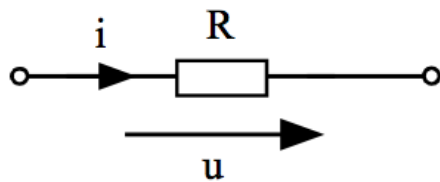


ELÉMENTS REACTIFS

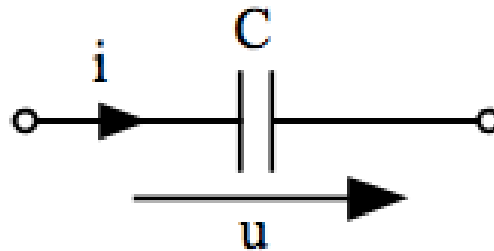
Capacités

Inductances

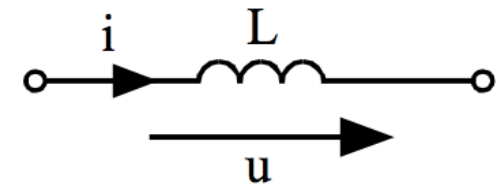
Éléments passifs linéaires



Resistance



Capacité



Inductance



Elements reactifs

Capacitances et inductances : symbols

Q U A N T I T Y	S Y M B O L	U N I T S	S Y M B O L
Time	t	Second	s
Charge	q	Coulomb	C
Capacitance	C	Farad	F
Flux Linkage	λ	Weber	Wb
Inductance	L	Henry	H
Energy	w	Joule	J

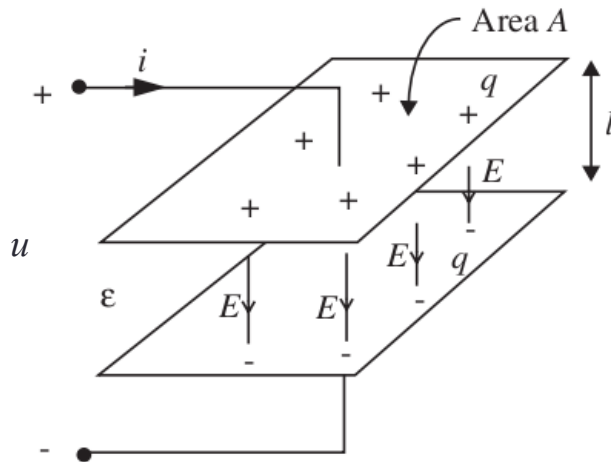
Le Condensateur et sa capacité C

Le condensateur est un élément caractérisé par la propriété d'accumuler des charges quand on lui applique une différence de potentiel. Cette propriété est associée au paramètre C, défini comme Capacité électrique. On assume la capacité linéaire et invariante.

$$\frac{dq(t)}{dt} = i(t)$$

$i(t)$ est la vitesse à laquelle les charges sont apportées sur la plaque positive de la capacité

