

**ELE 517**  
**Yarıiletken Elemanların ve Düzenlerin Modellenmesi**  
**2011-2012 Eğitim-Öğretim Yılı**  
**Yılsonu Projesi**

Şekil-1'de görülen BJT Akım kontrollü ikinci kuşak negatif akım taşıyıcı (CCCI-) yapısı için SPICE benzetim programında kullanılmak üzere bir makromodel oluşturulacaktır. Devre  $\pm 2.5V$ 'luk simetrik gerilimle beslenecektir (Akım kontrollü ikinci kuşak akım taşıyıcılar, GHz'lere kadar uzanan bölgedeki yüksek frekans uygulamalarında, özellikle SiGe teknolojisiyle gerçekleştirilerek yaygın olarak kullanılmaktadır).

Verilen CCCII- devresi için  $I_o$  kutuplama akımını ekteki tabloda gösterilen değerde seçerek, yapının DC ve AC karakteristiklerini SPICE benzetim programı yardımıyla elde ediniz. Her öğrenci kendisi için verilen kutuplama akımı değerini kullanacaktır. Standart akım taşıyıcı makromodeli bu devre için de geçerlidir.

**DC karakteristikler:**

- a- X ucunu açık devre ediniz yahut büyük değerli bir dirençle kapatınız, Z ucunu referansa bağlayınız. Bu durumda  $V_x$  geriliminin  $V_y$  gerilimi ile ne şekilde değişeceğini inceleyiniz.
- b- X ucunu kısa devre ediniz yahut küçük değerli bir dirençle kapatınız, Z ucunu referansa bağlayınız. Bu durumda  $I_x$  akımının  $V_y$  gerilimi ile ne şekilde değişeceğini inceleyiniz.
- c- Z ucu açık devre (büyük dirençle kapatılmış) ve  $R_x = 5k$  iken elde edilen  $V_x-V_y$  ve  $V_z-V_y$  gerilim geçiş karakteristiklerini inceleyiniz.

**AC karakteristikler:**

- a- Y ucundan içeriye doğru bakıldığında görülen  $Z_y$  empedansının frekansla değişimini inceleyiniz, bunun için Z ucunu referansa bağlayınız, X ucunu açık devre ediniz yahut büyük değerli bir dirençle kapatınız, Y ucuna  $1V$ 'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz.
- b- X ucundan içeriye doğru bakıldığında görülen  $Z_x$  empedansının frekansla değişimini inceleyiniz, bunun için Y ve Z uçlarını referansa bağlayınız, X ucuna  $1V$ 'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz.
- c- Z ucundan içeriye doğru bakıldığında görülen  $Z_o$  empedansının frekansla değişimini inceleyiniz. Bunun için Y ucunu referansa bağlayınız. X ucunu bir dirençle kapatınız. Z ucuna  $1V$ 'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz.
- d-  $v_x/v_y$  gerilim kazancının frekansla değişimini inceleyiniz. Bunun için X ucunu açık devre ediniz yahut büyük değerli bir dirençle kapatınız, girişe  $1V$ 'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz).
- e-  $i_z/i_x$  akım kazancının frekansla değişimini inceleyiniz. Bunun için Y ucunu referansa bağlayınız, X ucuna  $1A$ 'lık bir AC akım kaynağı bağlayarak bu kaynağın akımının frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz.

**Ödevin hazırlanması:** Yukarıda belirtilen yoldan hareketle çıkartacağınız karakteristiklerden ve makromodele ilişkin tablodan yararlanarak model parametrelerini ayrı ayrı 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.

Yukarıda belirtilen işlemler yapılacak, benzetimle elde edilen karakteristikleri, belirlenen model parametrelerini, yukarıda istenen yorumları içeren **ayrıntılı ve kapsamlı bir rapor hazırlanarak, 24 Ocak 2011 Salı günü akşamına kadar** teslim edilecektir.

**Otomasyondaki sınırlama nedeniyle bu sürenin uzatılması mümkün değildir.**

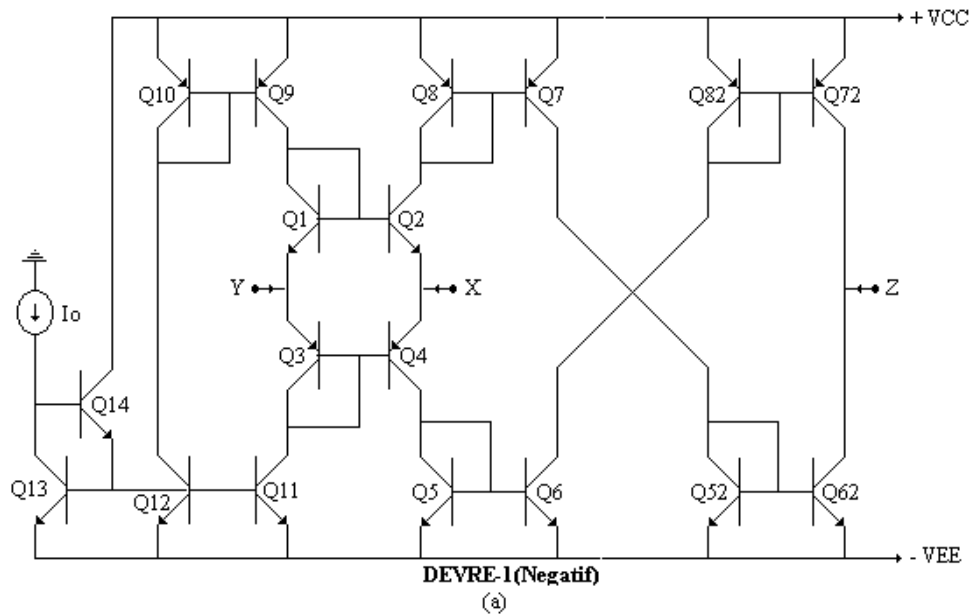
#### Kaynaklar:

