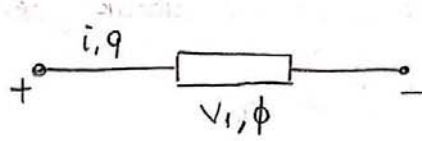


HAFTA 2-2

2 uçlu Devre Elemanları (Öğeleri)



i : Akım
 V = gerilim
 q = yük
 ϕ = akı

Şekilde gerilim ve akım referans yönleri uyumlu seçilen 2 uçlu devre elemanı gösterilmiştir. Bu elemanın akımı i , yükü q gerilimi V , akısı ϕ ile gösterilmiştir.

2 uçlu devre elemanı
 $(x, y) \in \left\{ \overbrace{(V, i)}^{\text{direnc için}}, \overbrace{(q, V)}^{\text{sigac için}}, \overbrace{(\phi, i)}^{\text{bobin için}} \right\}$

biçiminde tanımlanan x ve y büyüklüklerinden ve de $f(x, y, t)$ ile gösterilen reel ve cebrik fonksiyonlardan yararlanılarak tanımlanır.

Her t için $f(x, y, t) = 0$ bağıntısı sağlanıyorsa elemana 2 uçlu devre elemanı ve $f(x, y, t) = 0$ bağıntısının da 2 uçlunun tanım bağıntısı veya uç denklemi denir.

Zamanla Değişmeyen 2 uçlu Devre Elemanı

Tanım bağıntısı $f(x, y) = 0$, içinde t içermiyorsa 2 uçlu elemana zamanla değişmeyen 2 uçlu devre elemanı denir.

$$2x - y + 1 = 0$$

$$y - 0,001e^{x/0,025} = 0$$

} → Tanım bağıntısı $f(x, y) = 0$ şeklinde olduğundan zamanla değişmeyen 2 uçlu devre elemanıdır.

Zamanla Değişen 2 uçlu Devre Elemanı

Tanım bağıntısına t değişkeni parametre olarak girer.

$$(1 + \cos(10t))x - 3y + \sin(10t) = 0$$

zamanla değişen.

X- yada y- Kontrollü 2 uçlu devre elemanı

a-) $y = y(x, t)$ yada $y = y(x)$ biçiminde yazılabiliyorsa elemana x kontrollü 2 uçlu devre elemanı;

b-) $x = x(y, t)$ yada $x = x(y)$ biçiminde yazılabiliyorsa elemana y kontrollü 2 uçlu devre elemanı;

c-) Hem $y = y(x, t)$ hemde $x = x(y, t)$ biçiminde yazılabiliyorsa elemana x ve y kontrollü 2 uçlu devre elemanı denir.

geçen yıl notlarında var.

Çift Yönlü 2 uçlu Devre Elemanı (örn : direnç, bobin, sığac)

Eğer (x, y) çifti ögenin tanım bağıntısını sağlıyorken

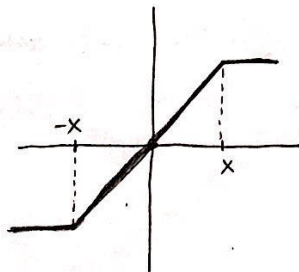
$(-x, -y)$ çifti de tanım bağıntısını sağlıyor ise o öge

çift yönlü 2 uçlu devre elemanıdır denir.

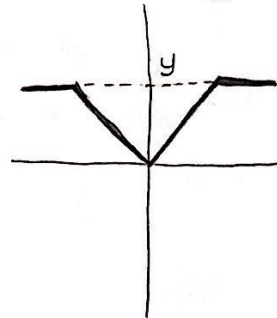
$$f(x, y, t) = 0$$

$$f(-x, -y, t) = 0$$

Devrede böyle ögelerin uçları ters çevrildiğinde herhangi bir şey değişmez. Devrenin çözümü aynı kalır.