$q(t)$ charge sur la plaque positive



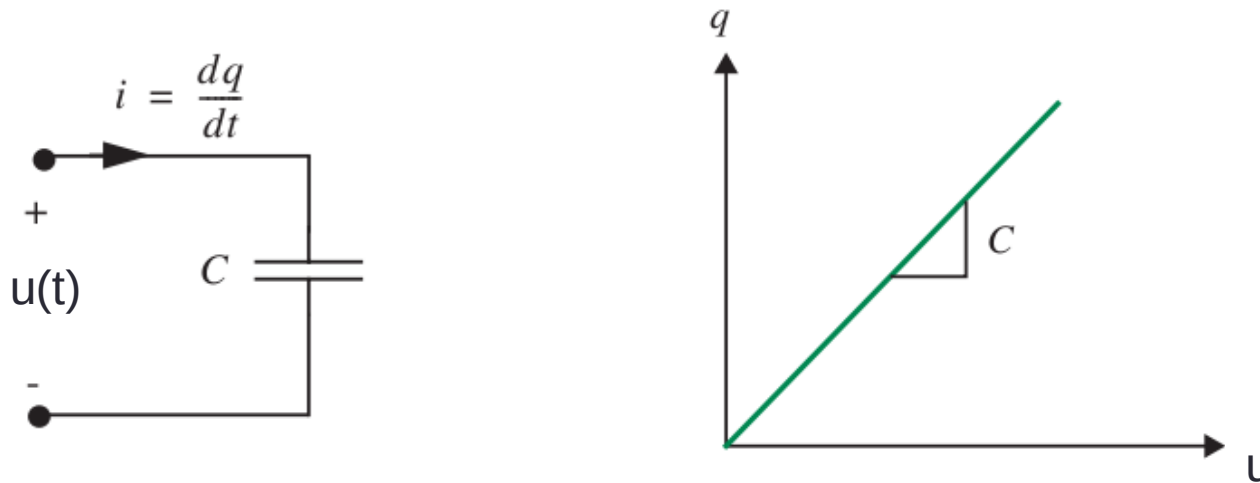
C capacité électrique

$$C = q(t) / u(t)$$

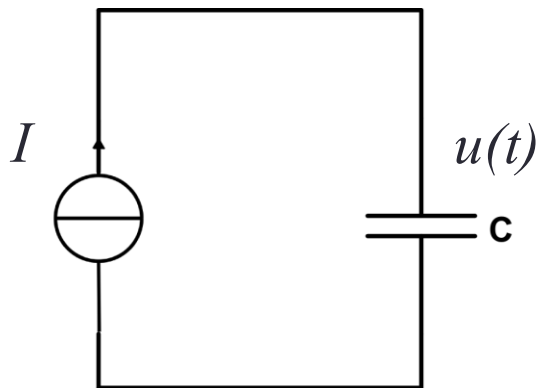
$$i(t) = C \, du(t)/dt$$

**Loi d'élément
de la capacité**

Capacité électrique (capacitance)



L'énergie emmagasinée dans C à l'instant t est égale à: $E = C u^2(t)$.



Exemple de circuit qui charge une capacité.
Le courant I produit une variation de charge qui produit une variation de $u(t)$

$$u(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t I(t) dt.$$

Example: Capacité électrique à plaque parallèles

- Surface de chacune de plaques $A = 1 \mu\text{m}^2$
- Distance entre les plaques $d = 1 \mu\text{m}$
- Permittivité $\epsilon = 2\epsilon_0$; $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{F/m}$ (vide)
- $C = \epsilon A/d$
- Calculer la Capacité électrique (Rép: 17.708 aF)
- Calculer l'Energie stockée si $u = 10\text{V}$ (Rép: $E = 0.9 \text{ fJ}$)

Inductance

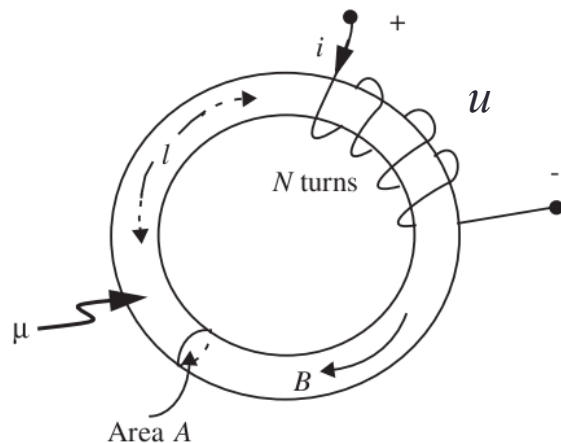
On assume les inductances linéaires et invariantes.

Le changement d'un courant sur une inductance génère un changement de flux magnétique.

L inductance

$\lambda(t)$ flux magnétique total créé par la bobine

μ perméabilité magnétique de l'isolant toroïdale

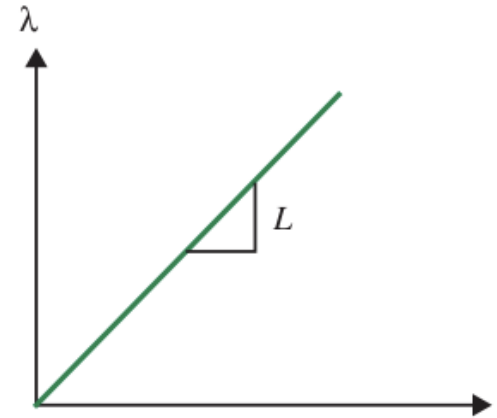
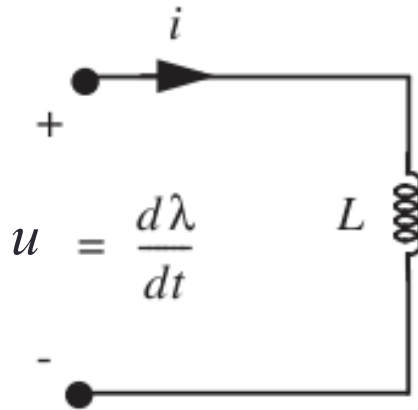


$$\lambda(t) = Li(t)$$

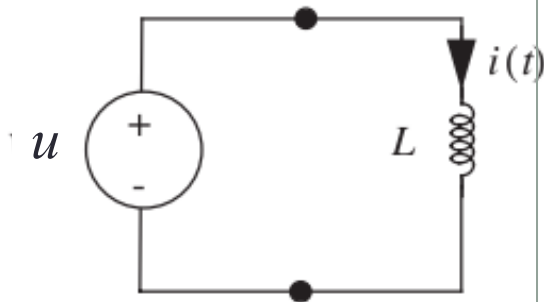
$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt},$$

