

# Bir Elektrik Devre Elemanı; Jiratör

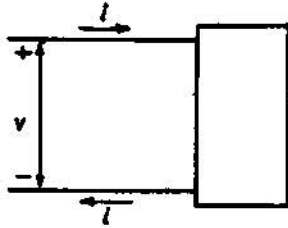
Prof. B. D. H. Tellegen

Çeviren : Yıldız LEBLEBİCİ

Y. Müh.

Pratik düşünce ile saf bilimsel yola meyleden düşünce arasında geleneksel bir çekişme vardır: ilki genellikle hemen faydalanılabilecek bilgi, ile ilgilendiği halde diğeri temelleri düşünür ve pratik adamın belki de lüzumsuz bulacağı sert düşüncelerle daha büyük bir açikük ve genelliğe ulaşmaya çalışır. Jiratörün Prof. Tellegen tarafından bulunması saf bilimsel metodun mühendisliğe yapabileceği hizmetin parlak bir misalidir: Jiratör başlangıçta hipotetik bir imkân, mükemmelliyetin hatırı için tarif edilmiş bir imkân olarak düşünülmüş, sonradan ve belki oldukça şaşırtıcı bir şekilde mikro dalgalar âleminin bir gerçeği olmuştur.

Devre elemanı adı verilen direnç, bobin ve kondansatörlerle teşkil edilen devreler elektrik mühendisliğinde çok kullanılır. Bu devre elemanlarının içinde ve bunların aralarında bir enerji dönüşümü ve alış veriş vardır. Dirençlerde elektriksel enerji ısı enerjisi şekline dönüşebilir; bobin ve kondansatörlerde enerji depo edilip sonra tekrar bırakılabilir. Devreler dışarı ile enerji alış verişini sağlayan uç (terminal) çiftlerine sahiptir. Bir uç çifti aralarında ani değeri  $v$  olan bir gerilimin bulunabileceği yahut içlerinden ani değeri  $i$  olan bir akımın akabileceği iki iletkenle ibarettir. (Şekil 1). Uç çifti



Şekil : 1 — Tefc uç çiftli devre

yolu ile bir  $dt$  süresi içinde devreye verilen enerji  $ivdt$  dir ve bu pozitif veya negatif olabilir. Devre, sayılan uç çiftlerinin sayısına eşit olmak üzere uçlardaki akım ve gerilimler arasında bağıntılar tayin eder. Meselâ devre bir  $R$  direncinden ibaretse bir uç çifti vardır ve bağıntı  $v=R i$  dir.

**Direnç, bobin ve kondansatörlerle teşkil edilen devreler :**

Kullanan için devre birinci derecede uç gerilimleri ve akımlar için yazılmış olan bağıntılar-

la karakterize edilir. Bu akım ve gerilimler arasındaki bağıntılar istenen bağıntılar olduğu müddetçe devrenin gerçek yapısı kullanan için ikinci derecede lüzumludur. O halde bu bağıntıların hangi takımlarının direnç, bobin ve kondansatörlerden ibaret devrelerle mümkün olacağını bilmenin büyük önemi vardır. Bütün mümkün bağıntı takımları bir depo teşkil eder ve bunları kullanacak olan istediğini seçebilir.

Tam bir depo yani mümkün bağıntı takımlarının tam bir listesini elde etmek için önce bağıntıların genel özelliklerine bakalım; bundan sonra bu özelliklere sahip her bağıntı takımı için direnç, bobin ve kondansatörlerden ibaret bir devre kurmanın mümkün olduğunu göstermeyi deneyebiliriz. Bu, direnç bobin ve kondansatörlerle kurulmuş devrelerle gerçekleştirilebilen bağıntı takımlarının gerek ve yeter şartlarının bulunmasını denemek şeklinde de ifade edilebilir.

