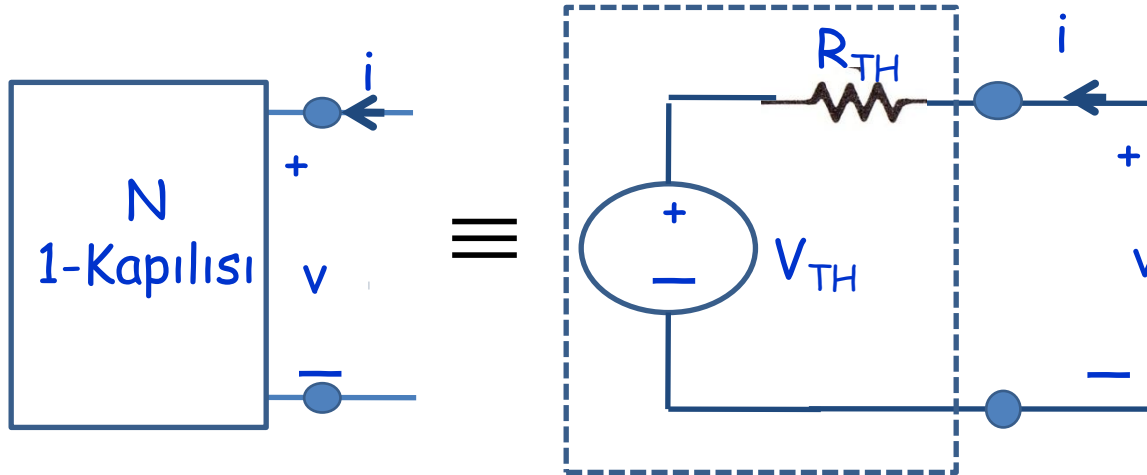
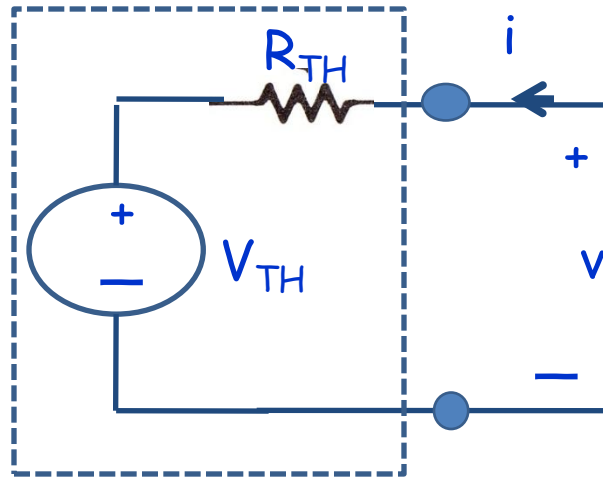


## Thevenin (1883) ve Norton (1926) Teoremleri

Amaç: Lineer, zamanla değişmeyen çok uçlu, iki uçlu dirençlerden ve bağımsız akım ve gerilim kaynaklarından oluşmuş bir N 1-kapılısının basit bir eşdeğerini elde etmek.

Thevenin Eşdeğeri:





$R_{TH} \Rightarrow$  Thevenin eşdeğer direnci

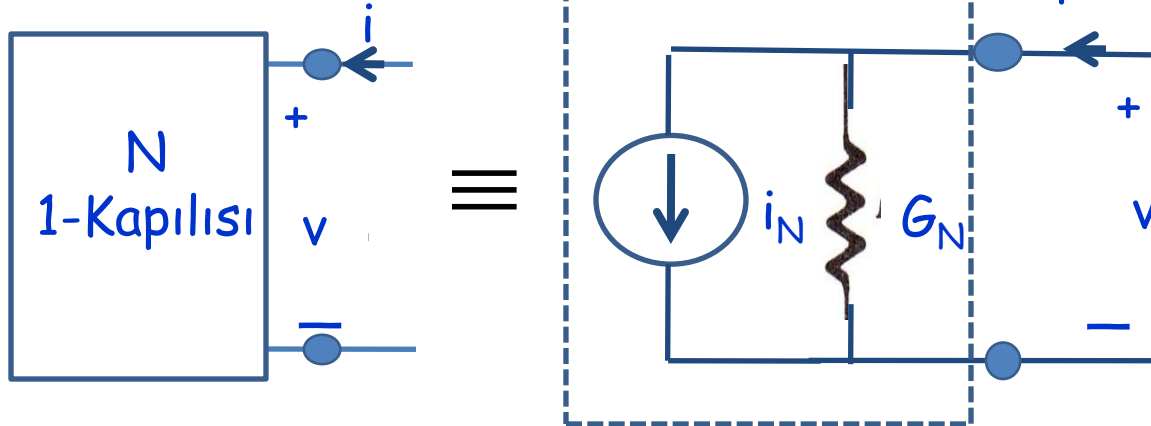
Devredeki tüm bağımsız kaynaklar devre dışı iken 1-1' uçlarından görülen eşdeğer direnç

