

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

Comportement globale d'un circuit électrique

Chapitre 8

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

21 mars 2016

Sommaire

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

1 Introduction

2 Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

3 Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

4 Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Sommaire

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

1 Introduction

2 Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

3 Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

4 Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Sommaire

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

1 Introduction

2 Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

3 Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

4 Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Sommaire

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

1 Introduction

2 Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

3 Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

4 Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

introduction

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

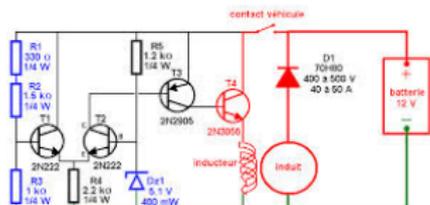
Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

La batterie auto joue le rôle d'un générateur, elle sert à démarrer une voiture, ainsi qu'à alimenter en électricité les différents éléments électriques (phares, ...) et électroniques (autoradio, ...).
Comment se distribue l'énergie électrique au niveau d'un générateur et d'un récepteur ?



$U_{bat} = V_{21} \times ((R1+R2) / R3 + 1)$
diode D1 et transistor T1 sur des radiateurs appropriés

I. Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

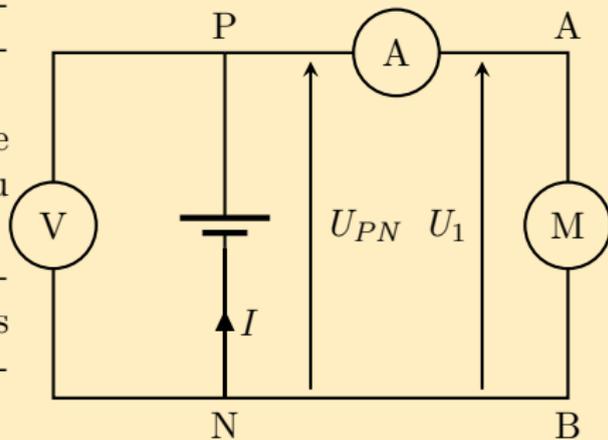
Activité 1

On réalise le montage électrique suivant :

I L'intensité du courant donnée par le générateur électrique G .

\mathcal{P}_e La puissance électrique fournit par le générateur au reste du circuit .

\mathcal{P}_1 La puissance électrique reçue par le moteur . On note les résultats dans le tableau suivant :



| U_{PN} | U_1 | I | \mathcal{P}_e | \mathcal{P}_1 |
|----------|-------|-----|-----------------|-----------------|
| | | | | |

I. Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Exploitation :

1. Écrire les expressions de \mathcal{P}_e et \mathcal{P}_1 . Calculer leurs valeurs en complétant le tableau ci-dessus .
2. Vérifier le principe de conservation de l'énergie dans ce montage .

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

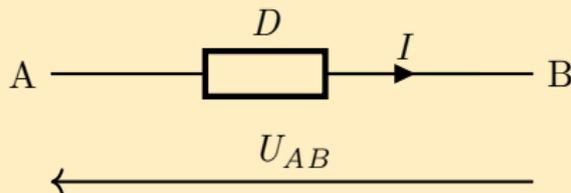
1. Au niveau du récepteur

a. Loi d'ohm pour un récepteur

La tension U_{AB} au bornes d'un récepteur (moteur, électrolyseur, ...) traversé par un courant électrique d'intensité I est :

$$U_{AB} = E' + r'I$$

Avec E' force contre-électromotrice du récepteur et r' sa résistance interne .



II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

b. Bilan énergétique d'un récepteur

L'énergie électrique reçue par un récepteur

$$W_e = U_{AB}I.\Delta t$$

et comme on a $U_{AB} = E' + r'.I$ donc

$$W_e = (E' + r'I).I.\Delta t = E'I\Delta t + rI^2\Delta t$$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

cette relation montre qu'elle est formée de deux grandeur :

☞ $rI^2\Delta t$ qui représente l'énergie dissipée par effet joule dans le récepteur

☞ $E'I\Delta t$ qui représente l'énergie utile qui peut être une énergie mécanique (moteur) , chimique (électrolyseur).

$$W_e = W_u + W_j$$

$$W_e = U_{AB}I.\Delta t, W_j = rI^2\Delta t, \text{ et } W_u = E'I\Delta t$$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