Bağıntıların genel özellikleri bunların uç gerilimleri ile akımlarını birbirine bağlayan «sabit katsayılı lineer» diferansiyel denklemlerden ibaret olmaları yani zamana bağlı olmayıp sadece deneyi meydana getiren elemanların büyüklükleri ile belirtilmiş olmalarıdır. Ayrıca devrede herhangi bir enerji kaynağı yoktur; yani devre «pasif» dir. Diferansiyel denklemlerin katsayılarının bazı özellikleri devrenin pasif olması gerçeğinden çıkartılabilir. Meselâ özellikleri birinci mertebeden bir diferansiyel denklemle ifade edilen tek uç çiftli bir devre düşünelim. Bu durumda  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ve  $d$  sabit olmak üzere

$$a \frac{di}{dt} - f bi = c \frac{dv}{dt} + dv \dots \dots \dots (D)$$

yazılabilir. Devrenin pasifliğinden  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ve  $d$  nin işaretlerinin aynı olduğu gösterilebilir.

Uçları kısa devre edersek yani  $v = 0$  yaparsak akım

$$a \frac{di}{dt} - 4. bi = 0$$

denklemleriyle belirtilebilir. Bu diferansiyel denklemin çözümü  $C$  bir integrasyon sabiti olmak üzere

$$i = C e^{-\frac{b}{a} t}$$

dir. Pasifliğin sonucu olarak kısa devre edilmiş devrede akım sürekli olarak artmaz, o hal-

de a ve b nin işaretleri aynıdır. Benzer şekilde uçları açık devre ederek yani  $i = 0$  yaparak c ve d nin de işaretlerinin aynı olduğu gösterilebilir Doğru akım ve gerilimler için (1) denklemi

$$b_1 = d v$$

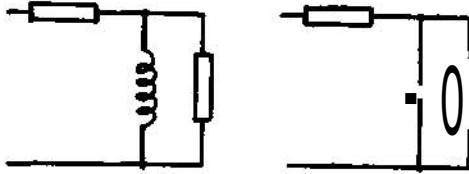
şeklinde basitleşir. Burada b/d oranı devrenin doğru akım direncini verir. Devre pasif olduğuna göre bu büyüklük pozitif yani b ve d nin işaretleri aynı olmalıdır.

Kolaylık için üç özelliği bir arada gruplayacak ve direnç, bobin ve kondansatörlerden kurulu devreleri karakterize eden bağıntı takımları lineer, sabit ve pasiftir diyeceğiz. Bir uç çiftine sahip devreler bahis konusu olduğu müddetçe bu özellikler yalnız gerek değil aynı zamanda yeterlidir. Brune göstermiştir ki<sup>1)</sup> «herhangi bir» lineer, sabit, pasif bağıntı direnç, bobin ve kondansatörlerden kurulmuş bir devre tarafından gerçekleştirilebilir, özel olarak (1)

denklemini biçimindeki bir bağıntının  $(\frac{a}{c} \gg \frac{b}{d})$

ise) iki direnç ve bir bobinden,  $(\frac{a}{c} \sim \frac{b}{d})$  İse)

iki direnç ve bir kondansatörden kurulmuş bir devre tarafından gerçekleştirilebileceği gösterilebilir. Bu iki devre de görülmektedir. Direnç bobin ve kondansatörlerden İbaret ve birden



Şekil : 2 — Tek uç çiftli ve birinci mertebeden devreler

fazla uç çifti olan herhangi bir devre için bağıntı takımının lineer, sabit ve pasif olmakla kalmayıp resiprosite diye bilinen özelliğe de sahip olması gerekir. Bu özelliği açıklamak için iki uç çifti olan bir devre alıp, uç gerilimlerini uç akımları cinsinden ifade edeceğiz, bu maksat için bağıntıları ani değerler cinsinden değil kompleks büyüklükler cinsinden yazmak daha uygun olur. Böylece :

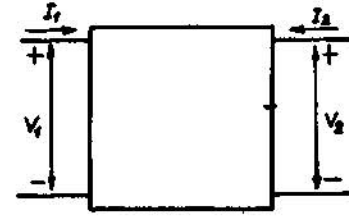
$$\begin{aligned} \mathbf{V}_1 &= \mathbf{Z}_{11} \mathbf{I}_1 - \mathbf{Z}_{12} \mathbf{I}_2 \\ \mathbf{V}_2 &= \mathbf{z}_{21} \mathbf{i}_1 + \mathbf{z}_{22} \mathbf{I}_2 \end{aligned} \quad \dots (2)$$

yazılabilir. Burada  $I_1, I_2, V_1$  ve  $V_2$  uç akımları ve gerilimlerinin kompleks değerleridir. Akım ve gerilimleri de gösterilmiş olan yönde alacak olursak daima

$$\mathbf{Z}_{21} = \mathbf{Z}_{12} \dots (3)$$

olacağı gösterilebilir.