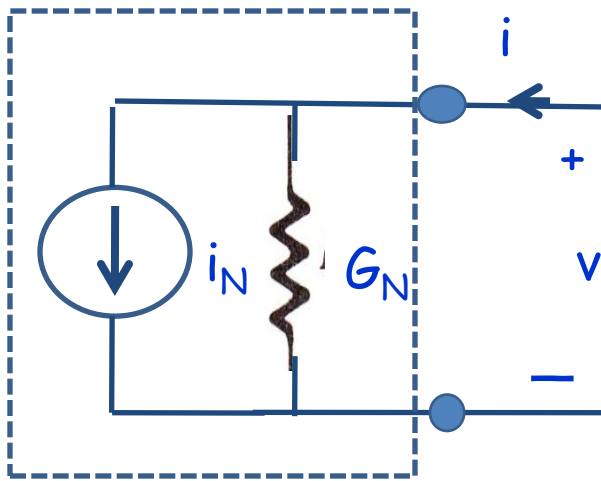
$V_{TH} \Rightarrow$  Açık devre gerilimi

1-1' uçları açık devre iken 1-1' uçları arasındaki gerilim

Thevenin Teorem: N 1-kapılısının uçlarına  $i$  değerinde bir akım kaynağı bağlandığında tüm  $i$  değerleri için tek çözümü varsa ( tek  $v$  değeri belirlenebiliyorsa) Thevenin eşdeğeri vardır.

**Norton Eşdeğeri:**





$G_N$  Norton eşdeğer iletkenliği



Devredeki tüm bağımsız kaynaklar devre dışı iken 1-1' uçlarından görülen eşdeğer iletkenlik

$i_N$  Kısa devre akımı



1-1' uçları kısa devre iken 1-1' uçlarındaki akım

Norton Teorem: N 1-kapılısının uçlarına  $v$  değerinde bir gerilim kaynağı bağlandığında tüm  $v$  değerleri için tek çözümü varsa ( tek  $i$  değeri belirlenebiliyorsa) Norton eşdeğeri vardır.