çift yönlü



Tek yönlü

Tek Yönlü 2 uçlu Devre Elemanı (örni: diyot)

$(-x, -y)$ çifti 2 uclunun tanım bağıntısını sağlamıyor ise 2 uçlu devre elemanına tek yönlü 2 uçlu devre elemanı denir.

$$\begin{aligned} f(x, y, t) &= 0 & y - \frac{x^2}{1+x^2} &= 0 \\ f(-x, -y, t) &\neq 0 \end{aligned}$$

Doğrusal (Linear) Zamanla Değişen 2 uçlu Devre Elemanı

Tanım bağıntısı $m(t)x + n(t)y = 0$ biçiminde yazılabilen lineer elemana lineer zamanla değişen 2 uçlu devre elemanı denir.

$$[10 + 0,1 \sin(5t)]x - y = 0$$

$$[5 + 5u(t)]y - 10x = 0$$

Grafığı çizildiğinde ikiside orjinden geçer.

Doğrusal (Linear) Zamanla Değişmeyen 2 uçlu Devre Elemanı

Tanım bağıntısı lineer 2 uclunun tanım bağıntısı biçiminde yazılamıyorsa 2 ucluya lineer olmayan 2 uçlu devre elemanı denir.

$$y - 10^{-6} e^{4x} = 0$$

$$3\sqrt{x(t)} + 2y^2(t) = 0$$

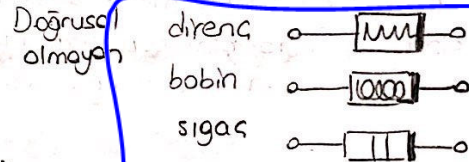
Doğrusal 2 uclunun Özellikleri

1-) Çarpımsallık Özelliği:

(x, y) çift lineer elemanlarının tanım bağıntısını sağlıyorsa ve (α) parametresi sıfır olmayan reel bir sayı ise $(\alpha x, \alpha y)$ çiftide lineer elemanın tanım bağıntısını sağlar.

$$m(t).x + n(t).y = 0$$

$$m(t).\alpha x + n(t).\alpha y = 0$$



Doğrusal olması için 1 ve 3. öz. kesinlikle olsun istiyoruz.

2-) Gıft Yönlü Olma Özelliği

$$m(t) \cdot x + n(t) \cdot y = 0$$

$$m(t) \cdot (-x) + n(t) \cdot (-y) = 0$$

3-) Toplamsallık Özelliği

(x_1, y_1) ve (x_2, y_2) gıfti lineer elemanın tanım bağıntısını sağlıyorsa ve α ve β parametreleri birer reel sayı ise

$(\alpha x_1 + \beta x_2, \alpha y_1 + \beta y_2)$ gıftide lineer elemanın tanım bağıntısını sağlar.

$$m(t) \cdot x_1 + n(t) \cdot y_1 = 0$$

$$m(t) \cdot x_2 + n(t) \cdot y_2 = 0$$

$$m(t) [\alpha x_1 + \beta x_2] + n(t) [\alpha y_1 + \beta y_2] = 0$$

4-) Öteleme Özelliği

$(x(t), y(t))$ ise

$(x(t-\tau), y(t-\tau))$ gıftide elemanın tanım bağıntısını sağlar.

$$m x(t) + n y(t) = 0$$

$$m x(t-\tau) + n y(t-\tau) = 0$$

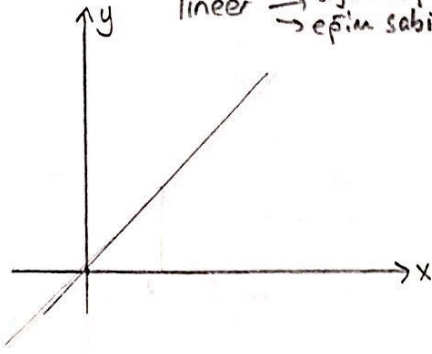
Özeğri ve Özeğri Ailesi

2 uclunun $f(x, y, t) = 0$ ile verilen tanım bağıntısında t 'nin sabit olması durumunda $y-x$ veya $x-y$ düzleminde bir eğri tanımlar. Bu eğriye 2 uclunun özeğrisi denir.

t 'ye değişik değerler verilerek $(x-y$ veya $y-x$ düzleminde) birden fazla eğri çizilebilir. Böylece elde edilen eğri ailesine özeğri ailesi denir.

zamanla değişmeyen \rightarrow eğim sabit. tek doğru varsa

lineer \rightarrow orjinden geçer
 \rightarrow eğim sabit.

