



Électricité

Les ateliers cours d'électricité

- Électricité 1 :** Électricité statique
Électricité dynamique
Les effets de l'électricité
- Électricité 2 :** Circuit électrique idéal, réel
Résistance, tension, courant,
puissance, calcul
- Électricité 3 :** Générateur tension/courant
Loi d'Ohm
AC, DC, DCC



Électricité 1

17.02.2007

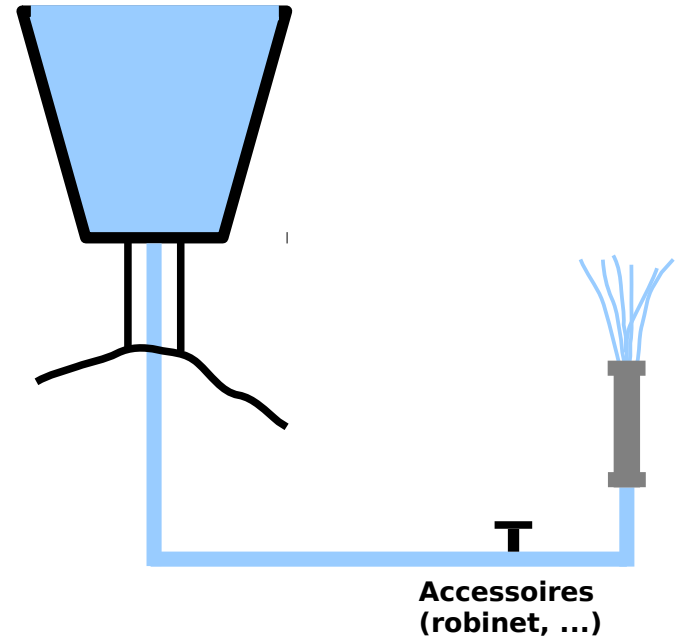
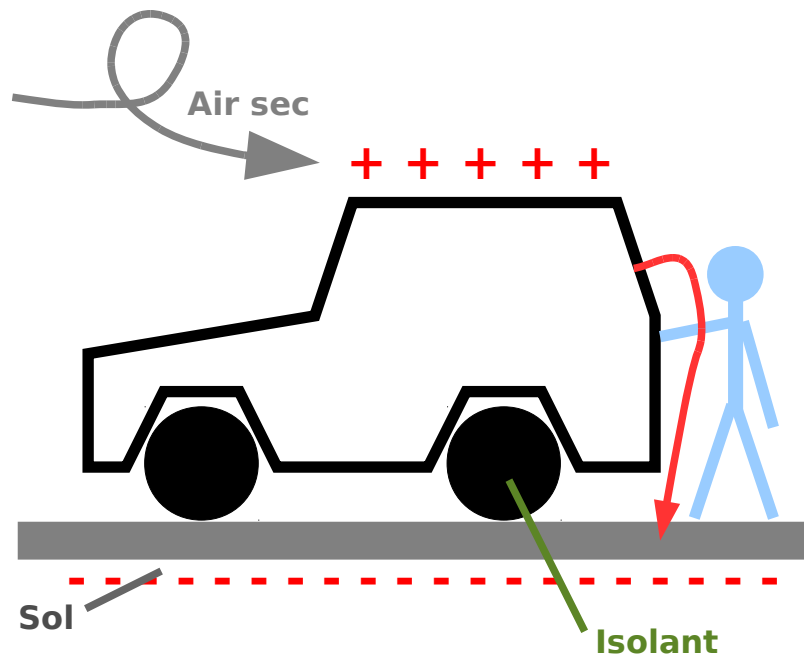
Les effets de l'électricité

Effets ?