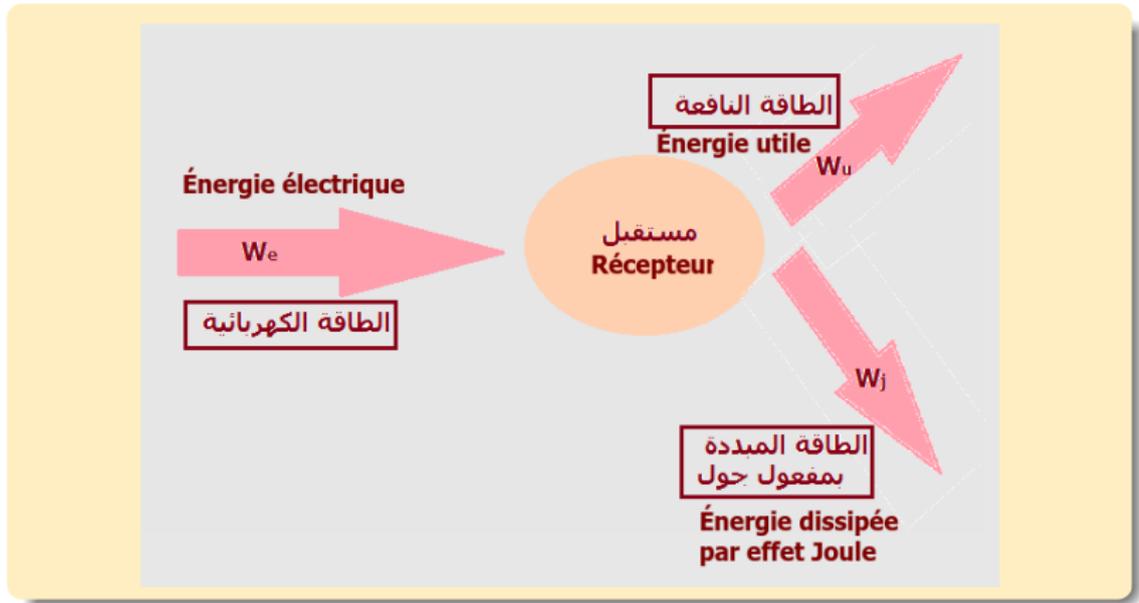
allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif



II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

La puissance électrique reçue par le récepteur :

$$\mathcal{P}_e = \frac{W_e}{\Delta t} = E' \cdot I + rI^2$$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

c. Rendement d'un récepteur

Le rendement d'un récepteur est le quotient de l'énergie (ou puissance) utile sur l'énergie (ou puissance) reçue par le récepteur .

$$\rho = \frac{W_u}{W_e}$$

$$\rho = \frac{E' I \Delta t}{(E' + r' I) I \Delta t}$$

$$\rho = \frac{E'}{E' + r' I}$$

Le rendement $\rho < 1$ est sans unité et peut s'écrire en pourcentage .

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

2. Au niveau d'un générateur

a. Loi d'ohm pour un générateur

La tension U_{AB} aux bornes d'un générateur qui donne une intensité électrique I est :

$$U_{AB} = E - rI$$

Avec E la force électromotrice du générateur
r sa résistance interne .

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

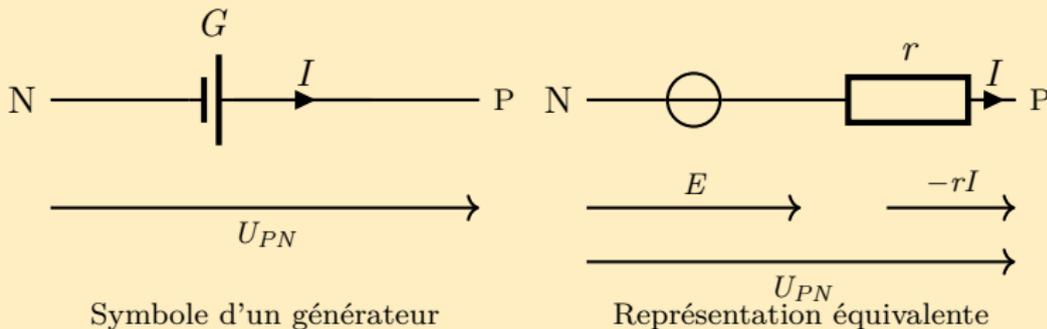
allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif



E représente la tension aux bornes du générateur lorsqu'il n'est traversé par aucun courant électrique $I = 0$.

