

# Emitörü Topraklı Bistabl Multivibratör

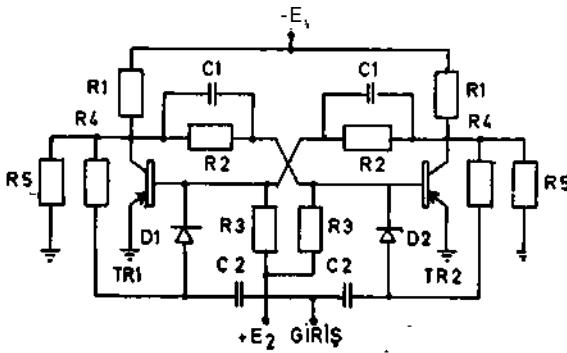
Yazan :  
Erdoğan GÜLTEKİN  
NORATOM A/S Oslo-Norvec

## ÖZET :

Bu yazıda emitörü topraklı transistorlu bistabl multivibratörün nasıl çalıştığı ve devre elemanlarının nasıl hesap edileceği izah edilmektedir.

## I – DEVRENİN ÇALIŞMASI :

Şek. 1 de görülen emitörü topraklı bistable multivibratör devresi bugünkü modern elektronikte en çok kullanılan devrelerden biridir. Devre girişe tatbik edilen her pozitif darbe için daha önceki sabit konumunu değiştirdiğinden ekseriyetle frekans bölücüsü olarak kullanılır.

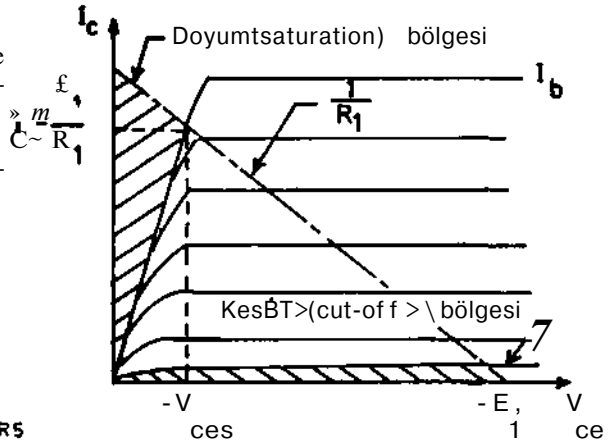


Şekil 1 — Transistorlu bistable multivibratör.

Şek. 1 deki  $R_5$  dirençleri multivibratörün yük dirençleridir.  $R_4$  direnci,  $C_2$  kondansatörü ve  $D_1$  diyodundan ibaret olan devre ise girişe tatbik edilen pozitif darbeleri o anda akım geçiren (doyma halindeki) transistöre yönelen tetikleme devresidir.

Bilindiği gibi bir transistorun emittör-taban diyodu ileri yönde biyas edilirse transistor akım geçirir. Bu anda tabana tatbik edilen  $I_b$  akımı  $I_c/\beta$  dan ( $\beta$  = kollektör taban akım kazanç faktörü) büyükse transistor doyma (saturation) bölgesine girer. (Şek. 2) ve kollektörden geçen akım maksimum değerini alır, bu anda kollektör emittör voltajı ise doyma voltajına ( $V_{cm}$ ) düşer.

Eğer emittör-taban diyodu ters yönde biyas edilirse, transistor akım geçirmez (kollektör kaçak akımı ( $I_{co}$ ) müstesna) ve kollektör-emittör voltajı  $-E_2$  güç kaynağı voltajına yükselir. Bu durumda transistor kesim bölgesinde çalışmaktadır.