Électricité 1

17.02.2007



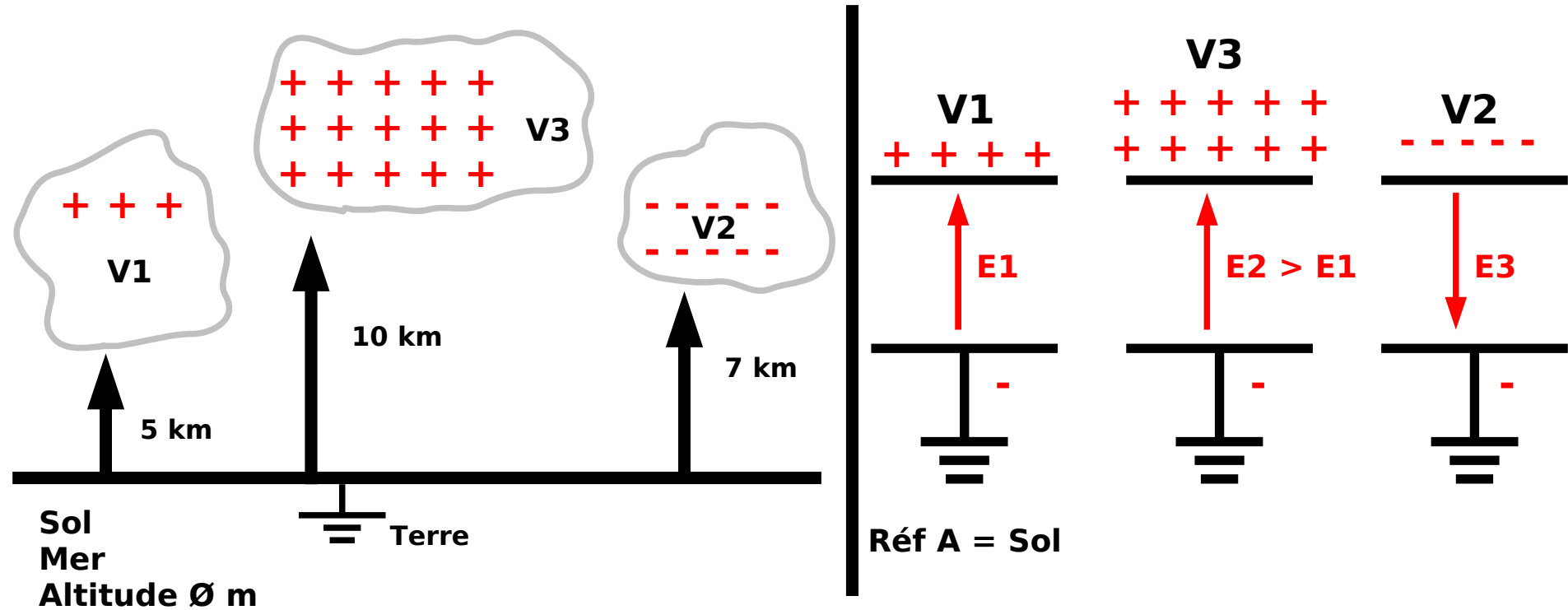
Tuyauterie de longueur L et de section déterminée.

Caractéristique du circuit hydraulique.



Électricité 1

17.02.2007





Électricité 1

17.02.2007

- **Force électrostatique F** (exemple : cheveux)

→ Champ électrique

$$E = \frac{F}{Q}$$

$\frac{V}{M}$

F = Force électrostatique
Résultante

- **Potentiel :**

Dans le vide ou dans l'air, le champ E créé par la charge Q présente un potentiel V. Il exprime la quantité de charge Q par rapport à une référence unité : le Volt

- **Charge :**
 - + Composée d'atomes en manque d'électrons
 - Composée d'atomes en excès d'électrons



Électricité 1

17.02.2007

Déplacement de charges

- De manière aléatoire (naturelle, vent, humidité, ...)
 - ↳ air sec
- En fonction du type de matière [Isolant = Diélectrique]
- Déplacement de charge provoque un courant électrique (déplacement d'électrons)
- Déplacement naturellement aléatoire
 - S'il est permanent Courant continu
 - S'il est variable Courant alternatif
 - Champ électrique continu (DC)
 - Champ électrique alternatif (AC)
- Sens déplacement électrons : du - au +
Sens conventionnel du courant : du + au -



Électricité 1

17.02.2007

Électricité produite (Électrodynamique)

- **Générateur électrique**

Pile (Alessandro Volta) ou accumulateur

Dynamo (Zénobe Gramme) → Vélo (voiture)

Machines tournantes (magnétisme) → Alternateurs

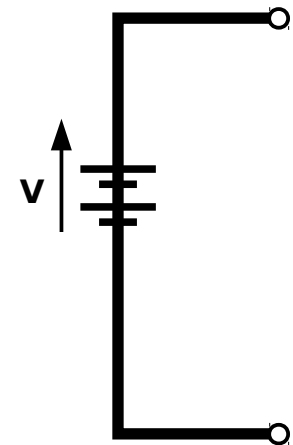
- **Récepteur électrique**

Tout consommateur (chauffage, éclairage, ...)

- **Circuit électrique**

Ce qui relie le générateur au récepteur
(câbles d'alimentation, antennes, ...)

Accessoires : Interrupteurs, ...

