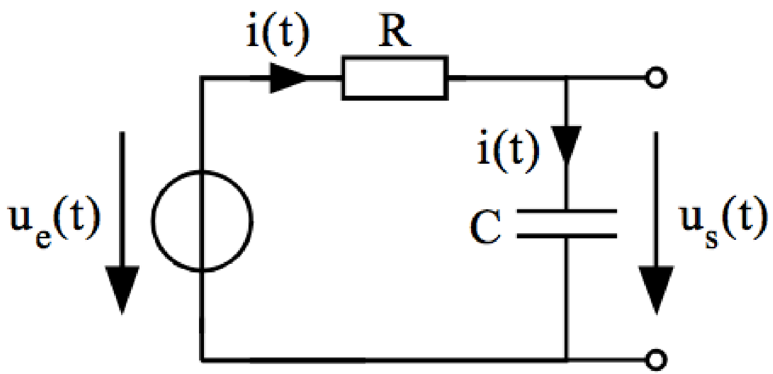
4 RÉGIMES TRANSITOIRES. RÉPONSES INDICIELLES

References:

Le comportement d'un circuit linéaire peut être décrit à l'aide d'équations différentielles.



Ce circuit transforme l'entrée $u_e(t)$ en la sortie $u_s(t)$ à travers une fonction linéaire.

On peut écrire:

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

$$i(t) = \frac{u_e(t)-u_s(t)}{R}$$

➔

$$RC\frac{dus(t)}{dt} + u_s(t) = u_e(t)$$

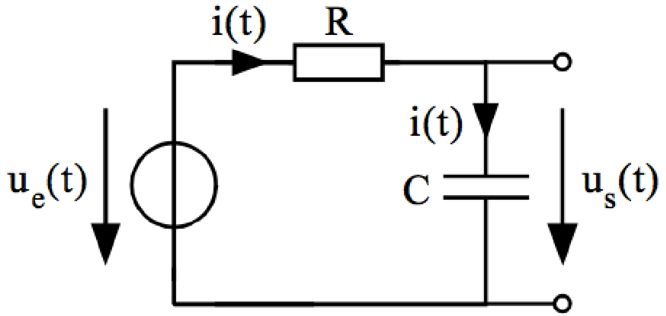
Equation différentielle décrivant le comportement du circuit RC.

Circuit linéaire du premier ordre. Déterminer la réponse $u_s(t)$ en trois étapes.

References:

Circuit linéaire du premier ordre. Déterminer la réponse $u_s(t)$ en trois étapes.

La solution (**expression de la sortie en fonction du temps $u_s(t)$**) est une superposition de la réponse transitoire et de la réponse permanente.



Etape 1: trouver la solution de l'équation homogène ($u_e(t)$ =0):
Dans le cas du circuit RC ci-dessus:

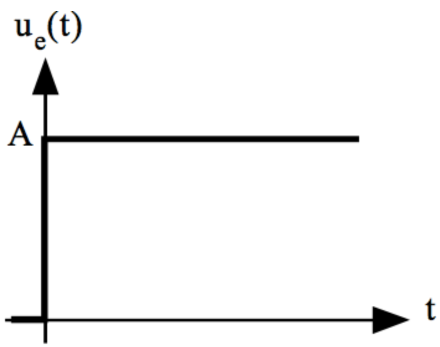
$$RC\frac{dus(t)}{dt} + u_s(t) = 0 \quad \Rightarrow \quad u_s(t) = K\,e^{-\frac{t}{RC}}$$

On a trouvé la forme de l'équation. Il nous reste à déterminer K

Circuit linéaire du premier ordre. Déterminer la réponse en trois étapes.

Etape 2: trouver la réponse permanente (solution particulière): pour les circuits linéaires, la solution particulière à la même “forme” que l’entrée.

- Entrée constante: Sortie constante sous régime permanent
- Entrée sinusoïdale: Sortie sinusoïdale de même fréquence que l’entrée sous régime permanent.