- Minaei S., Çiçekoglu, O, Kuntman, H., and Türköz, S., 2001. "High Output Impedance Current-Mode Lowpass, Bandpass and Highpass Filters Using Current Controlled Conveyors". *International Journal of Electronics.*, 88 (8), 915-922.
- N. Tarım, B. Yenen, H. Kuntman: Simple and accurate nonlinear current conveyor macromodel for simulation of active filters using CCII, *International Journal of Circuit Theory and Applications*, 26, pp.27-38, 1998.
- S Minaei, D. Kaymak and H. Kuntman, ' New high performance realizations for current-controlled conveyor (CCII)', *Journal of Electrical & Electronics, Engineering Faculty, Istanbul University, Vol.2, No.2, pp.547-553, 2002.*
- D.Y. Kaymak, Kontrollü akım taşıyıcılarda performans iyileştirme çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.
- H. Hakan Kuntman: Elektronik Elemanların Modellenmesi , (Telif Kitap) , İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1600, 1998.

#### BJT Model Parametreleri

```
.MODEL NR100N NPN (IS=121E-018 BF=137.5 VAF=159.4 IKF=6.974E-3 ISE=36E-16  
+ NE=1.713 BR=0.7258 VAR=10.73 IKR=2.198E-3 RE=1 RB=524.6 RBM=25 RC=50  
+ CJE=0.214E-12 VJE=0.5 MJE=0.28 CJC=0.983E-13 VJC=0.5 MJC=0.3 XCJC=0.034  
+ CJS=0.913E-12 VJS=0.64 MJS=0.4 FC=0.5 TF=0.425E-9 TR=0.425E-8 EG=1.206  
+ XTB=1.538 XTI=2)
```

```
.MODEL PR100N PNP (IS=73.5E-018 BF=110 VAF=51.8 IK=2.359E-3 ISE=25.1E-16  
+ NE=1.650 BR=0.4745 VAR=9.96 IKR=6.478E-3 RE=3 RB=327 RBM=24.55 RC=50  
+ CJE=0.180E-12 VJE=0.5 MJE=0.28 CJC=0.164E-12 VJC=0.8 MJC=0.4 XCJC=0.037  
+ CJS=1.03E-12 VJS=0.55 MJS=0.35 FC=0.5 TF=0.610E-9 TR=0.610E-8 EG=1.206  
+ XTB=1.866 XTI=1.7)
```



Şekil-1. Bipolar Negatif CCCII yapısı.

Her öğrenci kendisi için Tablo-1’de belirtilen çalışma akımı ile çalışacaktır.

Tablo-1.

Öğrenci No	Ad Soyad	$I_o(\mu A)$	Öğrenci No	Ad Soyad	$I_o(\mu A)$
504041203	Burak Üskül	10	504111122	Mustafa Haki Kozan	300
504092204	Burak Dünder	20	504111202	Çağlar Özdağ	350
504101200	Abolfazl TAHMASEBI INALLU	30	504111205	Hasip Terlemez	400
504101201	Arda Güney	40	504111206	Hilal Hilye Canbey	450
504101207	Elif Pınar Kesik	50	504111208	Mehmet Duman	500
504101209	Kenan Türksöy	60	504111210	Mehmet Emin Şahin	550
504101211	Mehmet Aygün	70	504111224	Zehra Gülru Çam	600
504101212	Mehmet Soybalı	80	504111227	Ayşe Özpehlivan	650
504101216	Murat Kuş	90	504111228	Cihan Akın	700
504101218	Oğuz Gonca	100	504111231	Tolga Kireççi	750
504101222	Özgür Ozan Yusufoglu	150	504111234	Ersin Alaybeyoglu	800
504101225	Ümit Kaçar	200	504111236	Harun Tuğal	850
504101234	Emre Göncü	250	504112201	Dinçay Akçören	900

**Tablo-2. Makromodel parametrelerinin belirlenmesinde yararlanılabilecek bağıntılar.**

$$R_{C1} = \frac{V_{Xmax} - V_{XM1}}{|I_{Xmax}|}$$

$$V_{C1} = V_{DD} - V_{XM1} + V_{\gamma}$$

$$I_{S1} = -I_{Xmax} \exp(-V_D/V_T)$$

$$R_{E1} = \frac{|V_{Xmin}| - |V_{XM2}|}{I_{Xmin}}$$

$$V_{E1} = V_{SS} - |V_{ZM2}| + V_{\gamma}$$

$$I_{S2} = I_{Xmin} \exp(-V_D/V_T)$$

$$R_{C2} = \frac{V_{Zmax} - V_{ZM1}}{|I_{Zmax}|}$$

$$V_{C2} = V_{DD} - V_{ZM1} + V_{\gamma}$$

$$R_{E2} = \frac{|V_{Zmax}| - |V_{ZM2}|}{|I_{Zmin}|}$$

$$V_{E2} = V_{SS} - |V_{ZM2}| + V_{\gamma}$$

$$k_2 = 1 - \frac{V_D}{r_{X1}|I_{Xmax}|}$$

$$k_3 = 1 - \frac{V_D}{r_{X1}I_{Xmax}}$$

$$C_Z = \frac{1}{2\pi f_{Z3dB} r_Z}$$

$$L_P = \frac{R_P}{2\pi f_P Q_P}$$

$$Q_P = \frac{f_P}{B}$$

$$C_P = \frac{Q_P}{2\pi f_P R_P}$$

$$C_Y = \frac{1}{2\pi f_{Y3dB} r_Y}$$