• Thevenin Eşdeğeri:  $v(t) = R_{TH}i(t) + v_{TH}(t)$

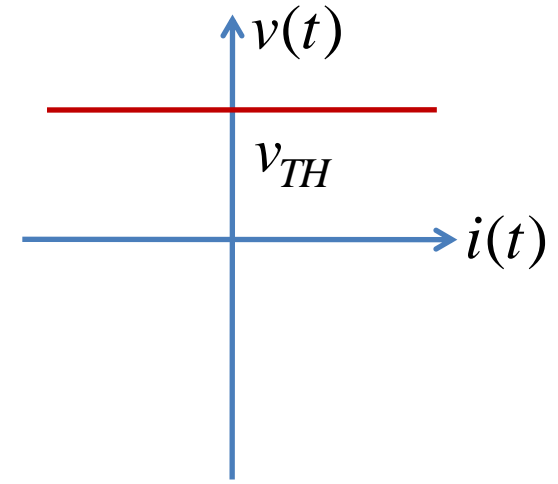
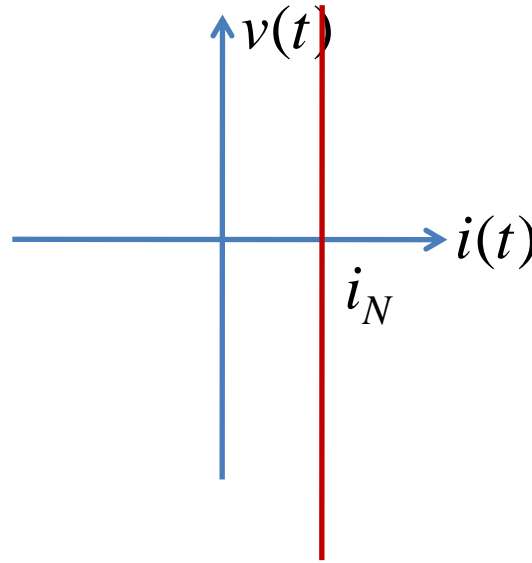
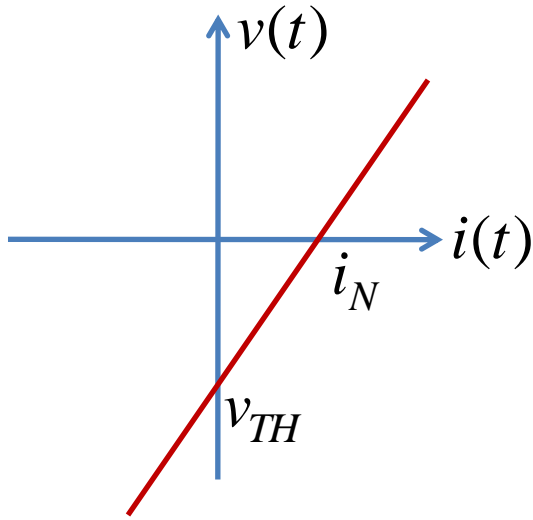
➔ N kapılısı akım kontrollü değilse Thevenin eşdeğeri yok

• Norton Eşdeğeri:  $i(t) = G_N v(t) + i_N(t)$

➔ N kapılısı gerilim kontrollü değilse Norton eşdeğeri yok

•  $R_{TH} \neq 0, v = 0 \Rightarrow i_N(t) = -\frac{v_{TH}(t)}{R_{TH}}$   $R_{TH} = 0$ , Norton eşdeğeri yok

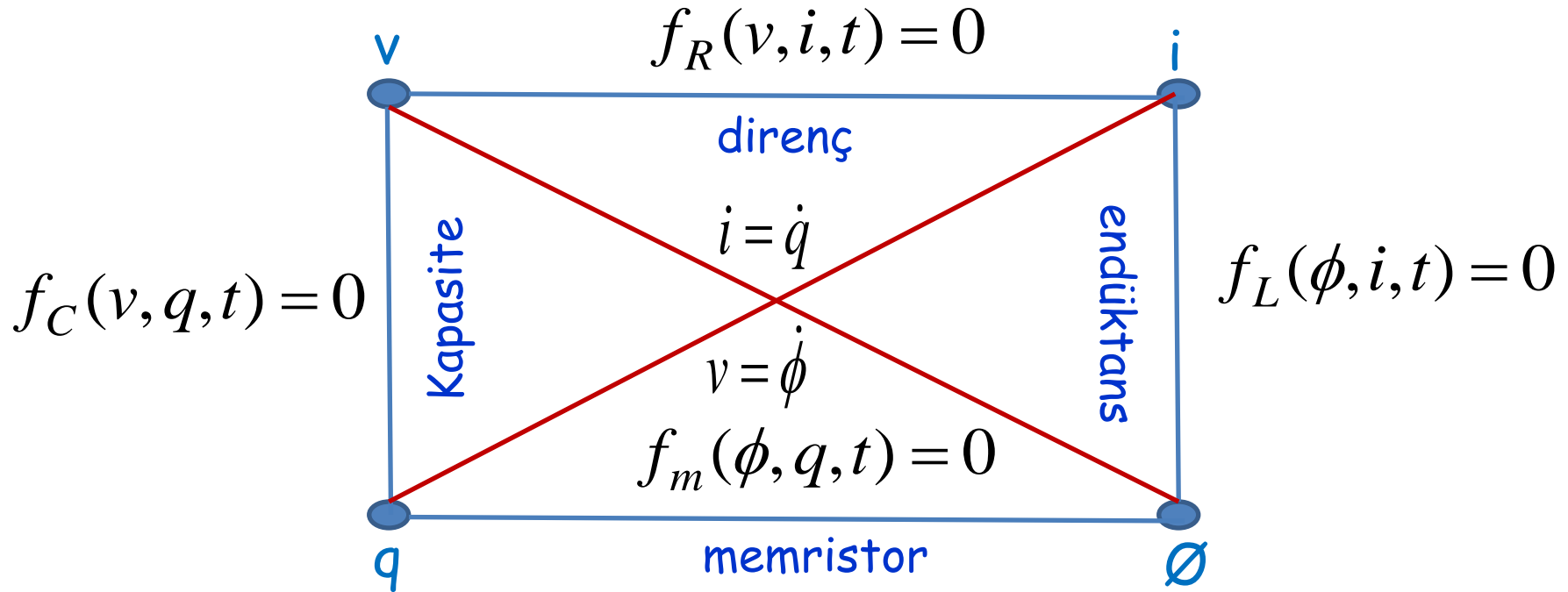
•  $G_N \neq 0, i = 0 \Rightarrow v_{TH}(t) = -\frac{i_N(t)}{G_N}$   $G_N = 0$ , Thevenin eşdeğeri yok