Saut indiciel avec amplitude A
u_e (t<0) = 0
u_e (t>=0) = A

Trouver la réponse permanente u_s ($t \to \infty$) pour un entrée ‘saut de tension d’amplitude A’:

$u_s(t \to \infty)$ = constant (on l’appelle B et on doit la déterminer).
Je reprends l’équation différentielle générale pout $t \to \infty$:

$$\Rightarrow \quad RC.\, dB/dt + B = A$$

Avec B constant

$$\Rightarrow \quad B = A \quad \Rightarrow \quad u_S(t \to \infty) = A$$

References:

Etape 3: Réponse comme somme de la réponse permanente et de la réponse transitoire

$$u_s(t) = \boxed{K\, e^{-\frac{t}{RC}}} + \boxed{A}$$

Il reste à déterminer K. Je le fait en introduisant la **condition initiale**, qui est $u_s(t=0) = 0$, <u>pour ce cas spécifique</u>.

$\Rightarrow$ K= -A

Donc, on obtient l'expression complète de la sortie au saut de tension en entrée:

$$\Rightarrow \quad u_s(t) = A\,(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

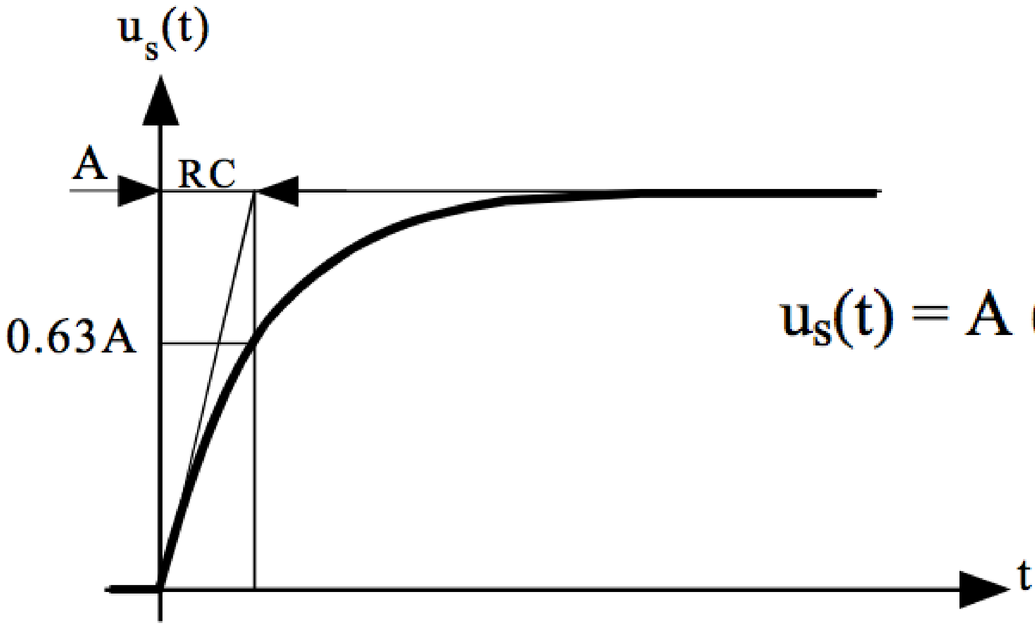
Réponse indicielle

La valeur du produit RC est la constant de temps du circuit: après RC secondes, u_s a atteint 63% de sa valeur asymptotique.

References:

Example de forme de réponse indicielle

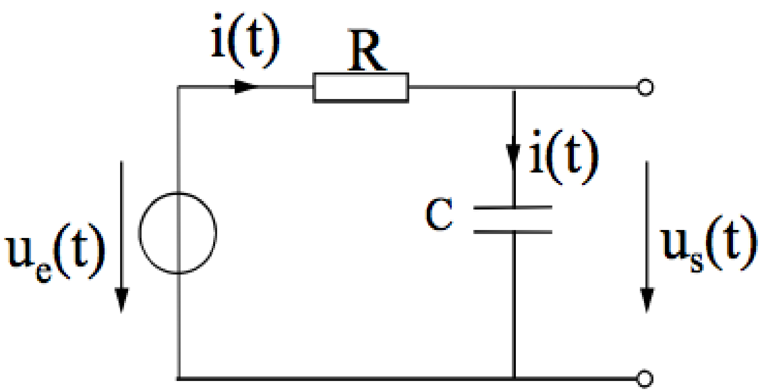
Example d’un circuit RC et un saut de tension en entrée:



$$u_s(t) = A\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

References:

Expression générale de la charge d’une capacité à travers une resistance



$$u_c(t=0)=U_0$$

$$u_c(t=\infty)=U_\infty$$

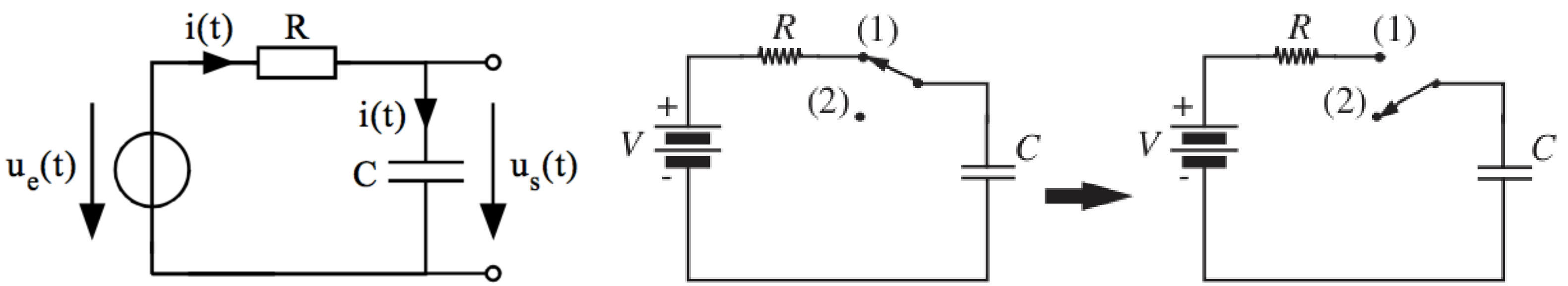
$$u_c(t)=U_0+\left(U_\infty-U_0\right)\left(1-e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

References:

Circuit linéaire et stockage d'énergie

References:

Circuit RC et stockage d'énergie

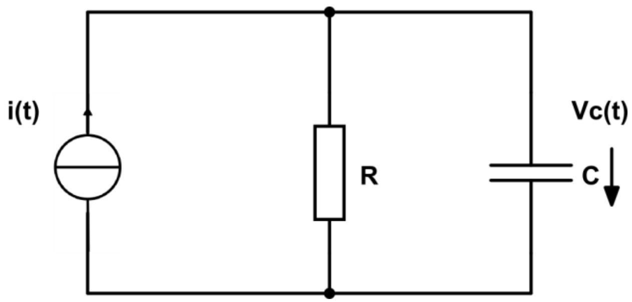


En position (1), la capacité se charge selon le trend décrit par $u_s(t) = A(1-e^{-t/RC})$.
Au passage de l'interrupteur sur la position (2) au temps t_2, l'énergie est stockée dans la capacité (la valeur de tension sur la capacité reste constant pout $t >= t_2$ et corresponds à la valeur atteinte par u_s au temps t_2).

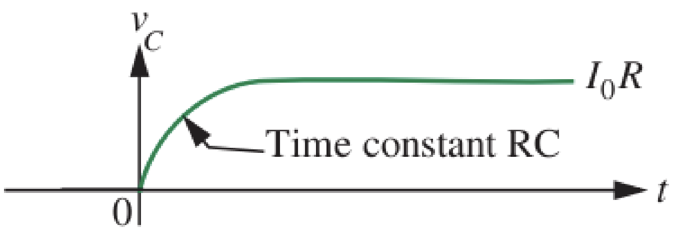
References:

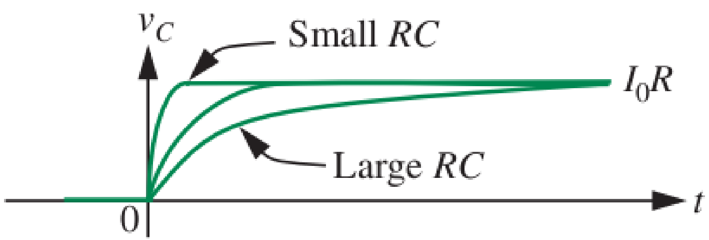
Transitoires pour un circuit avec source de courant

References:



Equivalent Norton du circuit RC étudié précédemment.



