

# **ELE517**

## **Yarıiletken Elemanların ve Düzenlerin Modellemesi**

### **Ödev 3**

**Veriliş tarihi: 14.11.2012, (süre 2 hafta)**

LM324 işlemsel kuvvetlendiricisi için SPICE simülasyon programında kullanılmak üzere PEIC makromodeli oluşturulacak, **ayrıca PEIC makromodelinde bulunmayan fark ve ortak işaret giriş kapasiteleri modele** eklenecektir. Bunun için SPICE programı kütüphanesinde bulunan Boyle makromodelini kullanarak işlemsel kuvvetlendiricinin temel karakteristiklerini çıkartınız; elde ettiğiniz karakteristiklerden yararlanarak PEIC makromodelini oluşturunuz. Oluşturduğunuz makro modelin başarımını SPICE benzetimiyle ve Boyle makromodeli ile karşılaştırarak gösteriniz. (Besleme gerilimlerini uygun değerlerde kendiniz seçiniz.)

#### **DC karakteristikler:**

- 1-  $V_o$  geriliminin  $V_{IN}$  giriş gerilimiyle değişimi:** Bunun için çıkış ucunu açık devre ediniz yahut büyük değerli bir direnç ile kapatınız; faz döndüren (-) girişi referansa bağlayınız; faz döndürmeyen (+) girişine bir DC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın gerilimini uygun sınırlar içinde değiştiriniz.
- 2-  $I_o$  akımının  $V_{IN}$  giriş gerilimiyle değişimi:** Bunun için çıkış ucunu küçük değerli bir dirençle referansa bağlayınız, (1) de yapılması istenenleri bu durum için tekrarlayınız.
- 3-  $V_o$  geriliminin ortak giriş işareti ile değişimi:** Bunun için çıkış ucunu açık devre ediniz yahut büyük değerli bir direnç ile kapatınız; faz döndüren (-) ve faz döndürmeyen (+) girişlere ortak bir DC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın gerilimini uygun sınırlar içinde değiştiriniz.

### **AC karakteristikler:**

**4 (-) ucundan görülen Z- giriş empedansının frekansla değişimi:** Bunun için (+) ucunu referansa, çıkış ucunu bir direnç üzerinden referansa bağlayınız, (-) girişine 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansın uygun sınırlar içinde değiştiriniz.

**5- (+) ucundan görülen Z+ giriş empedansının frekansla değişimi:** Bunun için (-) ucunu referansa, çıkış ucunu bir direnç üzerinden referansa bağlayınız, (+) girişine 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz.

**6- Ortak işaret giriş empedansının frekansla değişimi:** Bunun için (-) ve (+) uçlarını paralel, çıkış ucunu bir direnç üzerinden referansa bağlayınız, girişe 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz.

**7- Çıkış ucundan görülen ZO empedansının frekansla değişimi:** Bunun için bunun için (+) ve (-) giriş uçlarını referansa kısa devre ediniz, çıkış ucuna 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz.

**8- vo/vin açık çevrim gerilim kazançının frekansla değişimi:** Bunun için (-) ucunu referansa bağlayınız, (1) de elde ettiğiniz geçiş eğrisinden bulacağınız dengesizlik gerilimini (+) girişe uygulayarak çıkış gerilimini sıfır potansiyeline getiriniz; çıkış ucunu bir dirençle referansa bağlayınız, (+) girişine 1V'luk bir AC gerilim kaynağı bağlayarak bu kaynağın geriliminin frekansını uygun sınırlar içinde değiştiriniz, dengesizlik gerilimi bu kaynağın DC bileşeni olarak verilmelidir.

**Önemli Not:** Tüm ac benzetimlerde girişe bu dengesizlik gerilimi verilerek çıkış geriliminin sıfır potansiyeline gelmesi ve devrenin uygun çalışma noktasında çalıştırılması sağlanmalıdır. Benzetimlerde istenen DC şartların sağlanıp sağlanmadığını görüp devam etmekte yarar vardır.

### **Zaman Bölgesi Analizi:**

9- Birim geribeslemeli kuvvetlendiricide girişe uygun genlik ve frekansta bir karedalga uygulayarak, çıkış işaretinin pozitif ve negatif yükselme eğimlerini belirleyiniz.

### **Ödevin hazırlanması:**

Yukarıda belirtilen yoldan hareketle çıkartacağınız karakteristiklerden yararlanarak makromodel parametrelerini belirleyiniz. Oluşturduğunuz makromodel yardımıyla SPICE simülasyonu ile elde edeceğiniz karakteristikleri, Boyle makro modeli kullanarak SPICE simülasyonu ile daha önce elde etmiş olduğunuz karakteristiklerle karşılaştırarak değerlendiriniz, aradaki farkları yorumlayınız. Hedeflenen amaca ne kadar yaklaştığınızı araştırınız. Ödev bittiğinde, Boyle makromodeli Peic makromodeline çevrilmiş olacaktır.

## **Kaynaklar**

1. *G.R. Boyle, B.M.Cohn, D.O. Pederson, and J.E. Solomon, Macromodeling of integrated circuit operational amplifiers, IEEE Journal of Solid-State Circuits, 9, 353-363, 1974.*
2. *R.V. Peic: Simple and accurate nonlinear macromodel for operational amplifiers, IEEE, JSSC, 26, 896-899, 1991.*
3. *H. Kuntman: Elektronik Elemanların Modellenmesi, Bölüm 6, İTÜ Kütüphanesi, 1998.*
4. *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.*