### Sonuç:

- Lineer, zamanla değişmeyen direnç ve bağımsız kaynaklardan oluşmuş N 1-kapılısı akım kontrollü ise bağlı bulunduğu devrenin çözümünü etkilemeyecek şekilde Thevenin eşdeğeri ile ifade edilir.
- Lineer, zamanla değişmeyen direnç ve bağımsız kaynaklardan oluşmuş N 1-kapılısı gerilim kontrollü ise bağlı bulunduğu devrenin çözümünü etkilemeyecek şekilde Norton eşdeğeri ile ifade edilir.

## Eleman Tanım Bağlıntıları



Direnç Elemanı:  $v$  ve  $i$  arasında cebrik bağıntı ile temsil edilen eleman

Endüktans Elemanı:  $\emptyset$  ve  $i$  arasında cebrik bağıntı ile temsil edilen eleman

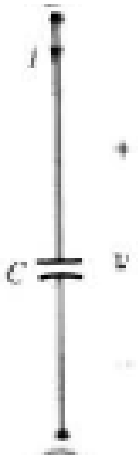
Kapasite Elemanı:  $v$  ve  $q$  arasında cebrik bağıntı ile temsil edilen eleman

Memristor Elemanı:  $\emptyset$  ve  $q$  arasında cebrik bağıntı ile temsil edilen eleman

# 2-uçlu Kapasite ve Endüktans Elemanları

## Lineer ve Zamanla Değişmeyen

### Kapasite



$$i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$$

$$\frac{dq(t)}{dt} = C \frac{dv(t)}{dt}$$

### Endüktans



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

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

## Zamanla Değişmeyen

Lineer olmayan ve zamanla değişenleri ifade edebilmek için akı ( $\phi$ ) ve yük ( $q$ ) kullanılır:

$$q(t) \hat{=} \int_{-\infty}^t i(\tau) d\tau \quad [\text{C}]$$

$$\phi(t) \hat{=} \int_{-\infty}^t v(\tau) d\tau \quad [\text{Wb}]$$



## Kapasite

$$f_C(q, v) = 0$$

yük kontrollü

$$v = \hat{v}(q)$$

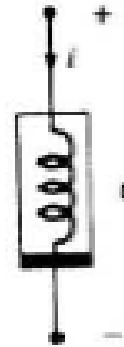
gerilim kontrollü

$$q = \hat{q}(v)$$

$\hat{q}(v)$  türetilebilir bir  
fonksiyon ise

$$\frac{dq}{dt} \triangleq i = \frac{d(\hat{q}(v))}{dv} \frac{dv}{dt}$$

$$i = C(v) \frac{dv}{dt} \quad C(v) \triangleq \frac{d\hat{q}(v)}{dv}$$



## Endüktans

$$f_L(\phi, i) = 0$$

akı kontrollü

$$i = \hat{i}(\phi)$$

akım kontrollü

$$\phi = \hat{\phi}(i)$$

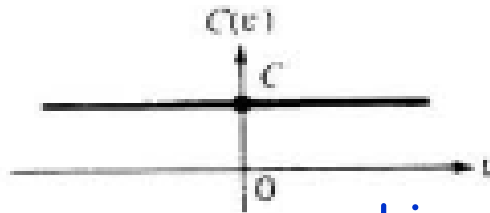
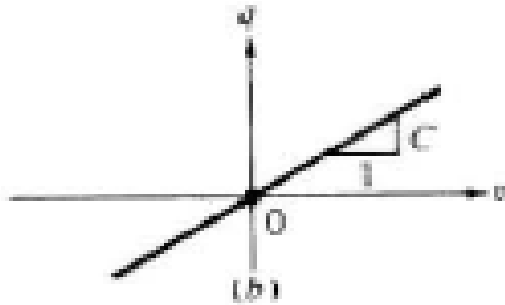
$\hat{\phi}(i)$  türetilebilir bir  
fonksiyon ise

