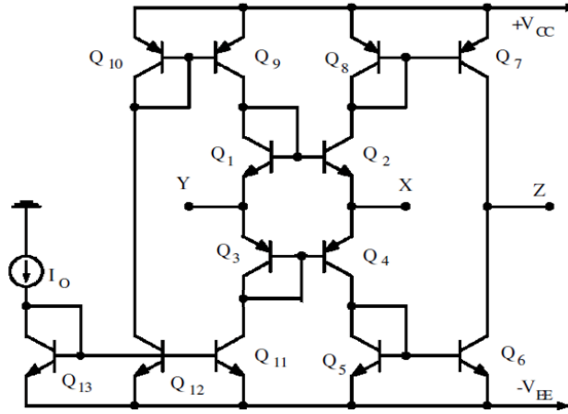


ELE 517
Yarıiletken Elemanların ve Düzenlerin Modellenmesi
2009-2010 Eğitim-Öğretim Yılı
Yılsonu Projesi

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



Şekil-1. Bipolar CCII+ yapısı

Verilen CCII+ 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:

- 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.
- 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.
- 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 karakteristiğini inceleyiniz.

AC karakteristikler:

- 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.
- 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, 26 Ocak 2010 Salı günü akşamına kadar** teslim edilecektir. Otomasyondaki sınırlama nedeniyle bu sürenin uzatılması mümkün değildir.

Kaynaklar:

- Minaei S., Çiçekoğlu, 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 CCIIs, *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 (CCCII)', *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)
```

Kutuplama Akımları

NO	Öğrenci Adı	Kutuplama Akımı I_0
504071221	Servet Ayok	20 μ A
504072210	Lalehan Candemir	30 μ A
504081201	Abdullah Usta	40 μ A
504081202	Ali Başpınar	50 μ A
504952002	Ramazan Köprü	60 μ A
504081236	Çağlar Kılıkçier	70 μ A
504091232	Ahmet R. Özcan	80 μ A
504091235	Cem Tunç	90 μ A
504091237	Elif Kaya	100 μ A
504091247	İmer Serbest	120 μ A
504091259	Sunay Güler	140 μ A
504092203	Berat Doğan	120 μ A

Parametreleri belirlemek üzere ilgili makaleden alınan tablo aşağıda verilmiştir.

Table V. Equations to calculate the macromodel parameters

$R_{C1} = \frac{V_{Xmax} - V_{XM1}}{ I_{Xmax} }$	$R_{E2} = \frac{ V_{Zmax} - V_{ZM2} }{ I_{Zmin} }$
$V_{C1} = V_{DD} - V_{XM1} + V_{\gamma}$	$V_{E2} = V_{SS} - V_{ZM2} + V_{\gamma}$
$I_{S1} = -I_{Xmax} \exp(-V_D/V_T)$	$k_2 = 1 - \frac{V_D}{r_{X1} I_{Xmax} }$
$R_{E1} = \frac{ V_{Xmin} - V_{XM2} }{I_{Xmin}}$	$k_3 = 1 - \frac{V_D}{r_{X1}I_{Xmax}}$
$V_{E1} = V_{SS} - V_{ZM2} + V_{\gamma}$	$C_Z = \frac{1}{2\pi f_{Z3dB}r_Z}$
$I_{S2} = I_{Xmin} \exp(-V_D/V_T)$	$L_P = \frac{R_P}{2\pi f_P Q_P}$
$R_{C2} = \frac{V_{Zmax} - V_{ZM1}}{ I_{Zmax} }$	$Q_P = \frac{f_P}{B}$
$V_{C2} = V_{DD} - V_{ZM1} + V_{\gamma}$	$C_P = \frac{Q_P}{2\pi f_P R_P}$
	$C_Y = \frac{1}{2\pi f_{Z3dB}r_Y}$