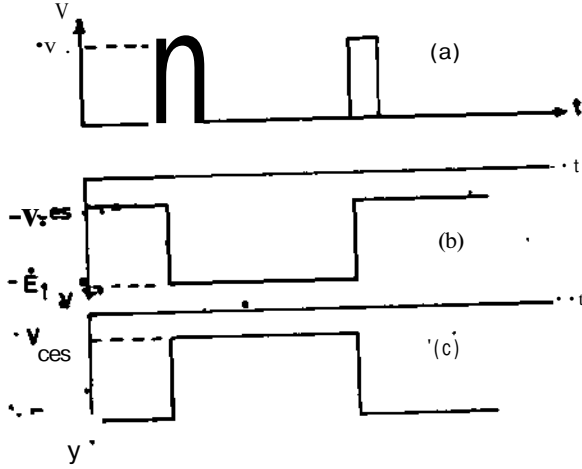


Şekil 2 — Transistor çalışma bölgeleri.

Şek. 1 de TR1 transistörü doyma (saturation) durumunda ise, kollektörü  $V_{ces}$  (takriben  $-0,5$  volt) değerinde bulunacağından  $R_2$  ve  $R_3$  dirençleri üzerinden TR2 transistörünün tabanına pozitif bir voltaj tatbik edilir, ve dolayısıyla TR2 transistörü kesim bölgesine girer. TR2 transistörü kesim bölgesinde iken kollektör voltajı  $-E_2$  değerine yükselceğinden, dolayısıyla diğer  $R_2$  ve  $R_3$  dirençleri üzerinden TR1 transistörünün tabanına negatif bir potansiyel tatbik edilir, dolayısıyla TR1 transistörü daha fazla doyma bölgesine girer. Bu operasyona yeniden yaratma, (regeneration) denir.

TR1 doyma, TR2 kesimdeki  $D_1$  diyodu ileri yönde biyas edildiğinden akım geçirilir,  $D_2$  diyodu ise ters yönde biyas edildiğinden akım geçirmez.

Multivibratörün girişine pozitif bir darbe tatbik edilirse (Şek. 3), pozitif  $v$  voltajı  $T_1$  diyodu tarafından doyma durumundaki TR1 transistörünün tabanına iletilerek TR1 transistörü doyma durumundan kesim durumuna sokulur. Dolayısıyla regenerasyon operasyonu ile TR2 transistörü de kesim durumundan doyma durumuna geçer. Transistörler bu yeni durumlarını ikinci bir pozitif darbe gelinceye kadar değiştirmezler ve ikinci pozitif darbe ilk önceki durumlarını elde ederler (Şek. 3).



Şekil : 3 — a) giriş darbesi b) TB1 kollektör voltajı  
c) TBZ kollektör voltajı.

## 2 — DEVRENİN HESABI:

Şek. 2 deki devrede devrenin normal çalışmasına en etken elemanlar  $R_1, R_2, R_3$  dirençleridir. Diğer elemanların devre üzerindeki etkisi şimdilik ihmal edilirse Şek. 4 deki devre elde edilir.

Şek. 4 deki devrede TRI transistörünün tabanına  $+v$  potansiyelinin tatbik edildiğini düşünelim,

o zaman taban akımı:

$$I_{b1} = v/r_{in} \dots (1) \text{ dir. } (r_{in} = \text{transistörün taban giriş direnci})$$

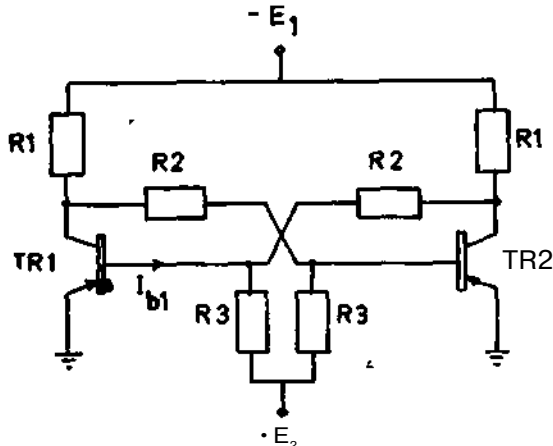
kollektör akımı:

$$I_{c1} = \beta I_{b1} \dots (2) \text{ olduğundan, ve kollektör voltajı ise}$$

$$V_{ce1} = I_{c1} R_1 \dots (3) \text{ olduğundan}$$

1, 2, 3 nolu denklemler birleştirilirse,

$$V_{ce1} = 3\beta v R_1 / r_{in} \dots (4) \text{ elde edilir.}$$



Şekil • 4 — Multivibratörün genel devresi.