$$\frac{d\phi}{dt} \triangleq v = \frac{d(\hat{\phi}(i))}{di} \frac{di}{dt}$$

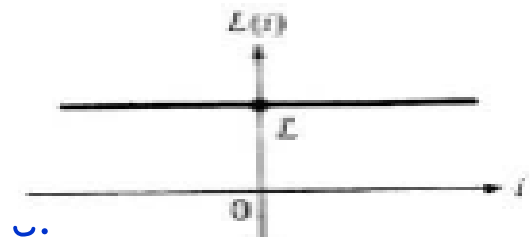
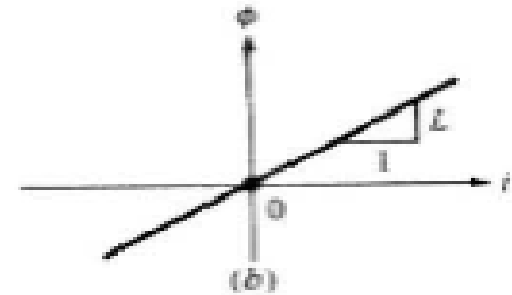
$$v = L(i) \frac{di}{dt} \quad L(i) \triangleq \frac{d\hat{\phi}(i)}{di}$$

## Lineer Zamanla Değişmeyen

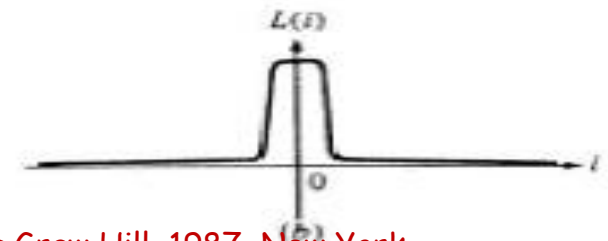
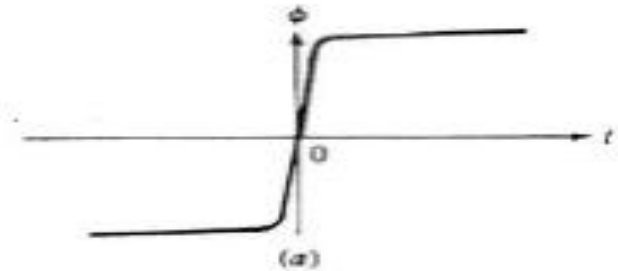
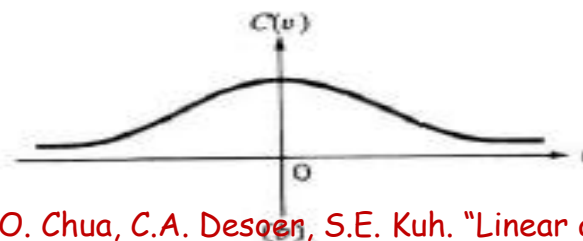
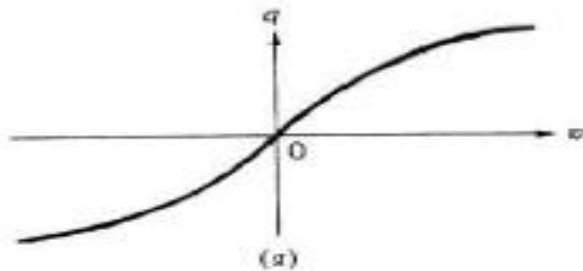
### Kapasite