**Loi d'élément
de la bobine**

Inductance



Energie emmagasinée dans L à l'instant t : $E = L i^2(t)/2$



Exemple de circuit qui induit un changement de flux magnétique dans l'inductance. La tension $u(t)$ produit une variation de flux magnétique qui produit une variation de $i(t)$

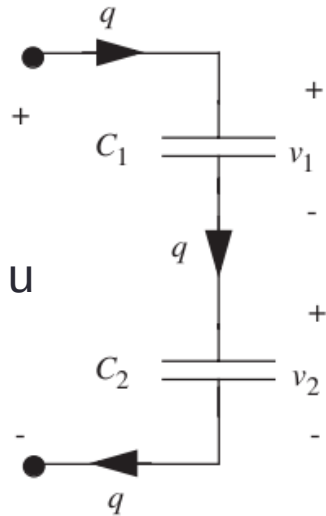
$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u(t) dt$$

Example: Inductance d'une bobine

$$L = \frac{\mu N^2 A}{l}$$

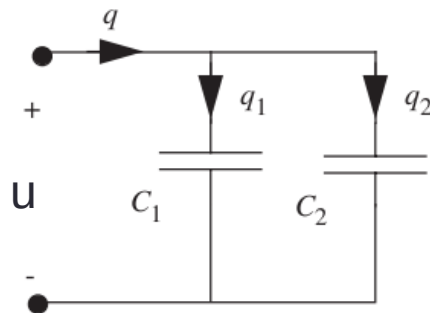
- $A = 1 \text{ cm}^2$, section de la bobine
- $l = 10 \text{ cm}$, longueur de la bobine
- $N=100$ tours de câble (nombre de spires)
- $\mu = \mu_0$; $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ (perméabilité électrique du vide)
- Calculer l'Inductance (Rép: $12.6 \mu\text{H}$)
- Calculer l'Energie stockée si I (courant) = 0.1 A . (Rép: 63 nJ)

Eléments en séries et en parallèles



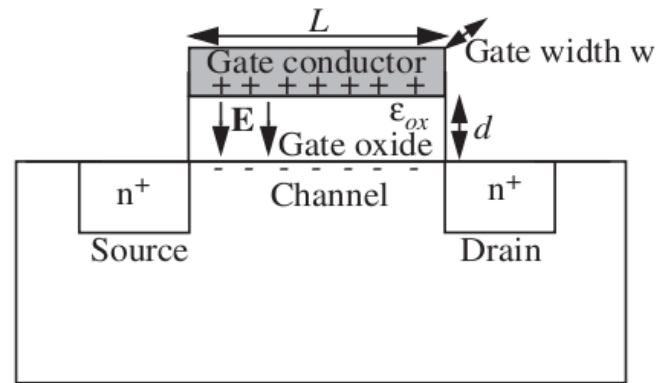
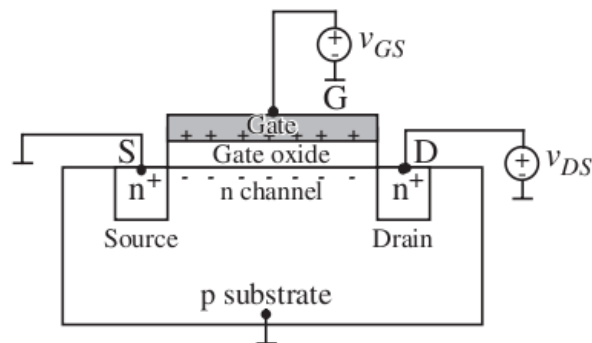
la capacité effective est $q(t)/u(t)$, que on peut déterminer en calculant $u(t)$ comme la somme de deux tensions:

