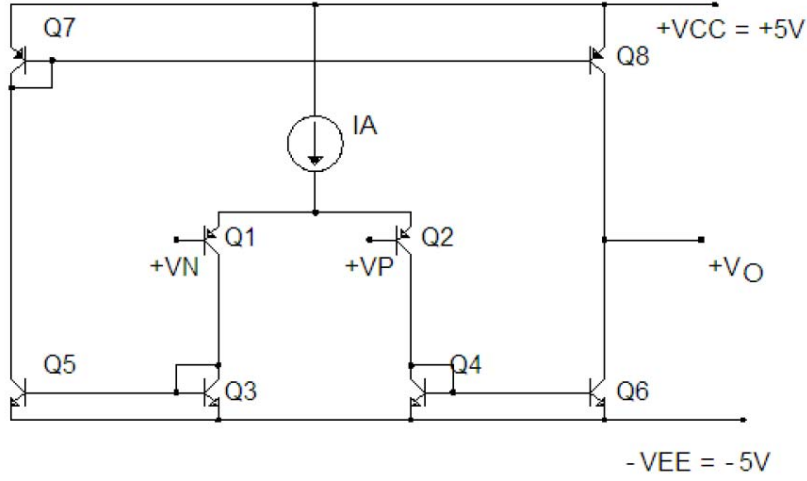
**AC karakteristikler:**

- $G_m$  eğiminin frekansla değişimi ( bunun için çıkışı referansa kısa devre ediniz, girişlerden birini referansa bağlayınız, diğer girişe 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz).
- $Z_I$  giriş empedansının frekansla değişimi ( bunun için çıkışı referansa kısa devre ediniz, girişlerden birini referansa bağlayınız, diğer girişe 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz, aynı işlemi diğer giriş için tekrarlayınız.).
- $K_V$  gerilim kazancının frekansla değişimi ( bunun için çıkışı açık devre ediniz, girişlerden birini referansa bağlayınız, diğer girişe 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz).

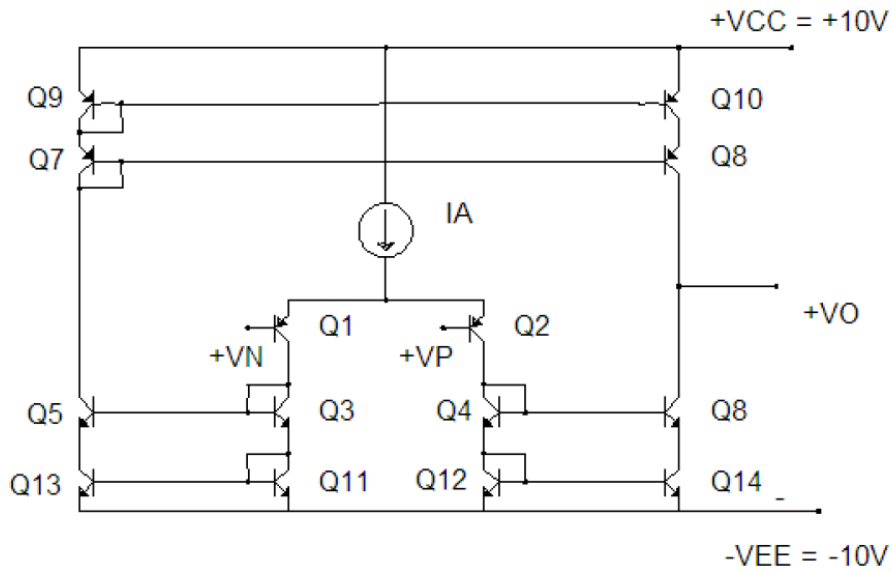
- f-  $Z_O$  çıkış empedansının frekansla değişimi ( bunun için girişleri referansa bağlayınız, çıkışa 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz).

**Ödevin hazırlanması:** Yukarıda belirtilen yoldan hareketle çıkartacağınız karakteristiklerden yararlanarak model parametrelerini belirleyiniz. Oluşturduğunuz makromodel yardımıyla SPICE benzetimi ile elde edeceğiniz karakteristikleri, gerçek eleman modeli kullanarak SPICE benzetimi ile daha önce elde etmiş olduğunuz karakteristiklerle karşılaştırarak değerlendiriniz, aradaki farkları yorumlayınız. Hedeflenen amaca ne kadar yaklaştığınızı araştırınız.