Par exemple pour une pile cylindrique $E = 1,5 V$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

a. Bilan d'énergie d'un générateur

La tension U_{PN} aux bornes du générateur est :

$$U_{PN} = E - rI \quad (1)$$

Si on multiplier chaque membre de l'équation (1) par $I \cdot \Delta t$ on aura :

$$U_{PN} I \Delta t = E I \Delta t - r I^2 \Delta t$$

$$E I \Delta t = U_{PN} I \Delta t + r I^2 \Delta t$$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

Dans cette relation, on a :

☞ $U_{PN}I\Delta t$: représente l'énergie électrique W_e fournie par le générateur au circuit. C'est donc l'énergie utile W_u

$rI^2\Delta t$: Représente l'énergie thermique W_j dissipée par effet joule dans le générateur.

☞ $E I \Delta t$: Représente l'énergie totale W_T du générateur : c'est l'énergie que consomme le générateur pour la transformer en énergie électrique. Cette énergie totale peut avoir une forme d'énergie chimique dans les piles et les batteries d'accumulateurs ; ou une forme mécanique dans les alternateurs ou une autre forme d'énergie.

$$W_T = W_e + W_j$$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

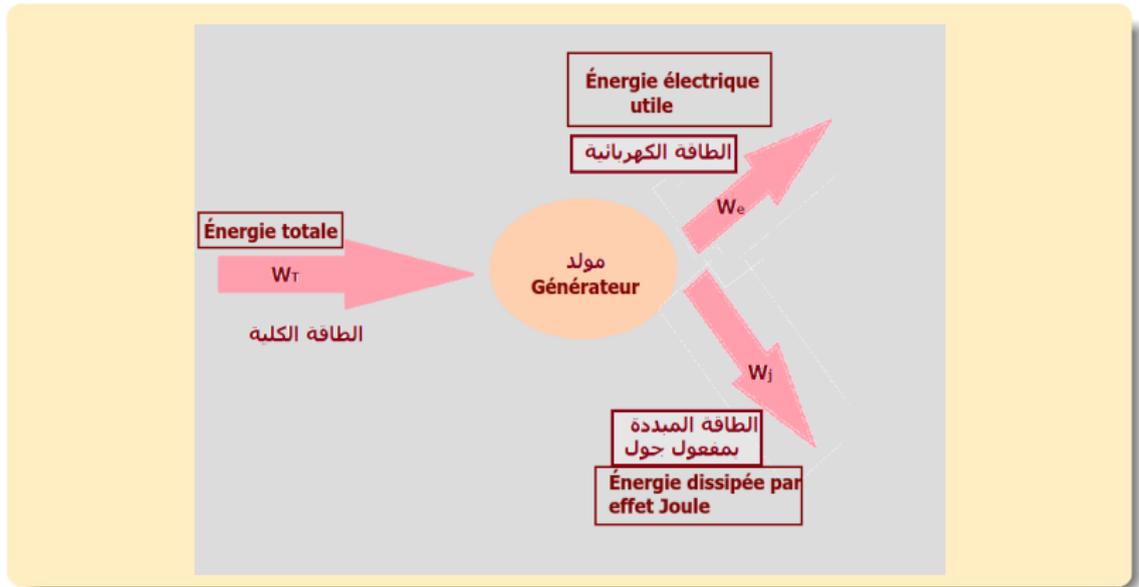
allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif



II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

* La puissance électrique totale du générateur est :

$$\mathcal{P}_T = \mathcal{P}_e + \mathcal{P}_j$$

$$\mathcal{P}_T = U_{PN}I + rI^2$$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

c. Rendement d'un générateur

Le rendement d'un générateur est le quotient de l'énergie ou la puissance électrique utile W_e sur l'énergie ou la puissance totale W_T

$$\rho = \frac{W_e}{W_T}$$

$$\rho = \frac{U_{PN}I\Delta t}{EI\Delta t}$$

$$\rho = \frac{E - rI}{E} = 1 - \frac{rI}{E}$$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