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$



$$C = C_1 + C_2$$

Capacité de la grille (gate) d'un transistor MOSFET



$$C_{GS} = \frac{\epsilon_{OX} L W}{d}.$$

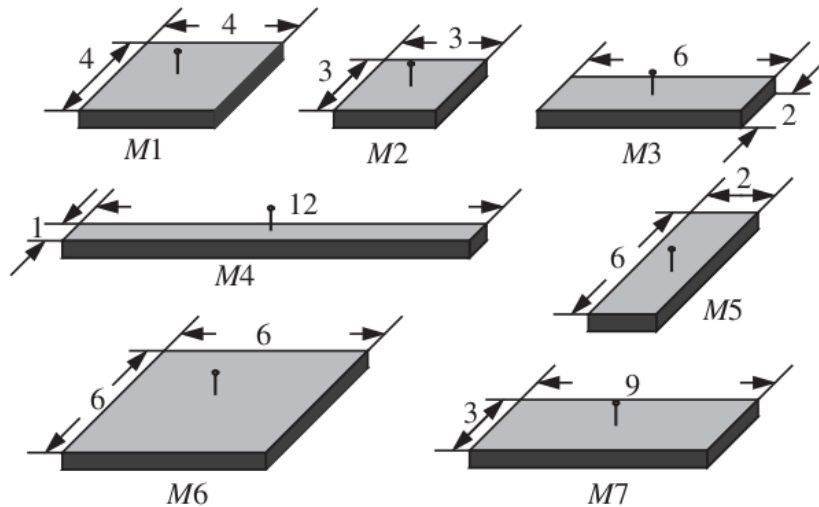
$$C_{OX} = \frac{\epsilon_{OX}}{d}$$

la capacité per unité de surface C_{OX} est de l'ordre de quelques $\text{fF}/\mu\text{m}^2$

Capacité de la grille (gate) d'un transistor MOSFET

$$C_{OX} = 4\text{fF}/\mu\text{m}^2$$

Les chiffres notés sur l'image sont en μm



Les valeurs de capacité de grille de transistors MOS (M_1 - M_7) sont:

$$C_4 = C_5 = C_3 = C_5 = 48\text{fF}$$

$$C_7 = 108\text{fF}$$

$$C_1 = 64\text{fF}$$

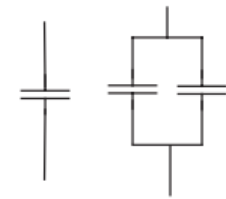
$$C_2 = 36\text{fF}$$

$$C_6 = 144\text{fF}$$

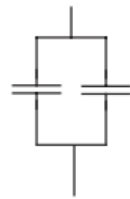
Exercices sur simplification de dipôles. combinaison de capacités

EXAMPLE 9.3 CAPACITOR COMBINATIONS What equivalent capacitors can be made by combining up to three $1\text{-}\mu\text{F}$ capacitors in series and/or in parallel?

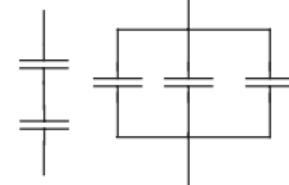
Figure 9.17 shows the possible capacitor combinations that use up to three capacitors. To determine their equivalent capacitances, use the series combination result from Equation 9.39 and/or the parallel combination result from Equation 9.42. This yields the equivalent capacitances of: (A) $1\text{ }\mu\text{F}$, (B) $2\text{ }\mu\text{F}$, (C) $0.5\text{ }\mu\text{F}$, (D) $3\text{ }\mu\text{F}$, (E) $1.5\text{ }\mu\text{F}$, (F) $0.667\text{ }\mu\text{F}$, and (G) $0.333\text{ }\mu\text{F}$.



(A)

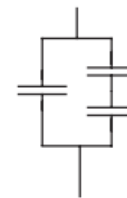
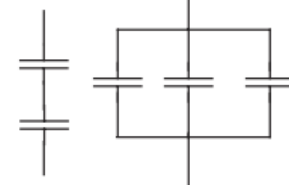


(B)

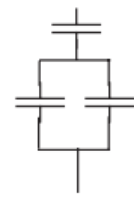


(C)

(D)



(E)

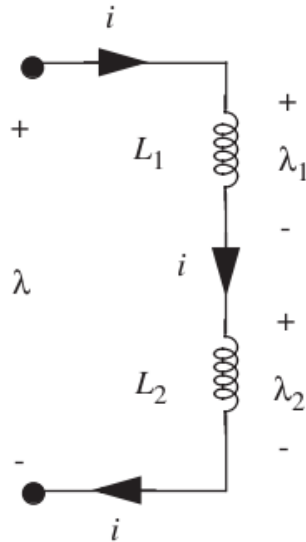


(F)