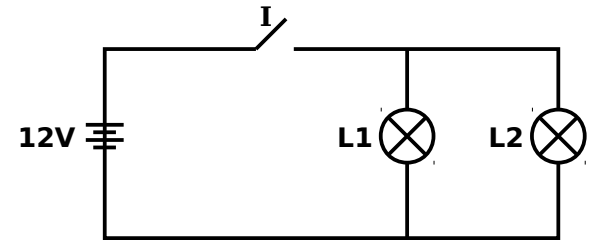
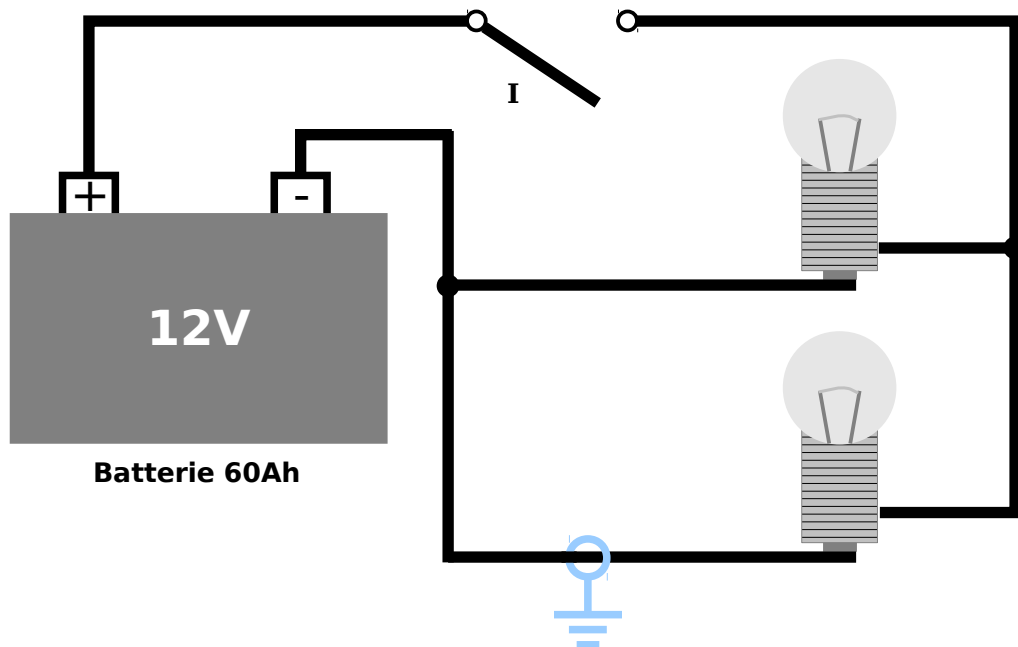




Électricité 1

17.02.2007

Exemple : éclairage d'une voiture





Électricité 1

17.02.2007

Applications électriques

- Électricité générale (éclairage, chauffage domestique, ...)
- Électricité industrielle
 - Machines tournantes (moteurs alternateurs)
 - Machines fixes (transformateurs)
- Électronique
 - Amplification signaux faibles
 - Digital
- Électronique puissance (variateur de vitesse, redresseurs, ...)
- Micro électronique (lasers, microprocesseurs, ...)



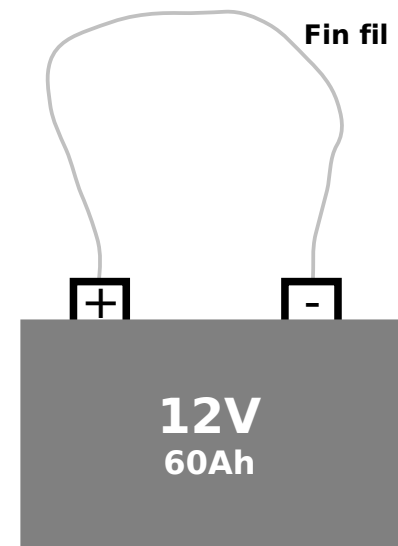
Électricité 1

17.02.2007

Les effets de l'électricité

- Effet visuel → destructif
- Effet thermique
- Effet sonore
- Effet physiologique → (100K Ω → 1M Ω)
- Effet magnétique

= Normalisation (règles)





Électricité 2

17.03.2007

Bases Circuit Électrique

Rappel :

