

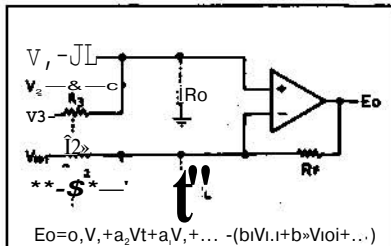


Bir işlemsel yükselteç ve dirençler kullanılarak toplama ve/veya çıkarma işlemlerinin gerçekleştirilmesinde, artık akım hatalarının (offset current errors) azaltılması için yükselteç girişlerinde eşit yükleme yapılması gerekir. Direnç değerleri, aşağıdaki yöntemle, bu koşul sağlanacak biçimde hesaplanabilir.

Şekil 1'de görülen genel toplama/çıkarma devresinin çıkış gerilimi

$$E_o = a_1V_{101} + a_2V_{202} + \dots - (b_1V_{101} + b_2V_{102} + \dots)$$

ile verilir.  $V_j$ ,  $V_{202}$ , ... gerilimleri  $R_1$ ,  $R_2$ , ... dirençleri üzerinden yükseltecin evinmeyen (noninverting) ucuna;  $V_{101}$ ,  $V_{102}$ , ... gerilimleri de  $R_{101}$ ,  $R_{102}$ , ... dirençleri üzerinden eviren (inverting) ucuna uygu-



Şekil 1.

**Toplama-çıkarma devresi:** Yükseltecin çıkış gerilimi giriş gerilimlerine, hangi uca uygulandıklarına ve direnç değerlerine bağlıdır. Yalnız bir yöntemle eviren ve evirmeyen uçlardaki yüklerin eşit olması sağlanabilir. Devrede  $R_Q$ ,  $R_L$  dengeleme dirençlerinden en çok birisi bulunabilir.

lanır.  $R_Q$  ya da  $R^{\wedge}$  dengeleme dirençleri,  $E_p$  ise geribesleme direncidir,  $a_1$ ,  $a_2$ , ... ve  $b_1$ ,  $b_2$ , ... katsayıları bu direnç değerleri ile belirlenir. Direnç değerleri aşağıdaki yöntemle kolayca hesaplanır:

1. Yükseltecin girişlerinde görünen  $R_p$  yük direnci için uygun bir değer seç. 5 kfi'luk bir  $R_p$  değeri, giriş kaynaklarını fazla yüklemeyen iyi bir bant genişliği sağlar.
2. Artı katsayıları topla ve  $Z_a$  ile göster.
3. Eksi katsayıları topla ve  $Z_b$  ile göster.
4.  $Z_a$ ,  $(1 + Z_b)$  den büyükse devrede  $R_L$  direnci bulunmalıdır (kazanç); küçükse  $R_Q$  direnci bulunmalıdır (zayıflatma).  $Z_a$  ve  $(1 + Z_b)$  eşitse ne  $R_Q$  ne de  $R_L$  kullanılır.
5.  $Z_a$  ve  $1 + Z_b$  değerlerinin büyük olanını (bu değer kapalı döngü kazancıdır)  $R_p$  ile çarparak  $R_p$  direnç değerini bul.
6.  $R_Q$  ya da  $R_{101}$ ,  $R_p$ 'yi.  $(1 + Z_b - Z_a)$  nin salt değerine bölerek bulunur.
7. Öteki dirençlerin değerleri,  $R_p$  ilgili katsayıya bölünerek bulunur. Örneğin,  $R_1 = R_p / a_1$ .

Bu işlem, aşağıda örneklerle açıklanmıştır.