$V_{ce1}$  voltajı  $R_2$  ve  $R_3$  dirençleri tarafından TR2 transistörünün tabanına iletiğinden, TR2 nin taban voltajı,

$$V_{b2} = \frac{\beta v R_1}{r_{in}} \cdot \frac{r_{in}/R_3}{r_{in}/R_3 + R_2} \dots (5) \text{ dir.}$$

(// = paralel)

iki transistör arasındaki regenerasyonun hasıl olabilmesi için lup kazancının,

$$\Lambda = V_{b2}/V_{b1} = V_{b2}/v > 1 \dots (6)$$

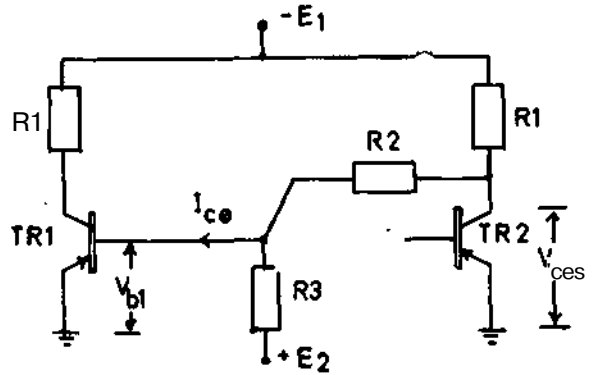
olması gerektiğinden  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri arasındaki lüzumlu bağıntı 6. ve 5. denklemlerden

$$\Lambda / SR_1 > R_2 \dots (7) \text{ olarak bulunur.}$$

$R_1$  ve  $R_2$  dirençleri arasındaki bağıntı bulduktan sonra,  $R_2, R_3$  ve  $R_1$  dirençleri arasındaki bağıntı transistörlerin kesim ve doyum bölgelerindeki çalışmalarını göz önüne alınarak bulunur.

a) Kesim durumu,

Şek. 4 deki TRI transistörü kesim (cut-off) durumunda ise devre şek. 5 deki halde gösterilir.



Şekil • 5 — TRI kesim, TR2 doyum halindeki devre.

Şek. 5 de TRI kesim durumunda olduğundan tabanından ters yönde  $I_{co}$  kollektör kaçak akımı geçer. TR2 ise bu anda doyumda olduğundan kollektör voltajı  $V_{ces}$  doyum voltajındadır.

Superposisyon teoremi TRI in tabanına tatbik edilirse TRI in tabanına tatbik edilirse TRI in taban voltajı,

$$V_{b1} = \frac{V_{ces}}{R_2 + R_1} + \frac{\Lambda V_{ce1}}{R_2 + R_1} - \frac{I_{co}}{R_2 + R_1} \dots (8)$$

elde edilir.

$$V_{b1} = I_{co} r'_{bb} + V_{ce1} \dots (9)$$

(burada  $r'_{bb}$  emittör-taban diyot direnci ve  $V_{ce1}$  emittör - taban diyodunun akım geçirmemesi için lüzumlu bias voltajıdır)

TR1 in kesim durumunda kalması için,

$$V_{b1} < V_{b2} \dots (10) \text{ olması lâzımdır.}$$

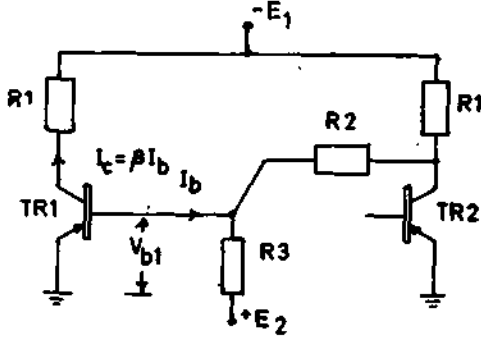
8 ve 9 nolu denklemler 10 nolu bağlantıda yerlerine konular ve gerekli sadeleştirmeler yapırsa,

$$R_2 \approx R_3 \left[ \frac{V_{ebc} + I_{co} r'_{bb} + V_{ces}}{E_2 - V_{ebc} - I_{co} (r'_{bb} + R_3)} \right] \quad (11)$$

elde edilir.

b) Doyum durumu:

TR<sub>1</sub> doyum, TR<sub>2</sub> kesim durumunda İken Şek. 6 daki devreden faydalanıu.