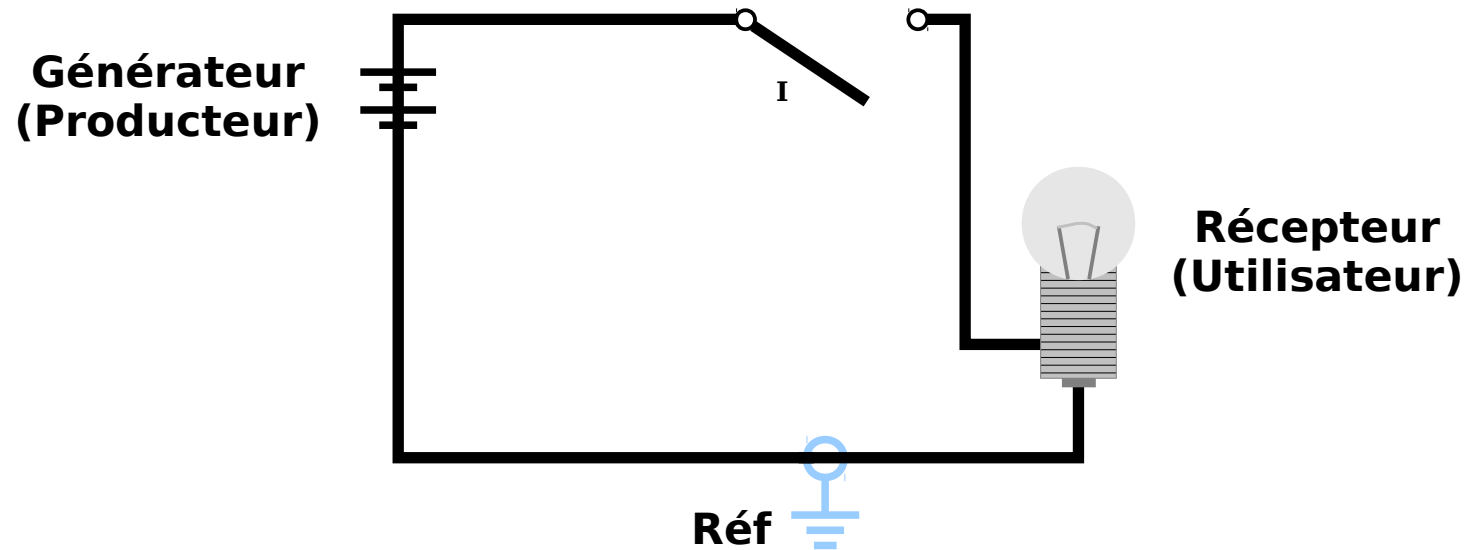
- Accumulation charges électriques → Champ électrique
→ Potentiel (Volt)
 - Déplacement charges électriques → Courant électrique
- Déplacement constant → Courant DC continu
Déplacement variable → Courant AC alternatif



Électricité 2

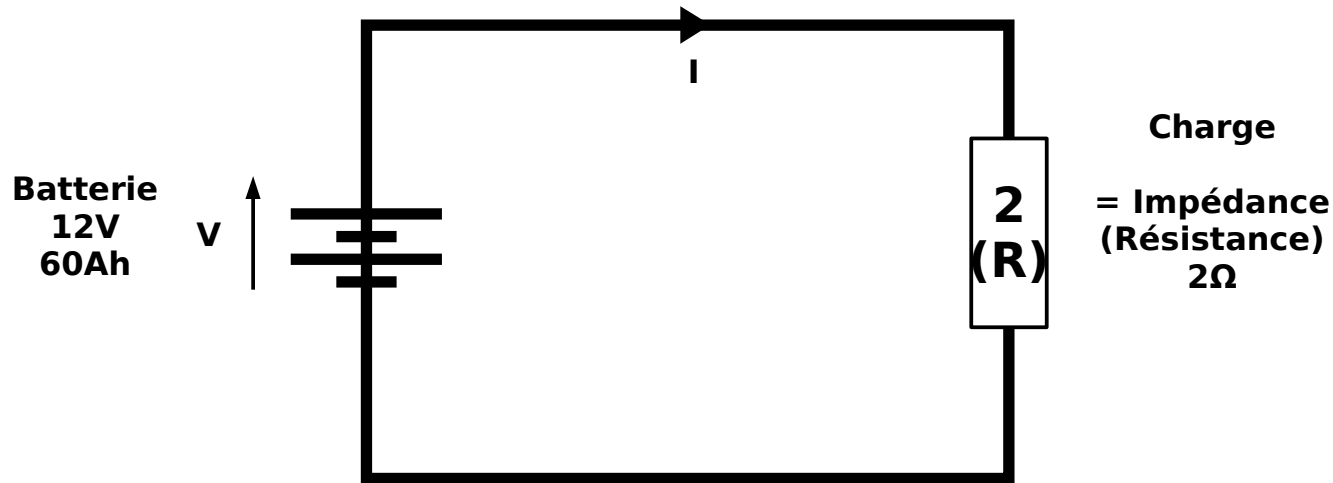
17.03.2007

- Circuit électrique





Calcul de circuit



1. Circuit idéal (pas de perte → rendement optimal)

Loi Ω $I = \frac{V}{R}$ $\frac{12}{2} = 6A$ (Ampère MKSA)