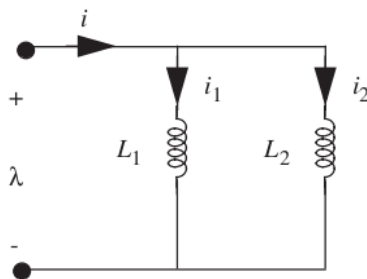


(G)

Inductances en série et en parallèle

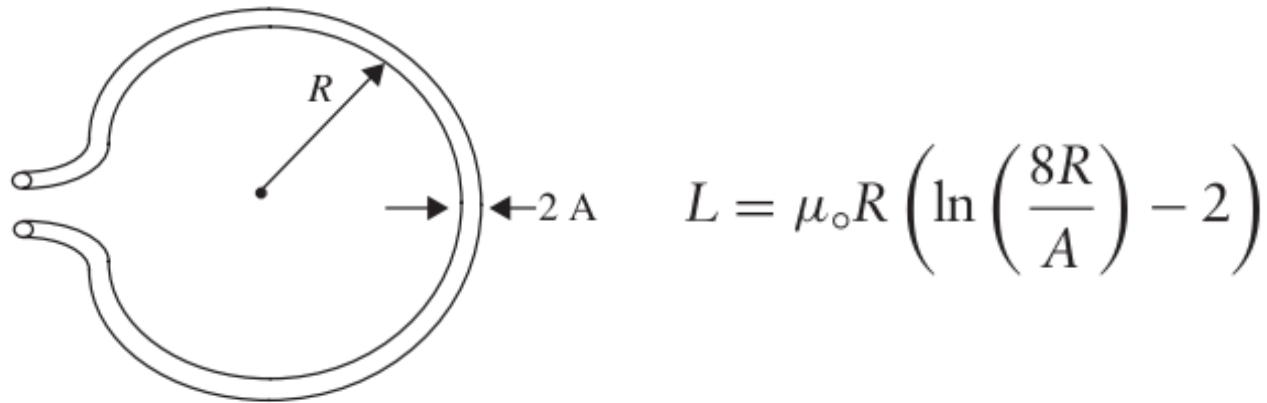


$$L = \frac{\lambda(t)}{i(t)} = L_1 + L_2$$



$$L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$$

Example: Inductance d'une boucle



Calculer l'inductance d'une boucle ayant 5 mm de diamètre et étant épaisse de 200 μm (A est le rayon de la section du cable)

Rép: $L = 10.3 \text{ nH}$

Exercices sur simplification de dipôles combinaison d'inductances

EXAMPLE 9.4 INDUCTOR COMBINATIONS What equivalent inductors can be made by combining up to three $1\text{-}\mu\text{H}$ inductors in series and/or in parallel?

Figure 9.20 shows the possible inductor combinations that use up to three inductors. To determine their equivalent inductances, use the series combination result from Equation 9.45 and/or the parallel combination result from Equation 9.48. This yields the equivalent inductances of: (A) $1\text{ }\mu\text{H}$, (B) $0.5\text{ }\mu\text{H}$, (C) $2\text{ }\mu\text{H}$, (D) $0.333\text{ }\mu\text{H}$, (E) $0.667\text{ }\mu\text{H}$, (F) $1.5\text{ }\mu\text{H}$, and (G) $3\text{ }\mu\text{H}$.

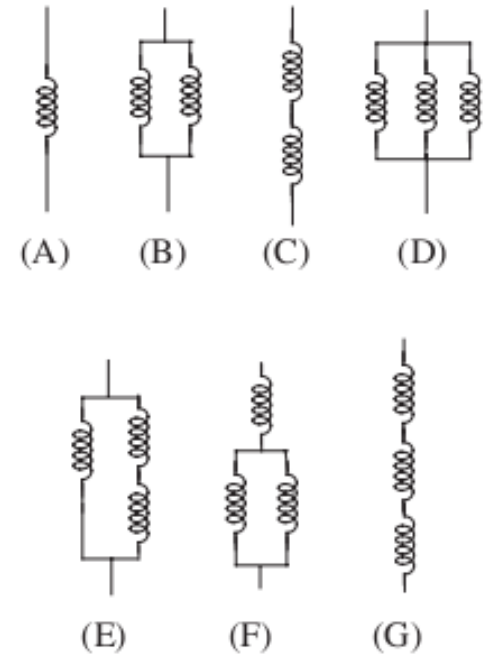


FIGURE 9.20 Various combinations of inductors involving up to three inductors.

Exercice. Combination d'éléments