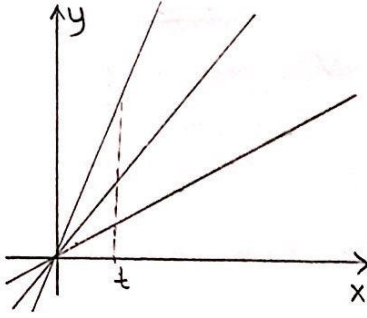


özgüridir.

çift yönlü zamanla değişmeyen

(doğrusal bir öğeye ait özgüri grafiği)
doğrusal

(Sadece bir değeri var. 5 alabilir 2 alabilir)



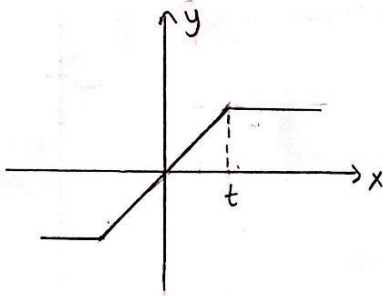
* özgüri ailesi

* çift yönlü

* zamanla değişen

* doğrusal

Not: t ile değiştiğinden eğri ailesi.

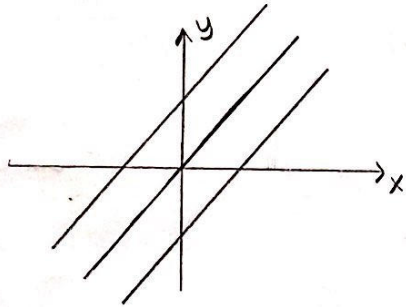


özgüri

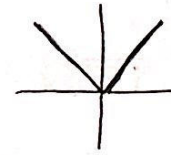
çift yönlü zamanla değişmeyen

parça parça doğrusallık

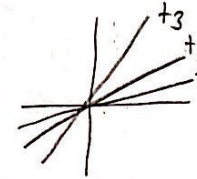
(t zamanına kadar doğrusal sonrasında değil)



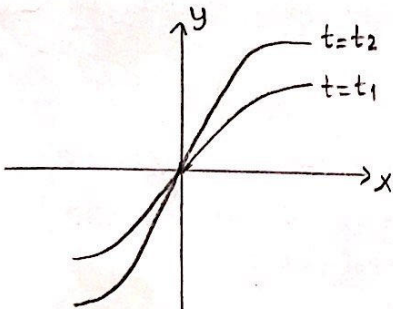
doğrusal değil
(sadece bir tanesi
orjinden geçiyor.
Zamanla
değişen)



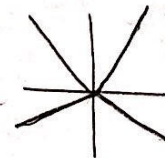
- özgüri
- doğrusal değil
- tek yönlü
- zamanla değiş-
meyen.



- özgüri ailesi
- doğrusal
- zamanla
değişen
- çift yönlü



- özgüri ailesi
- doğrusal değil
- zamanla değişen
- çift yönlü

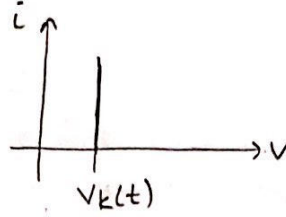
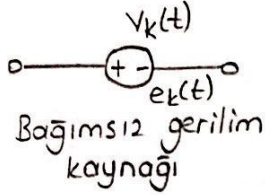


- özgüri ailesi
- doğrusal değil
- tek yön
- zamanla
değişen

2 uçlu Devre Elemanları

1. Bağımsız Gerilim Kaynağı

$V = V_k(t)$ bağıntısı ile tanımlanan iki uçluya bağımsız gerilim kaynağı denir.
(+) ve (-) işaretleri gerilimin referans yönünü gösterir.