Puissance fournie par le générateur

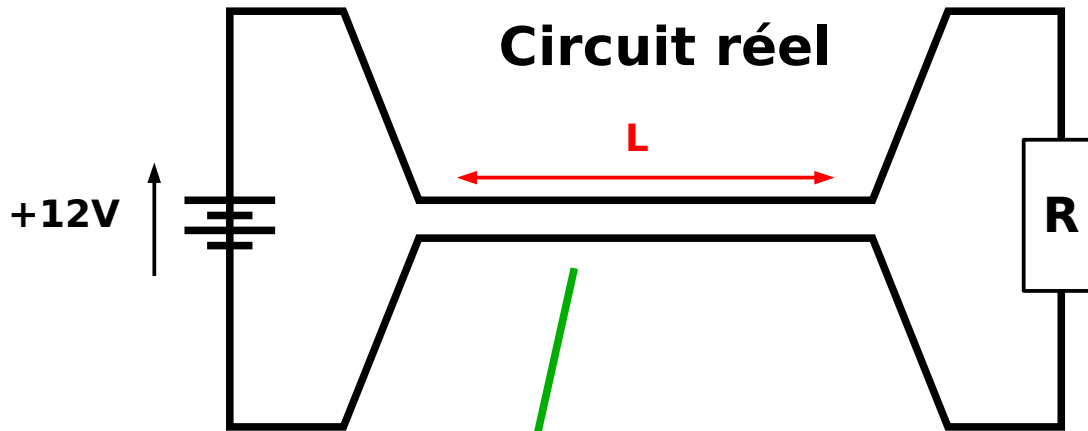
P (Watt) = U (Volt) . I (Ampère)

$P = 12 . 6 = 72W =$ Puissance reçue par la charge → Perte nulle



Électricité 2

17.03.2007



$$R_L = \rho \frac{L \text{ (Longueur)}}{S \text{ (Section)}}$$

Résistance / Km →

$$R_L = \frac{35}{S \text{ (mm}^2\text{)}}$$

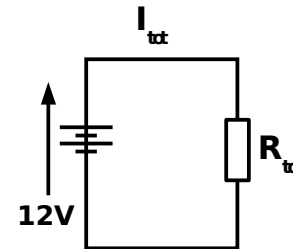
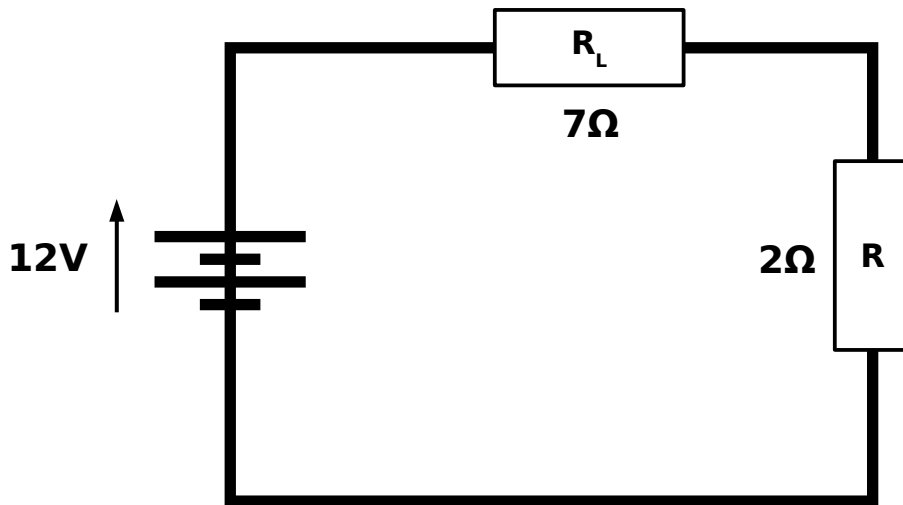
On choisit $S = 0,5 \text{ mm}^2 \rightarrow R_L = \frac{35}{0,5} = 70 \Omega/\text{Km}$
 $= 7 \Omega/100\text{m}$
 $= 0,7 \Omega/10\text{m}$
 $= 0,07 \Omega/\text{m}$

Que devient le circuit ?



Électricité 2

17.03.2007



$$R_{\text{tot}} = R_L + R = 9\Omega$$

$$I_{\text{tot}} = \frac{12}{9} = 1,3\text{A}$$

Puissance reçue par la charge R

$P = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$
W / Aux bornes de l'élément