Şekil : 6 — TR<sub>1</sub> doyum TR<sub>2</sub> kesim halindeki devre.

TR<sub>2</sub> kesim durumunda olduğundan TR<sub>2</sub> nin kollektöründen geçen I<sup>^</sup> kaçak akımı İhmal edilirse TR<sub>1</sub> in taban voltajı superposisyon teoremi yardımıyla,

$$V_{bt} = \frac{E_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} + \frac{E_2 (R_1 + R_2) I_b R_3 (R_1 + R_2)}{R_x + R_2 + R_3} + \frac{I_b R_3 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (12)$$

olarak bulunur.

TR<sub>1</sub> in taban voltajı, doyum durumunda,

$$V_{bt} \approx -V_{br} \quad (13) \text{ olduğundan,}$$

(V<sup>^</sup>) emitör taban diyodunun İleri yönde biyas voltajı) 13 ve 12 nolu denklemler birleştirilirse,

$$R_2 \approx R_3 \left[ \frac{E_1 - V}{E_2 + V_{bt}} \right] \quad (14)$$

elde edilir. (Burada <sup>^</sup> takriben I/p ya eşittir)

Şek. 1 daki multivibratör devresinin pratik olarak tan hesapları aşağıda madde madde izah edilmektedir:

i — ilk önce mevcut imkânlarla E<sub>1</sub> ve E<sub>2</sub> güç kaynak voltajları tespit edilir. Ekseriyetle bu iki voltaj birbirine eşit alınır.

ii — Transistorun maksimum kollektör akımını aşmamak ve I<sup>^</sup> kaçış, akımının maksimum değerinden en az 25 defa büyük olmak üzere belirli bir kollektör akımı seçilir.

ül — Devrenin maksimum kaçış akımlarında dahi çalışabilmesi için aşağıdaki bağlantıdan belirli bir R<sub>3</sub> direnç değeri seçilir.

$$I_{con,ax} R_3 < E_2/5 \quad \dots \dots \dots (15)$$

iv — Kollektör akımı daha önceden tespit edildiğinden

$$R_1 = E_1/I_c \quad \dots \dots \quad (16) \text{ dan } R_j \text{ direnci bulunur.}$$

v — R<sub>j</sub> ve R<sub>j</sub> direnç değerleri 11 ve 14 nolu denklemlerde diğer transistor parametreleriyle beraber yerine konularak R<sub>2</sub> direncinin maksimum ve minimum limitleri bulunarak bu limitler arasında ortalama nominal bir R<sub>2</sub> direnç değeri tespit edilir.

VI — (jR<sup>^</sup>R<sub>j</sub> ... (7) bağlantısının transistorun minimum p değeri için sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilir eğer sağlanmıyorsa yeni I<sub>c</sub> ve R<sub>3</sub> değerleri tespit edilerek hesaplar tekrar edilir.

vii — Şek. 1 deki multivibratör R<sub>3</sub> gibi büyük direncini sürüyorsa 11 ve 14 denklemlerde E<sub>x</sub> voltajı E<sup>^</sup>/R<sup>^</sup>R<sub>3</sub> ile değiştirilmelidir.

viii — Tetikleme devresinin fonksiyonunu yapabilmesi için R<sub>4</sub>C<sub>2</sub> zaman sabitinin aşağıdaki bağlantıyı sağlaması lâzımdır. C<sub>2</sub> kapasitesi küçüldükçe giriş positif darbe voltajım arttırmak gerektiğini de unutmamak lâzımdır.

$$R_4 C_2 = I/f_{max} \quad \dots \quad (17)$$

(f<sub>max</sub> = maksimum giriş darbe frekansı)

ix — C<sub>j</sub> kapasitesi multivibratörün tabanındaki yük toplanmasına mani olarak, multivibratörün yükselme ve düşme zamanlarını azaltır.