- 1) O. Brune, J Math Phys 10, 191, 1931
- 2) M Bayard, Bull Soc franç Elect S, 497, 1949 ve BJ3 H Tellegen, J Math. Phys 32, 1, 1953.



Şekil • 3 — İM uç çiftli devre

Birinci uç çiftinden akan  $I_1$  akımı ve ikinci uç çiftinin arasındaki  $V_2$  gerilimi diğer iki büyüklük cinsinden ifade edilirse (2) bağıntısından

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{I}_1 &= \frac{1}{\mathbf{Z}_{11}} \mathbf{V}_1 - \frac{\mathbf{Z}_{12}}{\mathbf{Z}_{11}} \mathbf{I}_2 \\ \mathbf{V}_2 &= \frac{\mathbf{Z}_{21}}{\mathbf{Z}_{11}} \mathbf{V}_1 - \frac{\mathbf{Z}_{22}}{\mathbf{Z}_{11}} \mathbf{I}_2 \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

Yukarıdaki ikinci denklemde  $V_1$  in katsayısı birinci denklemdeki  $I_2$  nin katsayısının ters işaretlisine eşittir. (2) denkleminin katsayıları arasındaki (3) bağıntısı ile biraz evvel söylenen (4) denkleminin iki katsayısı arasındaki bağıntı resiprosite bağıntıları olarak bilinir.

Birden fazla uç çiftine sahip devreler için resiprosite özelliğine sahip herhangi bir lineer, sabit, pasif bağıntı takımının direnç, bobin ve kondansatörlerden İbaret bir devre tarafından gerçekleştirilebileceği Bayard ve değerleri tarafından gösterilmiştir<sup>2)</sup> Burada bağıntı takımları için söylenmiş olan özellikler gerektir ve aynı zamanda yeterlidir.

Böylece direnç, bobin ve kondansatörlerden kurulu devreleri gerçekleştirme müktedir bütün mümkün bağıntı takımları deposu tamamlanmış oluyor.

### Lineer, sabit ve pasif sistemler :

Bununla beraber yukarıda elde edilmiş olan sonuç tatminkâr değildir. Düşüncelerimizi laboratuvarlarda bulunmuş olan direnç, bobin ve kondansatörlere dayanarak yürüttük. Elektrik mühendisliği bu elemanları devrelerin kurulması için kabul edivermiştir. Bütün bunlarda keyfi ve tesadüfi birşeyler vardır. Devreleri kurmak için bu elemanları kullanmamız hakikaten lüzumlu mudur? Bu soruya müsbet cevap verilebilseydik, diğer bir soruyla yüz yüze gelecektik: Acaba başka elemanlar, laboratuvarında karşılaşmadığımız elemanlar düşünülebilir mi?

Bu soruları incelemek için bilinen devre elemanları ve bunlarla kurulmuş devrelerin esaslarından başlamayıp probleme bir başka yönden yaklaşmamız gerekir. Sadece uçlardaki akım ve gerilimler arasındaki bağıntılarla karakteri-

ze edilen uç çiftlerine sahip «kapalı kutuları» (black boxes) göz önüne almamız, bunların içi ile ilgilenmememiz gerekir. Bundan sonraki kısımda konuyu lineer, sabit, pasif sistemlerle sınırlıyacağız. Tabii sınırları daha az sıkı tutabiliriz: Meselâ içinde enerji kaynağı da olan sistemleri (amplifikatörler gibi aktif sistemler), değişken katsayıları lineer denklemlerle karakterize edilen sistemleri (değişken sistemler), yahut lineer olmayan denklemlerle karakterize edilen sistemleri (lineer olmayan sistemler) de göz önüne alabiliriz. Bu sistemlerin özellikleri yukarıda göz önüne alınmış olan devrelerin özelliklerinden oldukça farklıdır. Ve bunların tabiatları daha karmaşıktır. Bu sebeple bunları bir tarafa bırakacağız.