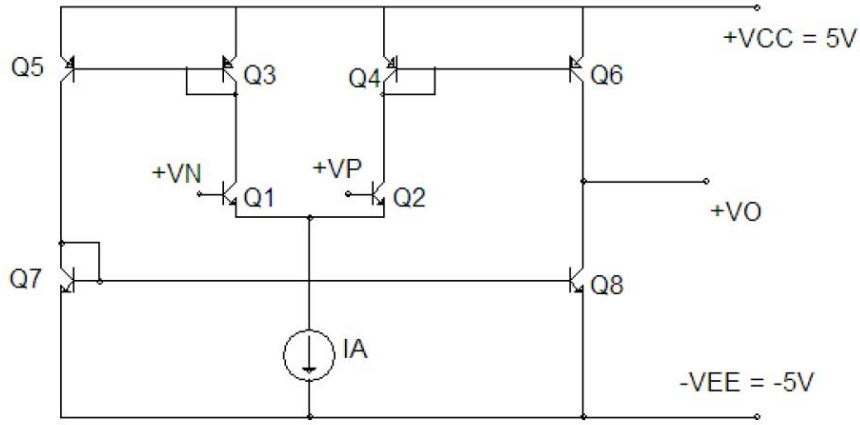
Her öğrenci için ayrı bir OTA devresi verilmiştir. Her öğrenci kendi başına çalışarak yukarıda belirtilen işlemleri yapacak, benzetimle elde ettiği karakteristikleri, belirlediği model parametrelerini, yukarıda istenen yorumları içeren **ayrıntılı ve kapsamlı bir rapor** hazırlayarak, **25 Ocak 2011 Salı günü akşamına kadar** teslim edecektir. Otomasyondaki sınırlama nedeniyle bu sürenin uzatılması mümkün değildir.



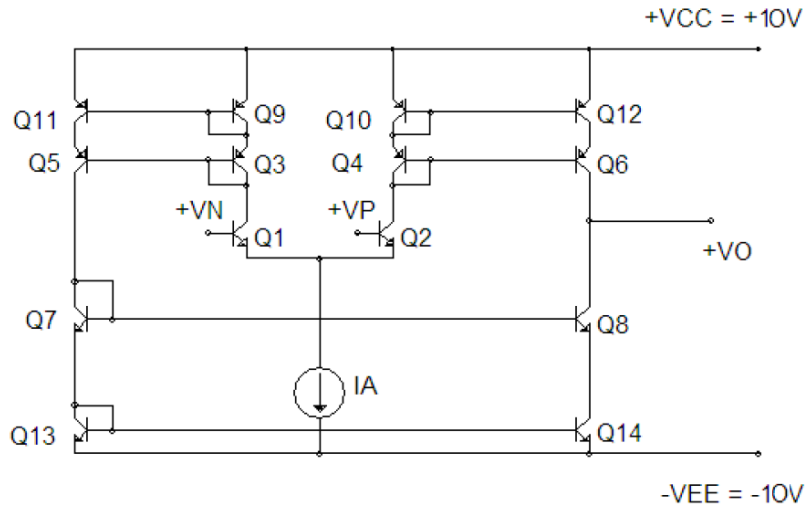
Devre 1



Devre 2



Devre 3



Devre 4

### Benzetimda kullanılabilecek bipolar tranzistor parametreleri:

```
.model n NPN(Is=7.049f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=59.59 Bf=381.7 Ise=59.74f
+ Ne=1.522 Ikf=3.289 Nk=.5 Xtb=1.5 Br=2.359 Isc=192.9p Nc=1.954
+ Ikr=7.807 Rc=1.427 Cjc=5.38p Mjc=.329 Vjc=.6218 Fc=.5 Cje=11.5p
+ Mje=.2718 Vje=.5 Tr=10n Tf=438p Itf=5.716 Xtf=14.51 Vtf=10)
```

```
.model p PNP(Is=336.7f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=55.46 Bf=154.4 Ise=412.1f
+ Ne=1.429 Ikf=.2994 Nk=.7028 Xtb=1.5 Br=3.99 Isc=1.03n Nc=1.958
+ Ikr=9.726 Rc=1.833 Cjc=11p Mjc=.2223 Vjc=.5 Fc=.5 Cje=33p
+ Mje=.3333 Vje=.5 Tr=10n Tf=847.7p Itf=2.198 Xtf=23.26 Vtf=10)
```

Not: Bu bipolar transistor parametreleri örnek olarak verilmiştir. Elinizde başka transistor parametreleri varsa, bunları da kullanabilirsiniz.