**Örnek 1:** Şekil 2a'daki devrenin direnç değerleri  $R_p = 5$  kfi seçilerek aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned} Z_a &= 3,8 \\ 1 + Z_b &= 4,0 \\ (1 + Z_b) - Z_a &= 0,2 \quad (R_Q \text{ gerekli}) \\ R_p &= 4 \times 5 \text{ kfi} = 20 \text{ kfi} \quad (\text{Kapalı döngü kazancı } 4,0 \text{ dür.}) \\ 110 &= 20 / 0,2 = 100 \text{ kfi} \\ R_1 &= 20 / 0,3 = 66,7 \text{ kfi} \\ R_2 &= 20 / 2 = 10 \text{ kfi} \\ R_3 &= 20 / 1,5 = 13,3 \text{ kfi} \\ R_n &= 20 / 2 = 10 \text{ M} \\ R_5 &= 20 / 1 = 20 \text{ kfi} \end{aligned}$$

Bu değerler aşağıda doğrulanmıştır:

Evirmeyen ucun yük direnci :

$$R_1 // R_2 // R_3 // R_o = 5 \text{ kfi} = R_p$$

Eviren ucun yük direnci :

$$R_1 // R_2 // R_3 // R_o = 5 \text{ kfi} = R_p$$

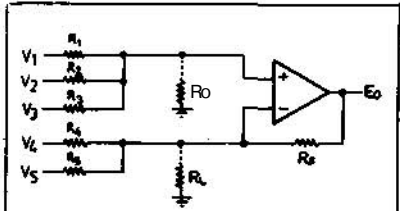
(Devrede  $R_L$  yok)

$V_1$  'ün katsayısı:

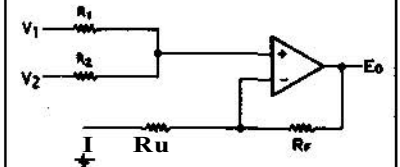
$$R_p / R_1 = 20 / 10 = 2$$

$V_1$  'in katsayısı:

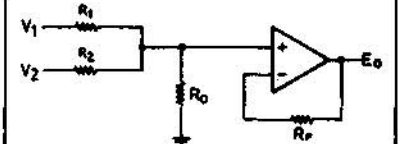
$$\frac{R_2 // R_3 // R_o}{R_1 + (R_2 // R_3 // R_o)} \times \frac{R_p}{R_1} = \frac{R_p}{R_1} = 0,3$$



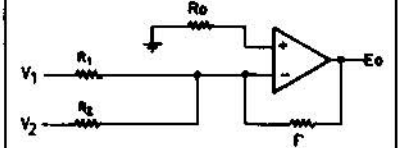
$$(a) E_o = 0,3V_1 + 2V_2 + 1,5V_3 - 2V_4 - V_5$$



$$(b) E_o = 0,6V_1 + 0,8V_2$$



$$(c) E_o = 0,1V_1 + 0,3V_2$$



$$(d) E_o = -0,3V_1 - 1,2V_2$$

Şekil 2.

örnek devreler: (a)da genel bir toplama-çıkarma devresi, (b) ve (c)de yalnız toplama devreleri, (d)de ise bir eviren toplama devresi görülmektedir. Direnç değerleri yazıda verilen örneklerde hesaplanmıştır.

**Örnek 2:**  $R_p = 5$  kfi seçilerek Şekil 2b'deki devrenin direnç delerleri,

$$1a = 1,4$$

$$1 + \epsilon b = 1,0$$

$$1a - (1 + \epsilon b) = 0,4 \text{ (} R_L \text{ gerekli)}$$

$$P_F = 1,4 \times 5 = 7 \text{ kfi}$$

$$R_L = 7/0,4 = 17,5 \text{ kfi}$$

$$P_1 = 7/0,6 = 11,7 \text{ kfi}$$

$$R_2 = 7/0,8 = 8,8 \text{ kü}$$

olarak bulunur. Bu durumda eviren ucun yük direnci  $R_L // R_F = 5$  kfi, evirmeyen ucun yük direnci  $R_1 // R_a = 5$  kfi,  $V_1$  için kazanç

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{R_F}{R_1 // R_2} = \frac{R_F}{R_1} = 0,6$$