Şimdi «en basit» lineer, sabit, pasif sistem çeşitlerini bulmayı deneyelim. «Tarif olarak» bu en basit sistemlere devre elemanları diyeceğiz. Bu yoldan herhangi bir lineer, sabit, pasif sistemin bir devre olarak bunlarla gerçekleştirilebileceği bir takım devre elemanları takımına tam bir takım gözü ile bakabiliriz.

«En basit» sözcüğü ile ne kastettiğimizi belirtmek için, bizim kapalı kutularımızı sınıflamamız lâzım gelir. Bu işi uç çiftlerinin sayısına, bunları karakterize eden diferensiyel denklemlerin mertebelerine ve bunların elektriksel enerji harcamayı harcamadıklarına yani elektrik enerjisini ısıya dönüştürüp dönüştürmediklerine göre yapacağız. O halde ilk adım olarak tek uç çiftli, sıfıncı mertebeden ve elektriksel enerji harcamayan sistemlerle işe başlamamız gerekir. Bu sistemlerde devreye giren güç, herhangi bir anda sıfır yani  $i = 0$ ; dolayısıyla ya  $i = 0$  (açık uç çifti) veya  $V = 0$  (kısa devre edilmiş uç çifti) olmalıdır. Buradan bir devre elemanı çıkmaz. Sınıflamamıza uygun olarak, ikinci adım üç ayrı sınıf sistemin yani (1) tek uç çiftli sıfıncı mertebeden ve enerji harcamayan, (2) tek uç çiftli birinci mertebeden ve enerji harcamayan, (3) iki uç çiftli sıfıncı mertebeden ve enerji harcamayan sistemlerin incelenmesi olacaktır.

(1) Tek uç çiftli, sıfıncı mertebeden ve «enerji harcamayan» sistemler. Bu sistemler.

$$v = R i, R > 0 \dots\dots\dots (5)$$

şeklinde bir denklemlerle karakterize edilirler. Burada R in pozitif olması gerçeği, devrenin pasifliğinin yani  $i v$  nin pozitif olmasının bir sonucudur.

(2) Tek uç çiftli «birinci mertebeden» ve enerji harcamayan sistemler :

Tek uç çiftli ve birinci mertebeden sistemler (1) şeklinde bir denklemlerle karakterize edilirler. Gösterilebilir ki, eğer  $b = 0$  ve  $c = 0$  veya

$a = 0$  ve  $d = 0$  olursa bu, enerji harcamayan bir sistemi karakterize eder. O halde bu sistemler iki türdür. Birinci tür

$$V = L \frac{di}{dt}, L > 0 \dots\dots\dots (6)$$

şeklinde bir denklemlerle ve İkinci tür

$$i = C \frac{dv}{dt}, C > 0 \dots\dots\dots (7)$$

şeklinde bir denklemlerle karakterize edilir.

Yukarıda söylenenler şu şekilde çıkarılabilir. (1) bağıntısına uygun olan bir sistemin empedansı

$$Z = \frac{j\omega a + b}{j\omega c + d} \text{ dir.}$$

Sistemde enerji harcanmaması için bütün frekanslarda Z nin reel kısmı sıfır olmalıdır. Buradan  $ac = 0$  ve  $bd = 0$  çıkar,  $a = 0$  ve  $b = 0$ ;  $Z = 0$  ve  $c = 0$  ve  $d = 0$ ;  $Z = 0$  demek olacağından, bu çözümler hesaba katılmaz. Böylece ya c ve b nin ya da a ve d nin bir arada sıfır olması icabeder ve bu iki hal sırasıyla (6) ve (7) denklemlerini verir. Devrenin pasif olabilmesi için (evvelce gösterildiği gibi) a, b, c ve d nin işaretlerinin aynı olması gereklidir. Buradan  $L = a/d$  ve  $C = c/b$  nin pozitif olduğu sonucu çıkar.