$$P_R = 2 \cdot (1,3)^2 = 3,4\text{W}$$

$$P_L = 7 \cdot (1,3)^2 = 10\text{W}$$

Le générateur a fourni

$$P_{\text{tot}} = P_R + P_L = 13,4\text{W}$$



Association d'éléments

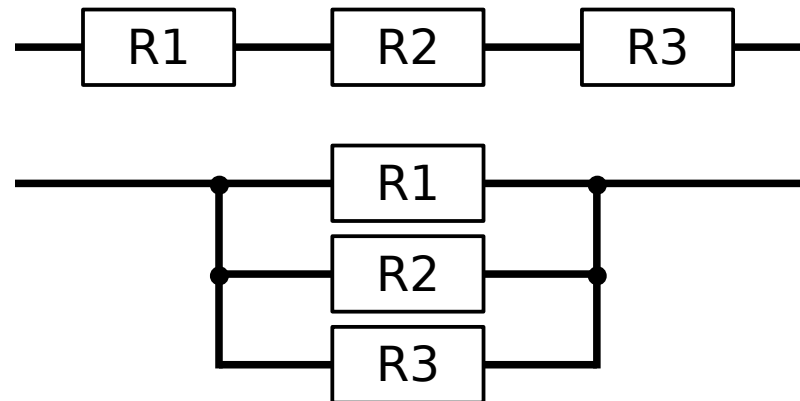
Montage série ou parallèle

Charge

Générateur

$$R = R1 + R2 + R3$$

$$1/R = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3$$

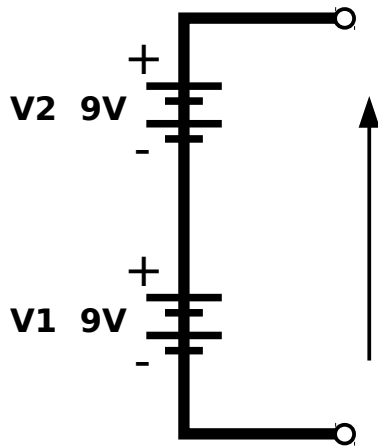




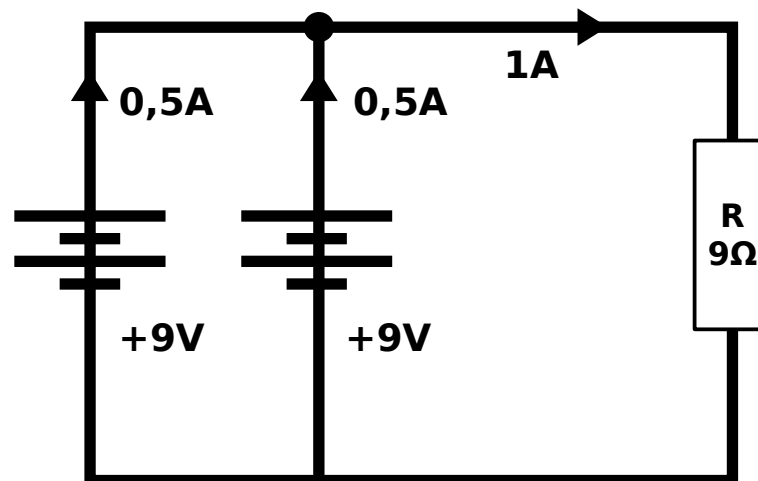
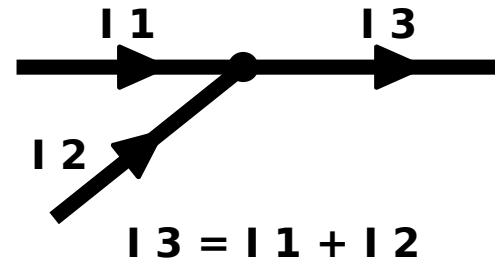
Électricité 2

17.03.2007

Théorie des nœuds



$$V = V1 + V2 (+18V)$$





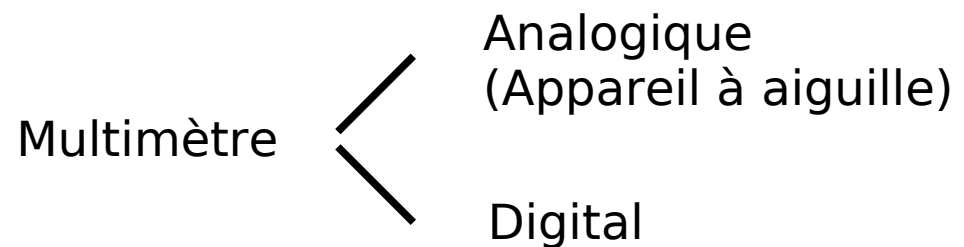
Électricité 2

17.03.2007

Mesure de signal

- Tension → Voltmètre (R_i élevé $> 50k\Omega$)
- Courant → Ampèremètre (R_i faible $< 1\Omega$)
- Résistance → Ohmmètre

