

ELE 517

Yarıiletken Elemanların ve Düzenlerin Modellenmesi

2015-2016 Eğitim-Öğretim Yılı Dönem Ödevi

Şekil-1'de görülen pozitif CMOS akım kontrollü ikinci kuşak akım taşıyıcı (CCCII+) yapısı için SPICE benzetim programında kullanılmak üzere bir makromodel oluşturulacaktır. Devre $\pm 0.9V$ '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_b 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, (Gerçek devre benzetimlerde $0.18 \mu m$ TSMC CMOS model parametrelerinin kullanılması önerilir).

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 ($V_x = f(V_Y)$).
- 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 ($I_x = f(V_Y)$).
- c- Z ucu açık devre (büyük dirençle kapatılmış) ve X ucu orta değerli bir R_x yükü ile kapatılmışken elde edilen $V_x - V_Y$ ve $V_z - V_Y$ gerilim geçiş karakteristiklerini ($V_x = f(V_Y)$ ve $V_z = f(V_Y)$) inceleyiniz.

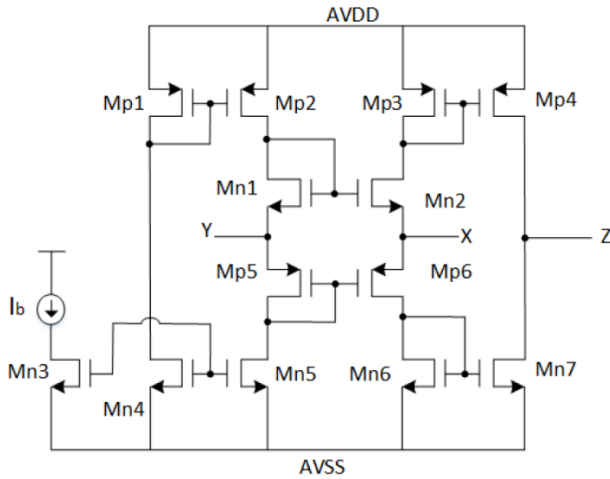
AC karakteristikler:

- 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 çıkaracağınız karakteristiklerden ve makromodelle 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, temel başarımları büyüklüklerini tablo halinde veriniz, 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, 22 Ocak 2016 Cuma günü saat 12:00'ye kadar teslim edilecektir. Otomasyondaki sınırlama nedeniyle bu sürenin uzatılması mümkün değildir.**

Kaynaklar:

1. M. Atasoyu, *Global farklı yer belirleme sistemleri için atık süzgeç uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.*
2. N. Tarım, B. Yenen, H. Kuntman: *Simple and accurate nonlinear current conveyor macromodel for simulation of active filters using CCII's, International Journal of Circuit Theory and Applications, 26, pp.27-38, 1998.*
3. 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.*
4. D.Y. Kaymak, *Kontrollü akım taşıyıcılarda performans iyileştirme çahşmaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.*
5. H. Hakan Kuntman: *Elektronik Elemanların Modellenmesi, (Telif Kitap), İTÜ Kütüphanesi, Sayı 1600, 1998.*



Transistor Boyutları

Transistörler	$W(\mu m)$	$L(\mu m)$
$M_{p1}-M_{p4}$	15	1
$M_{n1}-M_{n2}$	10	1
$M_{p5}-M_{p6}$	30	1
$M_{n3}-M_{n7}$	5	1

Şekil-1. CMOS pozitif CCCII+ yapısı [1].

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

Tablo-1. Kutuplama Akımları

Öğrenci No	Ad Soyad	Kutuplama Akımı I_b (μA)
504011254	Tigin Öztürk	--
504062202	Mustafa Cemal Kuşcu	10
504081219	Onur Kartal	15
504131223	Behnoosh Meskoob	20
504141208	Furkan Peker	25
504141213	Mehmet Cahit Özdemir	30
504141218	Nergiz Şahin	35
504141220	Rabia İrem Aksoy	40
504141223	Türker Unutmaz	45
504141235	Mustafa Zabun	50
504141237	Ramin Khayatzadeh	55
504151205	Ensar Vahapoğlu	60
504151212	Mehmet Eskin	65
504151219	Suat Kurt	70
504151221	Taner Işık	80
504152203	Halil Durmuş	90
504152207	Sercan Aygün	100
504152208	Şahin Baş	110
921530073	Lida Kouhalvandi	120
921530097	Melek Kurnaz Şerifoğlu	130

Tablo-2. Makromodel parametrelerinin belirlenmesinde yararlanılabilecek bağıntılar.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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