Üçüncü sınıf en basit sistemi incelemeye önce, yukarıda bulunmuş olan (5), (6) ve (7) sistemlerine daha yakından bakacağız. Yukarıda belirtildiği gibi bunlara devre elemanları diyorum. Bunlar, fiziksel elemanlar olarak tarif edilmeyip denklemlerle tarif edilmişlerdir. Meselâ:

$$v = L \frac{di}{dt}$$

denklemlerinden bunun bir «bobin» i ifade ettiğini çıkaramayız. Bir süperkondüktör, iletimi sağlayan elektronların kütleleri hesaba katıldığında aynı denklemlerle karakterize edilebilir. Bu elektronların kinetik enerjileri bobininin magnetik enerjisi ile aynı anlama gelir.

«ideal» olarak tarif edilmiş olan üç devre elemanı ancak yaklaşık olarak gerçekleştirilebilirler. Meselâ (5) küçük dağılmış kapasiteli ve küçük şelf endüktansı bir dirençle, (6) küçük kayıplı ve küçük dağılmış kapasiteli bu şelfle ve (7) küçük şelf endüktanslı ve küçük kayıplı bir kapasite ile temsil edilebilir. (Bu sebeple denklemlerde R, L ve C sembolleri kullanılmıştır.)

Kullanan için, devre elemanlarının ne şekilde gerçekleştirildikleri ikinci derecede önemli

olan (5), (6) ve (7) ile verilen dış özelliklerdir. Bu, evvelce devreler için yapılmış olan hatırlatmaya benzer : Kullanan bunların iç yapıları ile pek az ilgilidir.

(3) «İki uç çiftli», sıfırına mertebeden ve enerji harcamayan sistemler :

Bu sistemlere, uç çiftleri yolu ile verilen toplam güç her an için sıfırdır. Yani  $I_1$ ,  $i_2$ ,  $V_1$  ve  $v_2$  uç akım ve gerilimlerinin anı değerlerini göstermek üzere ve bu büyüklükler için seçilen yönlerin Şekil 3 e uygun olduğu kabul edilerek

$$\hat{I}_1 v_1 + I_2 v_2 = 0$$

yazılabilir. Bu bağıntıdan :

$$i_x = -n i_2 \quad *j \quad \dots \dots \dots (8)$$

ve

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = -S \hat{I}_2 \\ v_2 = S i_1 \end{array} \right\} \dots \dots \dots (9)$$

denklemleri ile karakterize edilen iki çeşit sistem çıkar.

(8) ve (9) denklemleri şu şekilde çıkarılabilir. Sıfırına mertebeden iki uç çiftli bir sistem için, uç gerilimlerini uç akımları cinsinden ifade etmek istersek;

$$\left. \begin{array}{l} v_1 = a_{11} i_1 + a_{12} i_2 \\ v_2 = a_{21} i_1 + a_{22} i_2 \end{array} \right\} \dots \dots \dots (10)$$

yazabiliriz. Buradan;

$$i_1 v_1 + i_2 v_2 = a_{11} i_1^2 + (a_{12} + a_{21}) i_1 i_2 + a_{22} i_2^2 \dots \dots \dots (11)$$

çıkar. (10) bağıntısının enerji harcamayan bir sistemi göstermesi için, (11)  $i_1$  ve  $i_2$  nin bütün değerleri için sıfır olmalıdır. Böylece  $a_{11} = 0$ ,  $(a_{12} + a_{21}) = 0$ ,  $a_{22} = 0$  ve buradan (9) bağıntısı elde edilir.  $i_1$  ve  $i_2$  yi  $v_1$  ve  $v_2$  cinsinden veren denklemlerden hareket edilirse yine (9) bağıntısına varılır. Bununla beraber  $v_1$  ve  $v_2$  nin  $i_1$  ve  $i_2$  cinsinden (yahut  $i_1$  ve  $i_2$  nin  $v_1$  ve  $v_2$  cinsinden) ifade edilemeyeceği sistemler düşünülebilir,  $i_1$  ile  $i_2$  ve  $v_1$  ile  $v_2$  arasında yazılan bağıntılarla karakterize edilen sistemler böyledir. Bunlarda  $i_1$  ve  $i_2$  yahut  $v_1$  ve  $v_2$  bağımsız değişkenler olarak seçilemez. Bu sistemleri incelemek için  $i_1$  ve  $v_2$  yi  $v_1$  ve  $i_2$  cinsinden (yahut  $V_1$  ve  $i_2$  yi  $i_1$  ve  $v_2$  cinsinden) ifade eden denklemlerden hareket edilebilir ve bu yoldan (8) bağıntısına ulaşılabilir.