### Endüktans



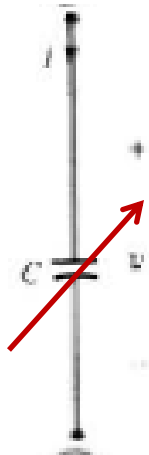
## Lineer Olmayan Zamanla Değişmeyen





# Lineer Zamanla Değişen

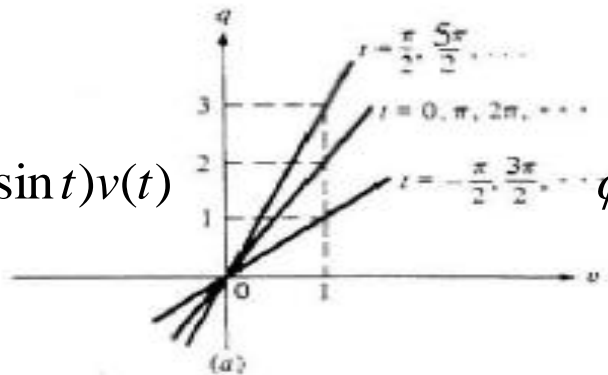
## Kapasite



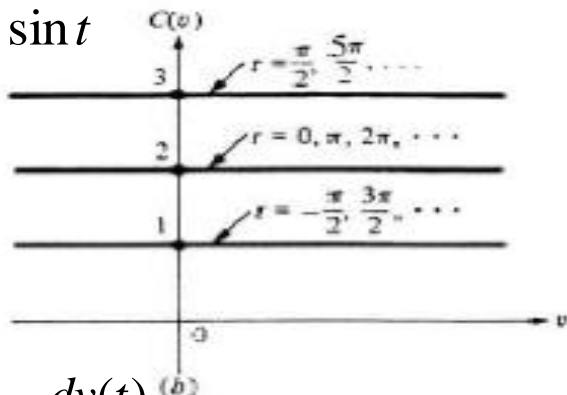
$$q(t) = C(t)v(t)$$

$$i(t) = C(t) \frac{dv(t)}{dt} + \frac{dC(t)}{dt} v(t)$$

$$q(t) = (2 + \sin t)v(t)$$

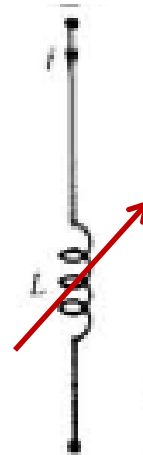


$$C(t) = 2 + \sin t$$



$$i(t) = (2 + \sin t) \frac{dv(t)}{dt} + (\cos t)v(t)$$

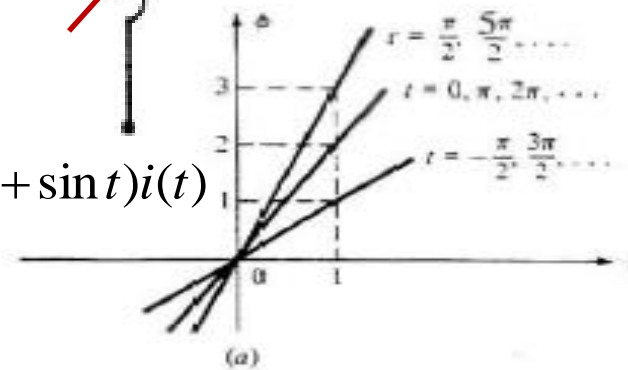
## Endüktans



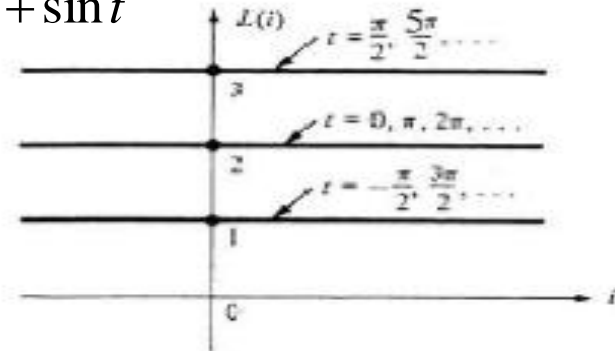
$$\phi(t) = L(t)i(t)$$

$$v(t) = L(t) \frac{di(t)}{dt} + \frac{dL(t)}{dt} i(t)$$

$$\phi(t) = (2 + \sin t)i(t)$$



$$L(t) = 2 + \sin t$$



$$v(t) = (2 + \sin t) \frac{di(t)}{dt} + (\cos t)i(t)$$