3. Transfert d'énergie dans un circuit électrique simple

On considère le circuit électrique simple ci-contre . On a d'après la loi d'addition des tensions :

$$U_{PN} - U_{AB} = 0$$

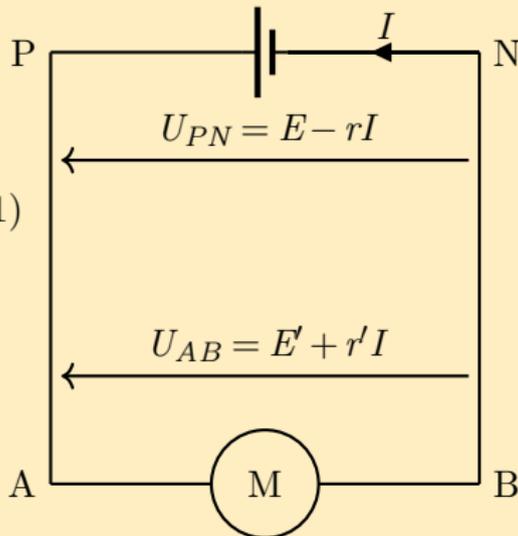
$$U_{PN} = U_{AB} \Rightarrow E - rI = E' + r'I \quad (1)$$

On multiplie chaque membre de l'équation (1) par I et on aura :

$$EI - rI^2 = E'I - r'I^2$$

$$EI = E'I + (r + r')I^2$$

$$\mathcal{P}_T = \mathcal{P}_e + \mathcal{P}_j$$



II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

$\mathcal{P}_T = EI$: La puissance totale du générateur .

$\mathcal{P}_e = E'I$: La puissance utile .

$\mathcal{P}_j = (r + r')I^2$: La puissance dissipée par effet Joule

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

4. Le rendement globale d'un circuit simple

On définit le rendement global de ce circuit simple par la relation :

$$\rho = \frac{\mathcal{P}_e}{\mathcal{P}_T}$$

$$\rho = \frac{E'I}{EI}$$

$$\rho = \frac{E'}{E}$$

II. Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Remarque :

Le rendement du moteur dans le circuit est $\rho_M = \frac{E'}{U_{AB}}$ et le rendement du générateur est $\rho_g = \frac{U_{PN}}{E}$. Et puisque $U_{AB} = U_{PN}$ on conclue que

$$\rho = \rho_M \cdot \rho_g$$

III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

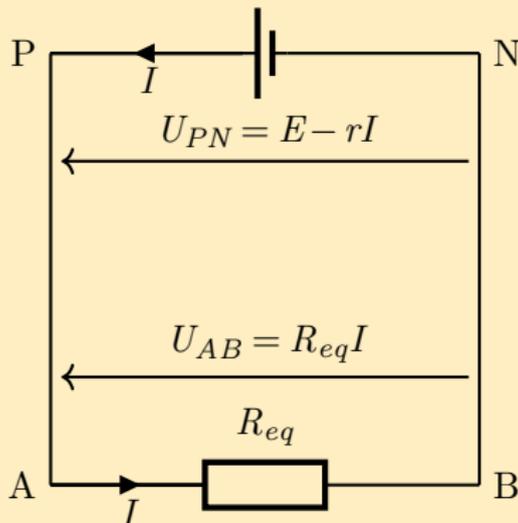
Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

1. L'intensité du courant électrique dans un circuit résistif

On considère un générateur $G(E, r)$, branchée en série avec un conducteur ohmique AB équivalent à des conducteurs ohmique sont branchés en série ou (et) en parallèle, de résistance R_{eq}

i.e que :

$$I = \frac{E}{r + R_{eq}} \quad (1)$$



III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

D'après la loi d'ohm pour un générateur on peut écrire :
 $U_{PN} = E - rI$ Et la loi d'Ohm pour le dipôle AB $U_{AB} = R_{eq}I$ et
comme on a $U_{AB} = U_{PN}$ donc $R_{eq}I = E - rI$ i.e que :

$$I = \frac{E}{r + R_{eq}} \quad (1)$$

III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Influence de la f.e.m et de la résistance équivalence R_{eq} sur l'énergie fournie par le générateur