Böylece bulunan (8) ve (9) sistemlerini iki yeni devre elemanı olarak kabul edeceğiz. (8) sistemine ideal «transformatör» adı verilmiştir. (9) sistemi için ideal «jirator» adını teklif ettik. (5), (6), ve (7) için yapılan gözlemlerin benzerleri bu iki sisteme de tatbik edilebilir.

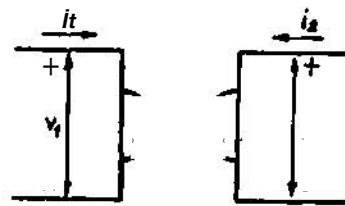
3) B D H Tellegen Philips Res. Rep 3. 81. 1948  
4) H G. Beljers, P M l i p s Tech. Rew.

İdeal transformatör, sıkı kuplajlı küçük kapalı ve büyük şelf endüktanslı iki bobinle temsil edilebilir. Bu hakikatte transformatör kavramının orijini teşkil etmiştir. Aynı kavrama ulaşmak için şimdi takip etmekte olduğumuz yol, ideal transformatörü neden ayrı bir devre elemanı olarak almamız gerektiğini gösterir. Resiprosite hakkında söylenenlerle (4) denkleminde ideal transformatörün de, bu özelliğe sahip olduğunu görürüz, ideal jirator ise (2), (3) ve (9) bağıntılarının karşılaştırılmasından açıkça görülebileceği gibi resiprosite özelliğine sahip «değildir». O halde, yukarıda gördüğümüz gibi direnç, bobin ve kondansatörlerden kurulu bir tertip daima resiprosite özelliğine sahip olduğundan, jiratorü bunlarla temsil etmek imkânsızdır. Jiratorün gerçekleştirilmesi için başka fiziksel yollar gereklidir. Bunlardan biri, ferromagnetik malzeme içindeki jromagnetik olaylardan faydalanma yolu, bu derginin başka bir sayısında açıklanacaktır. 4)

Jiratorün, devre elemanları takımına ilâve edilmesi, uç gerilimleri ile akımları arasında yazılması mümkün olan bağıntıların sayısını artırır. Bu artış lineer, sabit, pasif sistemler için resiprosite şartını zorunlu almayarak işe başlamamız sayesinde mümkün olmuştur. (9) sisteminin lineer, sabit ve pasif olduğu halde resiprosite özelliğine sahip olmaması, bu özelliğin lineerlik, sabitlik ve pasifliğin bir sonucu olduğunu gösterir.

Jiratorün bazı özellikleri :

İdeal jirator, bir akımı bir gerilime çevirmek ve bunun tersini yapmak özelliğine sahiptir. Direnç boyutunda olan  $s$  katsayısına jirasyon direnci ve  $1/s$  e de jirasyon iletkenliği diyoruz. Jiratorü devre şemalarında Şekil 4 deki sembollerle göstereceğiz.

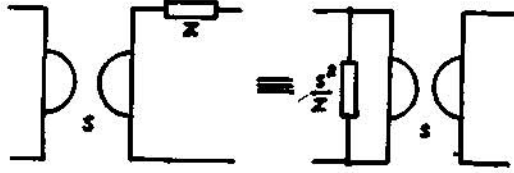


Şekil • 4 — Jiratorün sembolü

İdeal jiratorün aşağıdaki özellikleri (9) dan kolayca çıkarılabilir.

Eğer çıkış uçlarını açık devre eder yani  $i_2 = 0$  yaparsak, giriş uçları kısa devredir yani  $v_2 = 0$  dir ve bunun tersi de doğrudur. Çıkış uçları arasına bir L şelfi veya bir C kapasitesi bağlarsak, giriş uçlarından bir L  $S^{-1}$  kapasitesi

yahut ikinci hal için bir  $S^2C$  endüktansı görürüz. Genel olarak çıkış uçları arasında bir  $Z$  empedansı bağlarsak, giriş uçlarından bir  $S^2/Z$  empedansı görürüz. Çıkış uçlarına seri veya paralel bir  $Z$  empedansı, giriş uçlarına paralel veya seri bir  $S^2/Z$  empedansı ile eşdeğeridir. (Şekil 5).