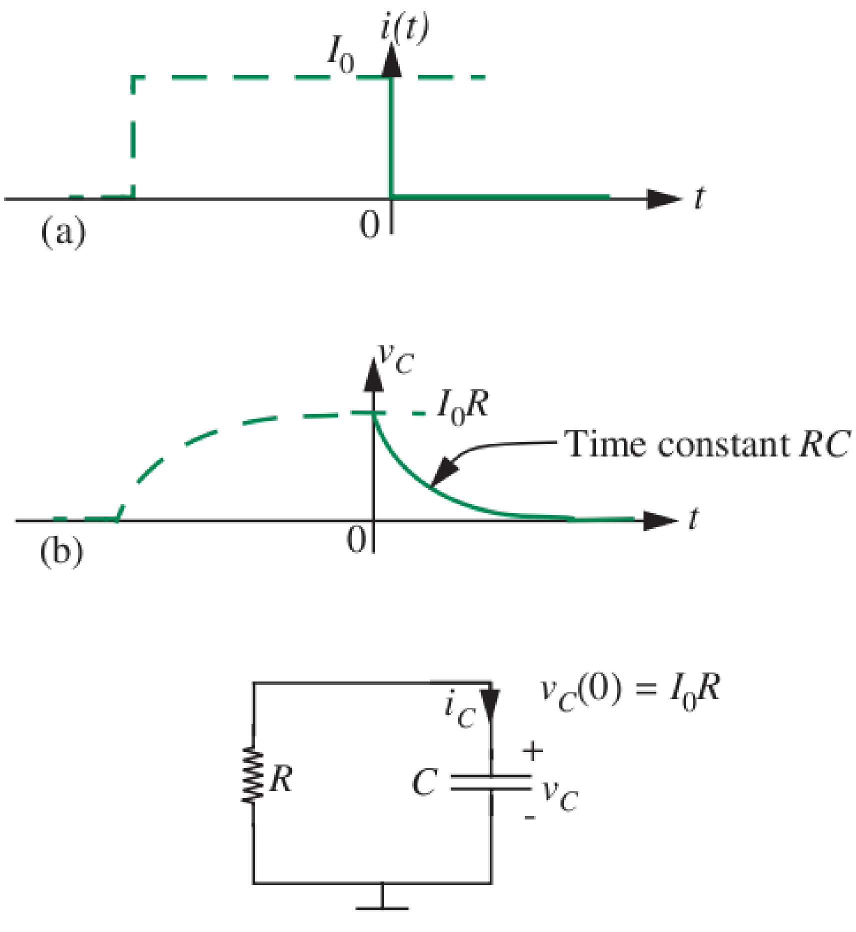


Equation différentielle pour la réponse $v_c(t)$

$$\frac{dv_C}{dt} + \frac{v_C}{RC} = \frac{i(t)}{C}$$

References:

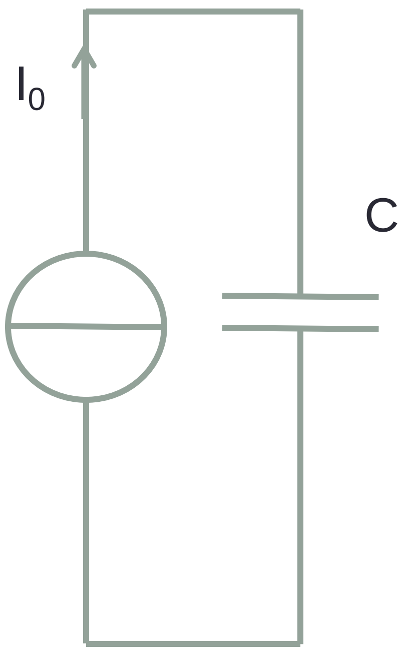
Décharge transitoire du même circuit



$$v_c(t) = RI_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

References:

Charger une capacité avec une source de courant



l'équation de la tension aux bornes de la capacité, $u_c(t)$:

$$u_c(t) = \frac{I_0}{C} t + U_0$$

References: