

## ELEKTRONİK ELEMANLARIN MODELLENMESİ

(Yılsonu Ödevi)

**Ödev:** Şekilde verilen BJT OTA (İşlemsel Geçiş İletkenliği Kuvvetlendiricisi) için SPICE simülasyon 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. IA akımının nasıl alınacağı ilgili tabloda verilmiştir.

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

**DC karakteristikler:**

a-  $I_O$  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).

b-  $V_O$  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:**

c-  $G_m$  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).

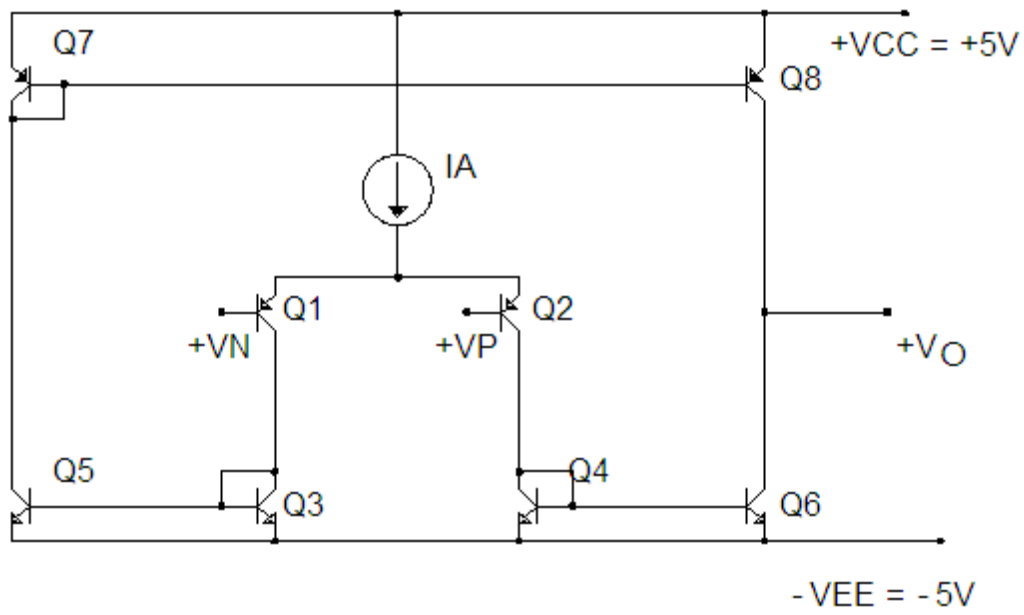
d-  $Z_1$  giriş empedansının frekansla değişimi ( bunun için çıkışı referansa kısa devre ediniz, girişlerden birini referansa bağlayınız, diğer girişe 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz, aynı işlemi diğer giriş için tekrarlayınız.).

e-  $K_v$  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).

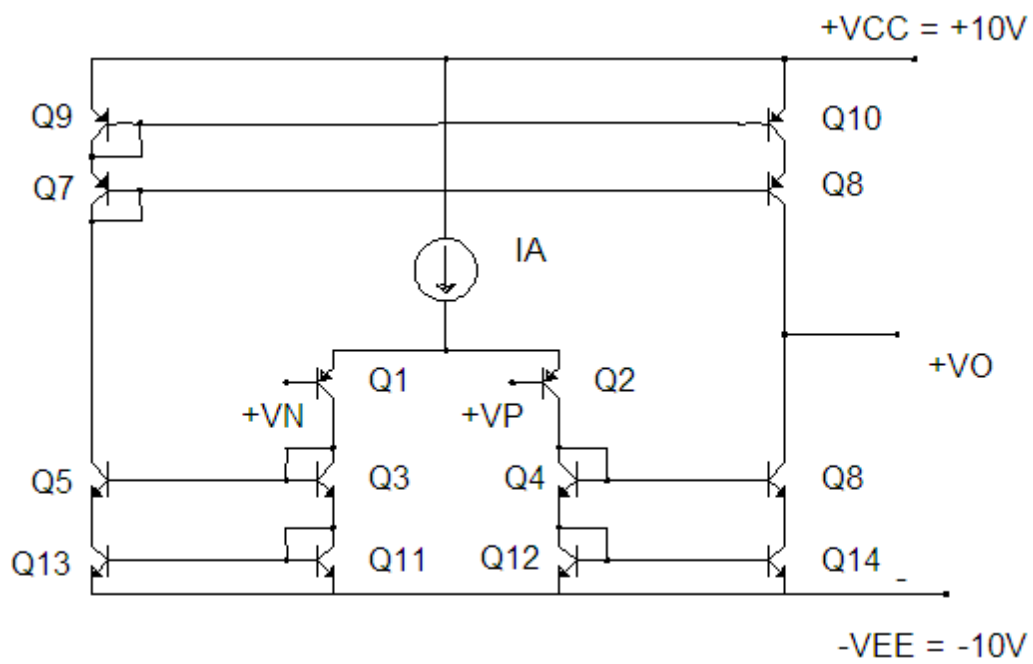
f-  $Z_O$  çıkış empedansının frekansla değişimi ( bunun için girişleri referansa bağlayınız, çıkışa 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz).