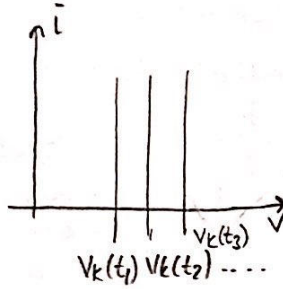
← Bir t anı için
özgri

ÖRN: $V(t) = 3V$

tek yönlü
doğrusal değil → orjinden
zamanla değişmeyen geçmiyor.

İdeal bir bağımsız gerilim kaynağının uçları arasındaki gerilim kendisinden geçen akıma bağlı değildir.

Özgri ailesi i -eksenine paralel doğrulardan oluşur.

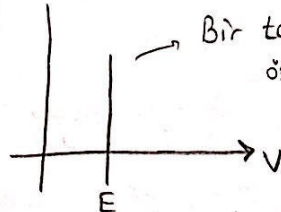
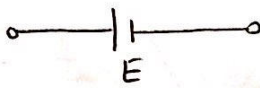


← değişik t zamanları için özgri ailesi

- * Tek yönlü
- * Zamanla değişen
- * Doğrusal değil

ÖRN: $V(t) = 5 \sin(10t)$

Gerilim $V_k(t) = E$ gibi sabit bir reel sayı ise bağımsız gerilim kaynağına doğru gerilim kaynağı denir.



← Bir tane çizgi olduğu için
özgri ailesi tanımlayamıyoruz.

Doğru gerilim kaynağı zamanla değişmeyen bir elemandır.

$\omega(t) = \int V_k(t) \cdot i(t) dt < 0$ olduğu için aktif bir elemandır.

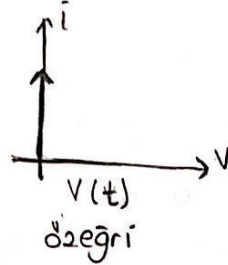
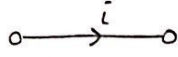
Güç < 0 olduğunda devreye enerji verir.

* Bağımsız gerilim kaynaklarından oluşan kapalı çevre bulunamaz.

* Gerilim $V_k(t) = V_m \sin(\omega t + \alpha)$ ise sinüsoidal gerilim kaynağıdır.

(**) Bir devrenin ağaç giriş çıkışına bağımsız gerilim kaynakları dal seçilir. ✗

2- Kısa Devre Elemanı



Akımı ne olursa olsun gerilimi sıfır olan bir devre elemanıdır. Zamanla değişmeyen bir elemandır. Çünkü özgri ailesi tek bir özgriden oluşur. Kısa devre elemanının anı gücü 0'dır. Bu nedenle pasif ve bağımsız bir elemandır.

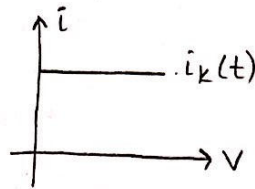
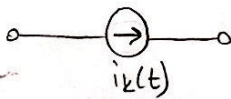
Bağımsız gerilim kaynağının gerilim $V_k(t) = 0$ olduğu durumda kısa devre elemanı ile bağımsız gerilim kaynağının tanım bağıntıları aynı olur.

$$i(t) \neq 0 \quad V(t) = 0 \Rightarrow w = i(t) \cdot V(t) = 0 \text{ olduğundan pasif ve kayıpsızdır.}$$

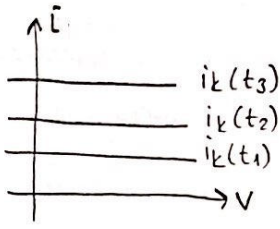
* Ağaçta giriş yada dal olabilir.