C<sub>j</sub> kondansatörü bu fonksiyonu yapabilmesi için aşağıdaki bağlantıyı sağlaması lâzımdır.

$$C_j = \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3 f_{max}}$$

### 3 — SONUÇ :

Yukarıda izah edildiği şekilde hesaplar yapılır ve multivibratörün devre elemanları bulunur. Eğer bistabl multivibratörden herhangi bir dıgital çok sayıda kullanılmak İstenirse, o zaman daha sıhhatli bir hesap yapılabilmesi ve devrenin en kötü şartlarda dahi çalışabilmesi için 11 ve 14 nolu denklemlerin R<sub>2</sub> ve R<sub>3</sub> dirençleri X ve Y bilinmeyenleri kabul edilerek R<sub>3</sub> e değerler verilmek suretiyle R<sub>2</sub> bulunur ve R<sub>2</sub> X, R<sub>3</sub> Y eksenli olmak üzere bulunan değerlerin grafikleri çizilir. Aranan R<sub>2</sub> değeri R<sub>j</sub> nin doyum durumundaki eğrisiyle, R<sub>3</sub> nin kesim durumundaki eğrisi (Denk. 11, 14) arasındaki alandan tespit edilir.

/3 min, p maksimum I<sup>^</sup> değerleri ve transistorun V<sub>cbj</sub>, V<sub>cbc</sub>, C<sub>cej</sub> voltajları ve E<sub>x</sub> ve E<sub>2</sub> güç kaynak voltajları ve resltdans toleransları da 13 ve 14 nolu denklemlerde dikkate alınarak bu

toleranslar da ihtiva eden yeni eğriler çizilerek  $R_2$  direnci daha hassas olarak tespit edilir. Böylece multivibratörün en kötü şartlarda (mesela,  $I_m$  maksimum ve  $p$  minimum durumda) çalışması temin edilir.

Referanslar :

1 — «Transistor Circuit Design and Analysis» by E. Wolfendale, 1966 ed. Iliffe Pub. Co. London p. 221-253

2 — «The Transistor» by E. Wolfendale, 1963 ed - Heywood Ltd London p. m-136

3 — «T. I. Application Reports Vol I» Texas Instruments Ltd. p. 184-195 p. 114-123

4 — «Digital Technique Principles» Philips Computing Science series, 1965 Philips Gloelampenfabrik.

5 — «Switching Transistor Handbook» Motorola Inc.

## ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜNDEN

Gökçekaya Barajı ve Hidroelektrik Santrali için Generatör çıkışları satın alınacaktır.

... DSİ Genel Müdürlüğünce Ajnerika Birleşik Devletleri imalatçılarından 3 adet 105 MVA generatör gurubu için izole faz baraları fiat ve tekliif isteme suretile satın alınacaktır.

İhaleye iştirak etmek isteyenlerin belge almak üzere engeç 9 Şubat 1968 saat 17'ye kadar DSİ Barajlar ve Hidroelektrik Santraller Dairesi Başkanlığına (Şinasi Sokak, Çatal Han, Ulus, Ankara) müracaat etmeleri gereklidir.

Müracaat eden firmalar kendilerini ve imalatlarını tanıtan broşür ve katalogları ve 1950 senesinden bu güne kadar yaptıkları mümasil teçhizatı gösterir dokümanları dilekçelerine eklemelidirler.

Bu malûmata ilâve olarak müracaat edecek firmaların yukarıda belirtilen DSİ adresinden veya

Ebasco Services Inc.  
Attn. T. J. Cotter  
Two Rector Street  
New York, N. Y.

adresinden alacakları «Belge müracaat Formu» nu doldurarak 4 nüsha halinde dilekçelerine eklemeleri gereklidir.

Teklif evrakı belge almış olan firmalara Şubat 1968 ayı içinde gönderilecektir.

(Basm: A — 15521)

(EM — 595)