$V_2$  için kazanç

$$\frac{R_1}{R_1 + P_2 R_1 // R_2} \times \frac{R_F}{R_2} = \frac{R_F}{R_2} = 0,8$$

**Örnek 3:** Şekil 2c'deki devrenin direnç değerleri  $R_p = 5$  kfi için

$$1a = 0,4$$

$$1 + Zb = 1,0$$

$$1 + T.b - Za = 0,6 \text{ (} R_C \text{, gerekli)}$$

$$R_F = 1,0 \times 5 = 5 \text{ kfi}$$

$$R_o = 5/0,6 = 8,3 \text{ kfi}$$

$$R_1 = 5/0,1 = 50 \text{ kn}$$

$$R_2 = 5/0,3 = 16,7 \text{ kfi}$$

olarak bulunur.

**Örnek 4:** Şekil 2d'deki devre için  $R_p = 5$  kU alınarak

$$Za = 0$$

$$1 + Sb = 2,5$$

$$1 + Ib - Ea = 2,5 \text{ (} R_Q \text{ gerekli)}$$

$$P_F = 2,5 \times 5 = 12,5 \text{ kfi}$$

$$R_1 = 12,5/0,3 = 41,7 \text{ kfi}$$

$$R_2 = 12,5/1,2 = 10,4 \text{ kfi}$$

olarak hesaplanır.

(D. Sheingoldt  
Electronics, 12 Haziran 1975)



Şekilde, laboratuvarında yapılabilen yalın ve ucuz bir evreölçer (phasemeter, fazmetre) görülmektedir. Gerekli araçlar, üç tane özdeş TMOY (tümle metaloksit yarıiletken, C-MOS), 4011 tümleşik devre, iyi bir gerilimölçer ve birkaç devre elemanıdır.

Evreölçere hem örneksel, hem de sayısal im uygulanabilir. Çalışma bölgesi 5 Hz'den birkaç MHz'e kadar uzanır.

Giriş imleri kendinden önerilimlemeli eviren yükselteçlerle (self-biased inverting amplifiers) yükseltildikten son-

ra, kare dalga biçimine sokulur. Kare dalgalar, herbiri bir tümleşik devre içeren iki ayrı devreye uygulanır.

Devrelerden ilki gerçek evreölçerdir, [Bu devre gerçekte yakın bir DİŞARAN YADA (exclusive or) devresidir.] Giriş iminin iki katı sıklığında devre çıkışı, dalgacıkların süzülmesi için bir RC devresinden geçirilir. Çıkış gerilimi, giriş imlerinin evre farkı ile orantılıdır. İmler aynı evrede ise çıkış gerilimi sıfır; 90° evre farkı varsa çıkış gerilimi

$(V_{DD} - V_{SS}) / 2$  evre farkı

varsa çıkış gerilimi  $V_{in} - V_{gs}$  dir. Çıkış gerilimi, değişken direnç yardımı ile istenen tam sapma değerine ayarlanabilir.

İkinci devre bir bellek hücresi olup hangi imin ileri evrede olduğunu gösterir. Birinci giriş ileri evrede ise  $D_1$  ışık yayan diyotu, ikinci giriş ileri evrede ise  $D_2$  ışık yayan diyotu yanar.

Giriş empedansı  $10^6 \Omega$  mertebindedir. Girişler, 1N914 diyotları ile aşırıgerilime karşı korunmuşlardır. Kaynak gerilimi önemli olmayıp, 3 ile 15V arasında herhangi bir değerde olabilir.

(M.G. Fishel  
Electronics, 1 Mayıs 1975)

**Evreölçer: Giriş imleri ilk tümleşik devre ile kare dalgaya dönüştürülür, ikinci devre çıkışında evre farkı ile orantılı bir gerilim elde edilir, üçüncü devredeki ışık yayan diyotlar hangi girişin ileri evrede olduğunu gösterir,**