3) Bağımsız Akım Kaynağı

$i(t) = i_k(t)$ tanım bağıntısıyla gösterilir.



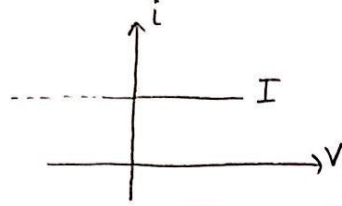
Bağımsız akım kaynağının verdiği akım uçları arasındaki gerilime bağlı değildir.



zamanla değişen
tek yönlü

Özgeçir ailesi V eksenine paralel doğrulardan oluşur.

$i_k(t) = I$ gibi sabit bir reel sayı ise bağımsız akım kaynağına doğru akım kaynağı denir.



Zamanla değişmeyen bir elemandır.

④ Bağımsız akım kaynakları devre ağacında giriş olarak seçilir.

$i_k(t) = I_m \cdot \cos(\omega t + \beta)$ biçiminde ise sinusoidal akım kaynağıdır.

* Bir devrede yalnız akım kaynaklarının bulunduğu düğüm yada kesit seçilemez.

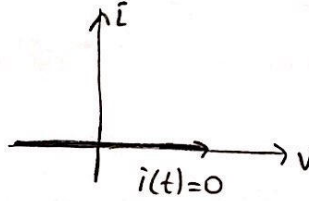
④ Açık Devre Elemanı

$i(t) = 0$ bağıntısı ile tanımlanır.



$$i(t) = 0 \quad v(t) \neq 0$$

açık devre elemanı



* Gitt yönlü

* Doğrusal

* Zamanla değişmeyen

$P(t) = 0$ dir. Bu nedenle pasif ve kayıpsız bir devre elemanıdır.

Devre ağacında giriş veya dal olabilir.

⑤ Lineer Zamanla Değişmeyen Direnç Elemanı

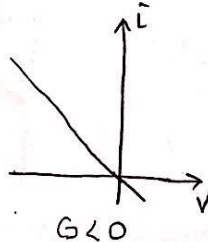
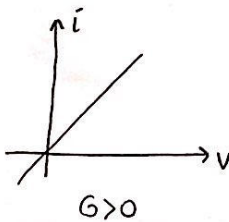
$$V(t) = R \cdot i(t)$$

$$i(t) = G \cdot v(t)$$

$$R = \infty \rightarrow \text{açık devre}$$

$$R = 0 \rightarrow \text{kısa devre}$$

SINAV SORUSU.



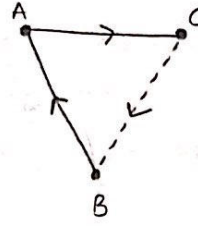
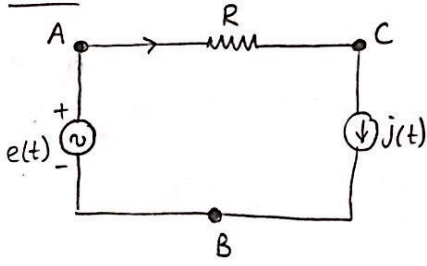
t anındaki ani güç

$$P_e(t) = V(t) \cdot i(t) = R \cdot i^2(t) = G \cdot v^2(t)$$

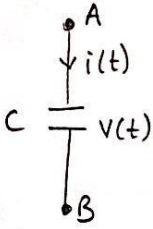
pasif bir elemandır.

* Devrede dirençler ister dal ister giriş seçilebilir.

ÖRN:



⑥ ideal Sığaç Devresi



$$q = C.V$$

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt} (C.V)$$

↓
sabit

$$i = C \cdot \frac{dV}{dt} \quad i = C \cdot DV \quad V = \frac{1}{C} D^{-1} i$$

Bu derse

$D \rightarrow$ türevi

$\frac{1}{D} = D^{-1} \rightarrow$ integrali gösterecek.

bu formüller
bilinmek
zorunda.