L'énergie électrique fournie par un générateur au cours d'une durée Δt est $W_e = U_{PN}I\Delta t$ avec $U_{PN} = U_{AB} = R_{eq}I$ i.e :

$$W_e = R_{eq}I^2\Delta t$$

et d'après la relation (1) on a :

$$W_e = \frac{R_{eq}}{(r + R_{eq})^2} E^2 \Delta t$$

III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

L'énergie électrique fournie par un générateur pendant la durée Δt est proportionnelle au carré de la force électromotrice E :

$$W_e = \frac{R_{eq}}{(r + R_{eq})^2} E^2 \Delta t$$

III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

Dans le cas où $r = 0$, i.e une alimentation stabilisée comme le générateur idéal de tension , dans un intervalle où l'intensité du courant est bien déterminée , ou la tension U_{PN} est constante et égale à E .

Dans ce cas

$$W_e = \frac{E^2}{R_{eq}} \cdot \Delta t$$

III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement
globale
d'un circuit
électrique

allal
Mahdade

Introduction

Conservation
de l'énergie
dans un
circuit
électrique

Transfert
d'énergie
électrique
pendant
une durée
 Δt

Facteurs
influençant
l'énergie
fournie par
un
générateur
à un circuit
résistif

Conclusion

Pour une f.e.m constante , l'énergie électrique fournie par le générateur est inversement proportionnelle à la résistance équivalente R_{eq}

III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Remarque

Quelle est la puissance électrique maximale fournie par un générateur au circuit résistif?

On a

$$\mathcal{P}_e = \frac{W_e}{\Delta t} = \frac{R_{eq}}{(r + R_{eq})^2} E^2$$

L'étude de la variation \mathcal{P}_e en fonction de R_{eq} nous montre que \mathcal{P}_e a une valeur maximale lorsque $R_{eq} = r$ i.e

$$\mathcal{P}_{emax} = \frac{E^2}{4r}$$

III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement globale d'un circuit électrique

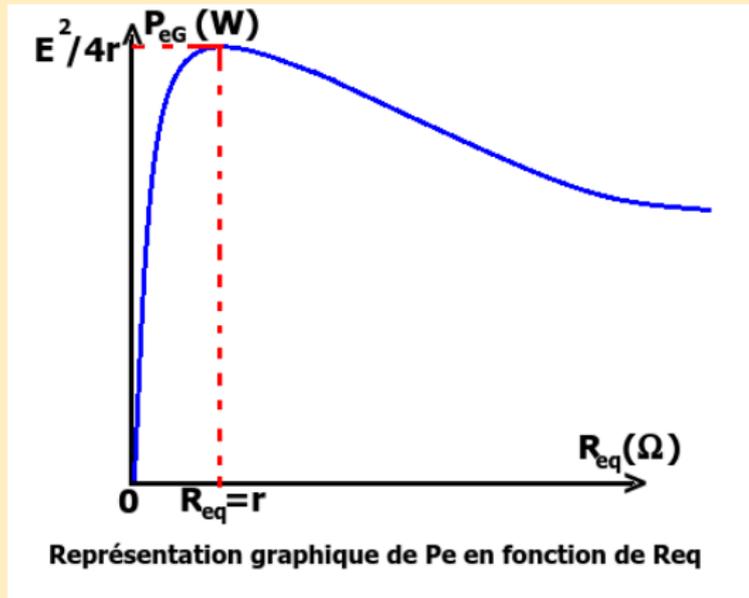
allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif



III. Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Comportement globale d'un circuit électrique

allal Mahdade

Introduction

Conservation de l'énergie dans un circuit électrique

Transfert d'énergie électrique pendant une durée Δt

Facteurs influençant l'énergie fournie par un générateur à un circuit résistif

Limite de fonctionnement d'un conducteur ohmique

Tout conducteur ohmique s'échauffe quand il est traversé par un courant électrique . Après une durée de fonctionnement transitoire , cette chaleur ne s'évacue pas rapidement ce qui risque de le détériorer .

Généralement les fabricants donnent la résistance R et la puissance maximale supportable par le conducteur ohmique .

On calcule I_{max} et U_{max} par la relation

$$\mathcal{P}_{max} = U_{max}I_{max} = R \cdot I_{max}^2$$

$$I_{max} = \sqrt{\frac{\mathcal{P}_{max}}{R}}$$

$$U_{max} = \sqrt{\mathcal{P}_{max} \cdot R}$$