·
·
·



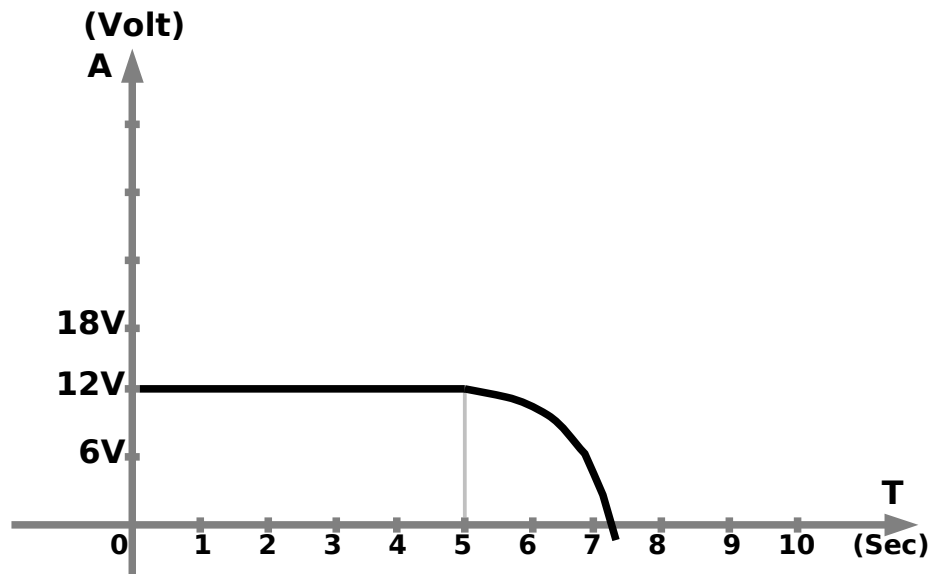


Électricité 2

17.03.2007

Représentation temporelle d'un signal

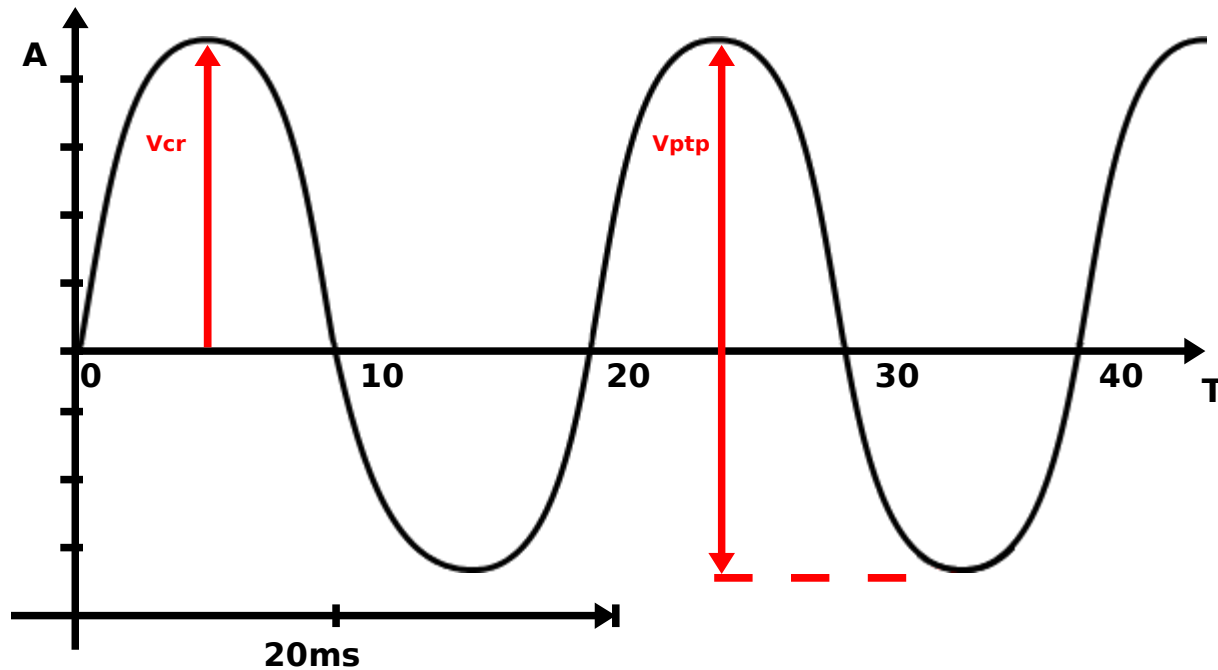
Ligne du temps (abscisse, ligne X, ...)
Condition de mesure (T° , ...)
État initial





Électricité 2

17.03.2007





Électricité 2

17.03.2007

V_{cr} = Tension crête ou maximale

V_{ptp} = Tension crête à crête

V_{eff} = Tension efficace (équivalent tension continue)