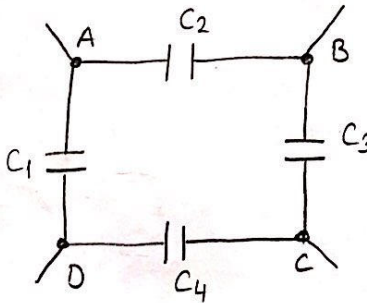
$$V(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t) \cdot dt$$

$$i(t) = C \cdot \frac{dV(t)}{dt} \quad D = \frac{d}{dt} \Rightarrow i = C \cdot D \cdot V$$

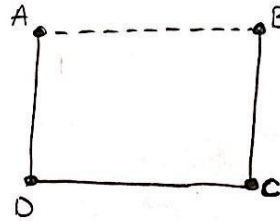
$$i = C \cdot DV$$

* Devre ağacında mümkün olduğunca dal seçilir.

* Devrenin hepsi sığaç olan çevre varsa en az biri giriş olmak zorunda.

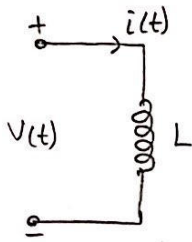


\Rightarrow



en az biri giriş olmak zorunda, hangisi seçildiği önemli değil.

7-) Endüktans



$$\phi(t) = L \cdot i(t)$$

$$\frac{d\phi(t)}{dt} = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

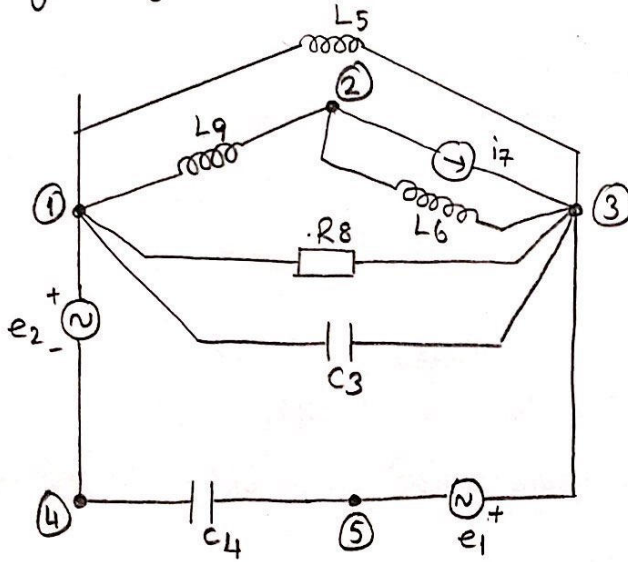
$$V(t) = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d(L \cdot i(t))}{dt} = L \cdot \frac{di(t)}{dt}$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^{\infty} V(t) dt + i(0)$$

$$V(t) = L \cdot \frac{di}{dt}$$

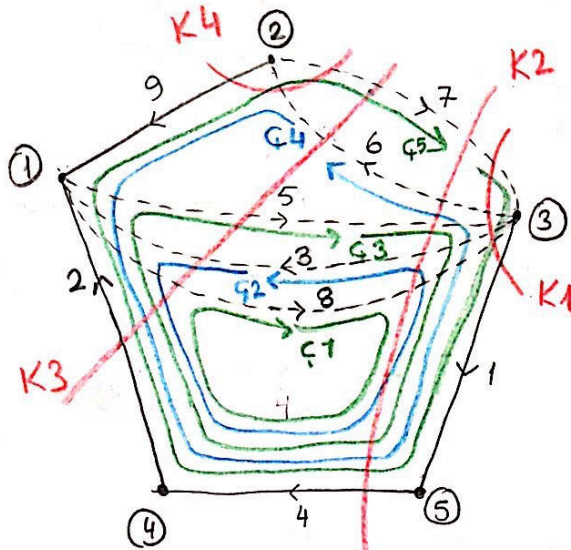
* Endüktans devre ağacında kiriş seçilmelidir.