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

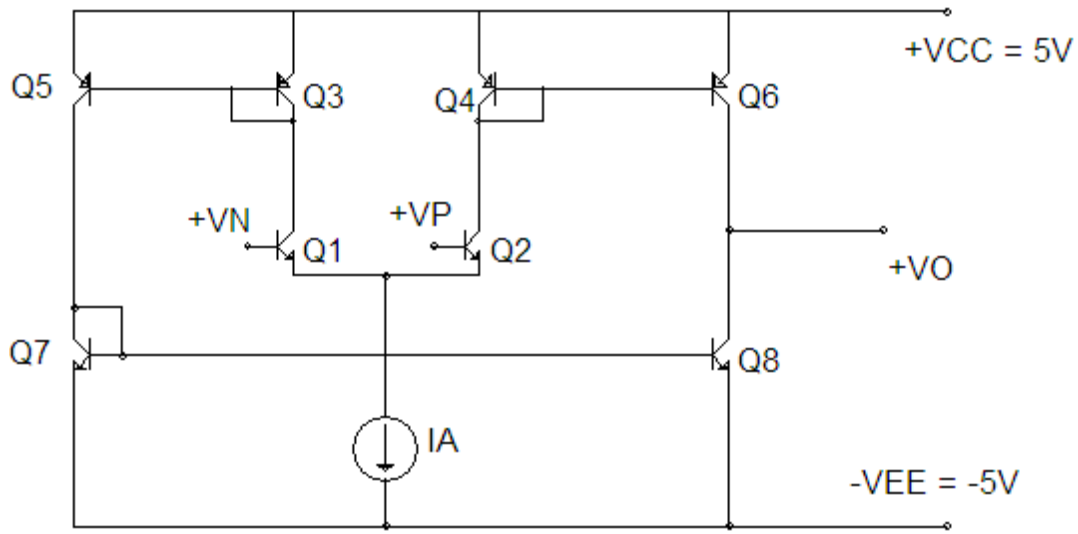
Her öğrenci için ayrı bir OTA devresi verilmiştir. Her öğrenci kendi başına çalışarak yukarıda belirtilen işlemleri yapacak, simülasyonla elde ettiği karakteristikleri, belirlediği model parametrelerini, yukarıda istenen yorumları içeren **ayrıntılı ve kapsamlı bir rapor** hazırlayarak, **16 Ocak 2003 Perşembe günü akşamına kadar** teslim edecektir. Otomasyondaki sınırlama nedeniyle bu sürenin uzatılması mümkün değildir.



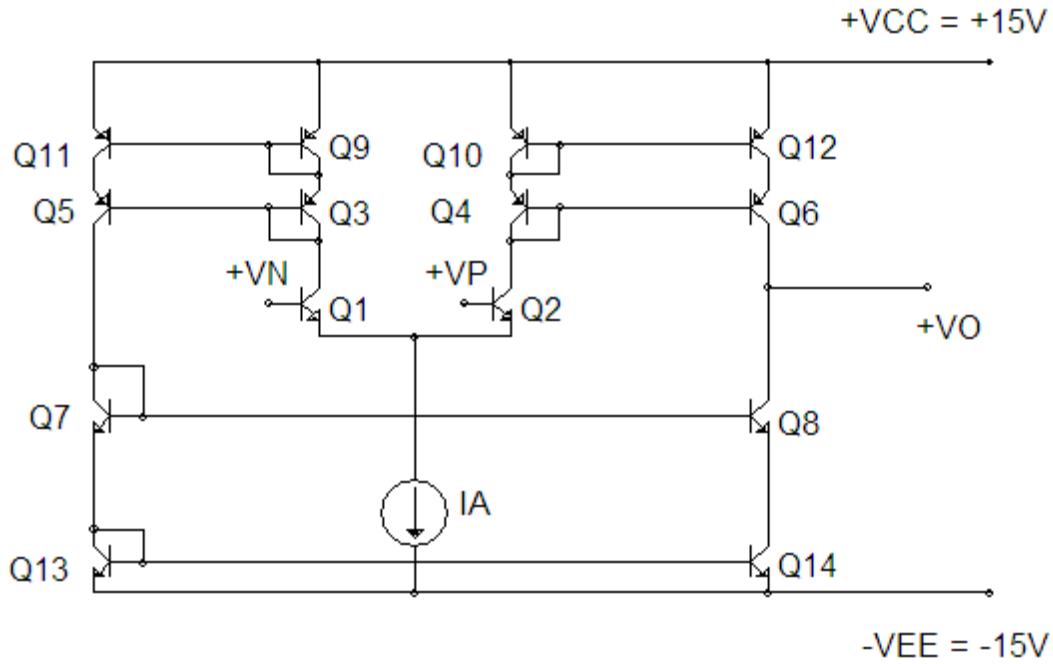
Devre 1



Devre 2



Devre 3



Devre 4

**Öğrencilerin makromodelini oluşturacakları OTA devreleri**

	$I_A = 200 \mu A$	$I_A = 400 \mu A$	$I_A = 600 \mu A$
Devre 1	Hasan Kartlak	Sinem Çiftçioğlu	Serdar Menekay
Devre 2	Erdem Karaadam	M. Onur Kendik	Samir Özkan
Devre 3	Mustafa Cem Özkılıç	Erdoğan Özgür Ateş	Özgür Erdener
Devre 4	Fidel Bayam	İsmail Uğur	

### **Simülasyonda kullanılabilir 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 tranzistor parametreleri örnek olarak verilmiştir. Elinizde başka tranzistor parametreleri varsa, bunları da kullanabilirsiniz.