Şekil : 5 — Bir ideal jiratorun uç çiftlerinden, birine sen bağh bir empedans, diğer uç çiftlerine paralel bağh başka bir empedansa eşdeğerdir.

Kaskat bağh iki ideal jirator bir ideal transformator; kaskat bağh bir ideal jiratorle bir ideal transformator başka bir ideal jirator teşkil eder.

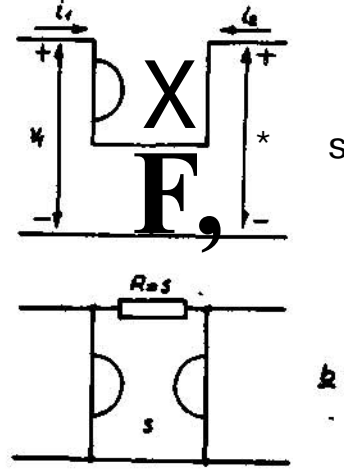
Bir jiratorle bir direncin Şekil 6-a daki gibi bağlanması

$$\begin{aligned} v_1 &= R i_1 + (R - s) i_2 \\ v_2 &= (R + s) i_1 + R i_2 \end{aligned} \quad (12)$$

bağıntısını gerçekleyen bir sistem verir. Böylece bir girişi çıkışı uçları arasında bir  $(R + S)$   $i_1$  gerilim bileşeni doğurur ve bir  $i_2$  çıkış akımı giriş uçları arasında bir  $(R - s)$   $i_2$  gerilim bileşeni doğurur.  $R = s$  ise sonuncu bileşen sıfır olur ve giriş gerilimi çıkış akımından bağımsız ve sadece giriş akımına bağh bulunur. Bu du-

rumda sistemin sadece giriş tarafından çıkış tarafına doğru yani bir yönde iletildiği söylenebilir. Şekil 6-b de görülen sistem de benzer özelliklere sahiptir ve bu, uç akımlarını uç gerilimleri cinsinden veren denklemlere yazılarak kolayca gösterilebilir.

Bu beş ideal lineer, sabit pasif devre elemanına ilave edilebilecek başka eleman yoktur. Oono ve Yasuura herhangi bir lineer, sabit, pa-



Şekil : 6 — Tek Yönlü (Uni-directional) yani işareti yalnız bir yönden geçiren devreler.

sif sistemini beş devre elemanı kullanılmak suretiyle bir devre olarak gerçekleştirilebileceğini göstermişlerdir<sup>5)</sup>. O halde bu beş ideal devre elemanı tam bir takım teşkil eder.

(Bu yazı Philips Technical Review, Vol. 18 No : 4-5 den çevrilmiştir)

5; V. Oono ve K. Yasuura, Mem. Fac. Engng, Kyushu Univ. 14, 124, 1954. Ve Ann. T6le-comm. 9, sayfa 73 - 109, 1954.

**KONFERANS**

26 - Kasım - 1964 Perşembe günü saat 16.00 da imar iskân Bakanlığı Konferans Salonunda «DEUTSCHES ATOMFORUM» üyesi Y. Mühendis Dr. Muammer Çetinçelik tarafından «FEDERAL ALMANYA'da ATOM ÇALIŞMALARı» konusunda bir konferans verilmiştir. Odamız tarafından tertiplenen bu konferans ilgi ile izlenmiştir.

**MÜHENDİS ARANIYOR**

Sultanhisar Belediyeler Birliği Başkanlığından

15 kV. luk Enerji nakil hattı ile Trafo Postalarının bakım ve mesuliyetini deruhte edecek bir Elektrik Mühendisine ihtiyaç vardır.

İstiklilerin Sultanhisar, Atça ve Yenipazar Belediyeleri Birliği Başkanlığına müracaat etmeleri rica olunur.