* Eğer yalnızca bağımsız akım kaynakları ve endüktanstan oluşan düğüm veya kesitleme varsa en az 1 tane endüktans dal olmalıdır.



$$\begin{aligned} \text{Kiriş sayısı} &= n_e - n_d + 1 \\ &= 9 - 5 + 1 \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dal sayısı} &= n_d - 1 \\ &= 5 - 1 \\ &= 4 \end{aligned}$$



$$K_1 \rightarrow i_1 + i_3 - i_8 + i_6 - i_7 - i_5$$

$$K_2 \rightarrow i_4 + i_3 + i_6 - i_7 - i_5 - i_8$$

$$K_3 \rightarrow i_2 + i_3 + i_6 - i_7 - i_5 - i_8$$

$$K_4 \rightarrow i_9 + i_7 - i_6$$

$$G_1 \rightarrow V_8 + V_1 + V_4 + V_2$$

$$G_2 \rightarrow V_3 - V_2 - V_4 - V_1$$

$$G_3 \rightarrow V_5 + V_1 + V_4 + V_2$$

$$G_4 \rightarrow V_6 + V_9 - V_2 - V_4 - V_1$$

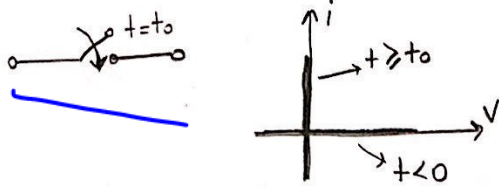
$$G_5 \rightarrow V_7 + V_1 + V_4 + V_2 - V_9$$

⑧ Anahtar Elemanı

$$V(t)=0, \quad t \geq t_0$$

$$i(t)=0, \quad t < 0$$

bağıntısı ile verilen 2 uçlu elemana t_0 'da kapanan anahtar elemanı denir.



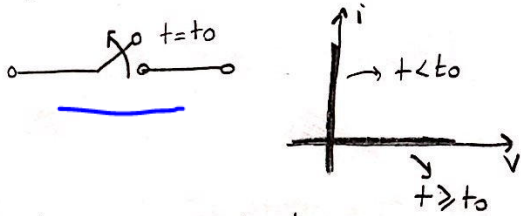
$t \geq t_0$ kısa devre

$t < t_0$ açık devre

$$i(t)=0, \quad t \geq t_0$$

$$V(t)=0, \quad t < t_0$$

bağıntısı ile tanımlanan 2 uçlu elemana t_0 'da açılan anahtar elemanı denir.



$t \geq t_0$ için açık devre

$t < t_0$ için kısa devre

Özgeçir ailesi iki eğriden oluştuğu için anahtar elemanı zamanla değişen bir elemandır.

Özgeçirlerden herbiri orjinden geçtiği için anahtar elemanı doğrusal bir elemandır.

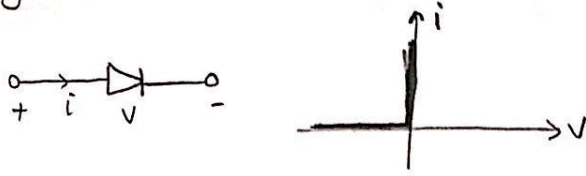
Pasif ve kayıpsız bir elemandır.

⑨ Diyot Elemanı (ideal diyot)

$$i=0, \quad v \leq 0$$

$$v=0, \quad i \geq 0$$

bağıntısı ile tanımlanan 2 uçlu ideal diyot denir.



Üçgen yönü referans yönünü gösterir. Diyotun eğri ailesi tek bir özegrinde oluşur. Bu özegrî orjine göre simetrik değildir.

Zamanla değişmeyen tek yönlüdür.

$v \leq 0$ için açık devre

$i \geq 0$ için kısa devre

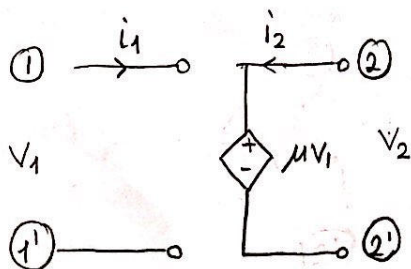
Kayıpsız ve pasif bir elemandır.

İki Kapılı Aktif Devre Elemanı (Bağımlı Kaynaklar)

Bir iki kapılıda, ikinci kapının gerilimi yada akımı birinci kapı gerilimi ile orantılı (bu durumda 1. kapı açık devre ise) i ya da

2. kapı gerilimi 1. kapının akımıyla orantılı (bu durumda 1. kapı kısa devre ise) bağımlı kaynak olur.

1. Gerilim ile kontrol edilen gerilim kaynağı (GKGK)



Tanım bağıntısı

$$V_2 = \mu V_1$$

$$i_1 = 0$$

Burada μ boyutsuz reel bir sayıdır.

$$p(t) = V_1(t) \cdot i_1(t) + V_2(t) \cdot i_2(t)$$

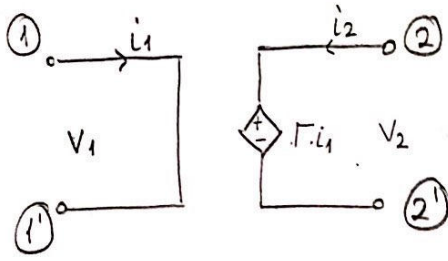
$$= V_2(t) \cdot i_2(t)$$

$$= \mu V_1(t) \cdot i_2(t)$$

$p > 0$ old. dan
pasiftir.

(1.2)

② Akım ile kontrol edilen gerilim kaynağı (AKGK)



Burada Γ orantı katsayısı, direnç boyutunda reel bir sayı olup birimi ohm (Ω) dur.

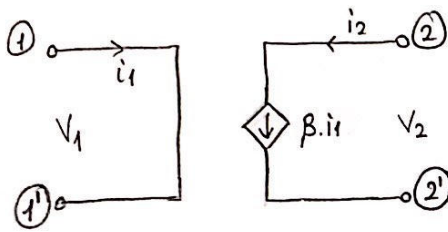
Tanım Bağıntısı

$$V_2 = \Gamma \cdot i_1$$

$$V_1 = 0$$

$$V = \Omega \cdot m$$

③ Akım ile kontrol edilen akım kaynağı (AKAK)



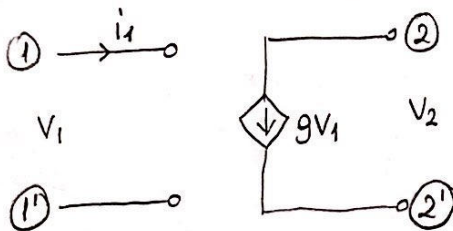
Tanım Bağıntısı

$$i_2 = \beta \cdot i_1$$

$$V_1 = 0$$

Burada β boyutsuz reel bir sayıdır.

④ Gerilim ile kontrol edilen akım kaynağı (GKAK)



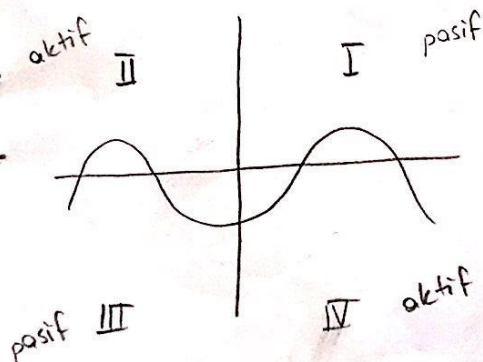
Burada g katsayısı iletkenlik boyutunda reel bir sayıdır birimi siemens'tir.

Tanım bağıntısı

$$i_2 = gV_1$$

$$i_1 = 0$$

⚠ NOT: Ağacı çizerken bağımlı kaynaklar direnç gibi düşünülür.



Gözlemiye bakarak aktif pasif olduğunu söyleyebiliriz.