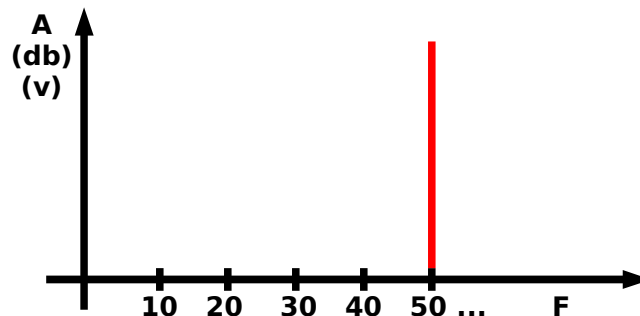
$$V_{cr} = V_{eff} \cdot \sqrt{2}$$

Exemple : Réseau 230V → 230V_{eff}

$$\rightarrow 230 \cdot 1,41 = 325V_{cr}$$

$$\rightarrow 650V_{ptp}$$

Représentation fréquentielle d'un signal



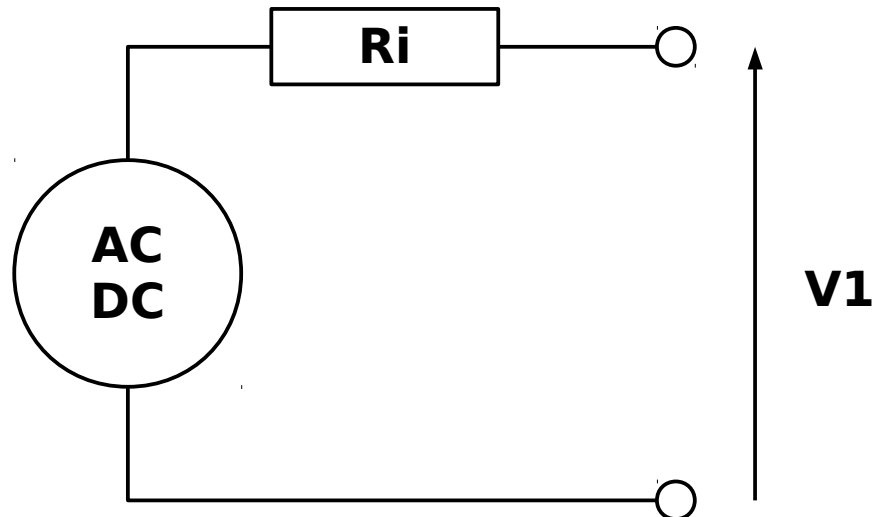
Abscisse : Fréquence
Ordonnée : Amplitude



Électricité 3

19.05.2007

Générateur de tensions :



R_i = Résistance interne du générateur, spécifique du générateur

$R_i \ll$ (faible)

V_1 = Tension à vide (sans charge) du générateur



Électricité 3

19.05.2007

- **Générateur AC :**

Transformateur (convertisseur AC/AC)
Alternateur, ...

- **Générateur DC :**

Pile
Batterie
Génératrice, dynamo, ...
Alimentation DC (convertisseur AC/DC, régulée)

Avantages :

- Isolation du secteur 230VAC
- Disponibilité quasi-permanente



Générateur de courant :

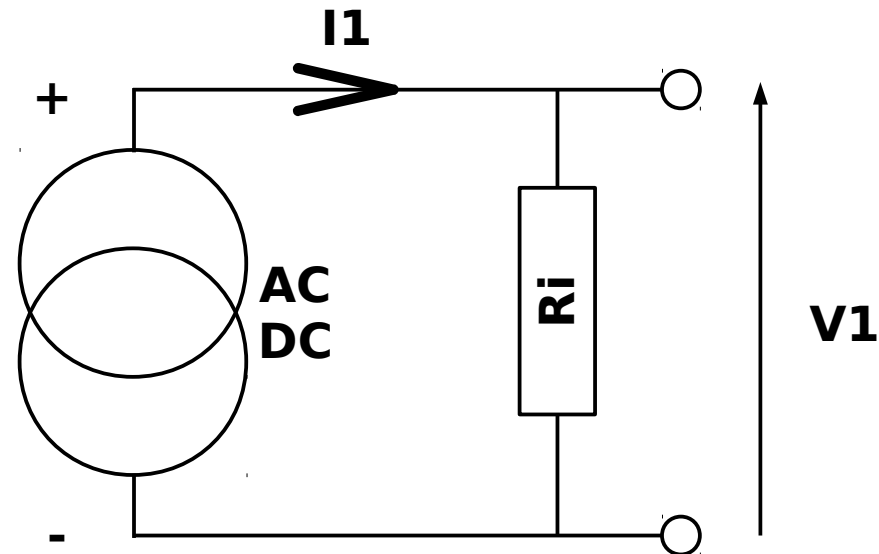
$R_i \gg$ (élevée)

Le générateur de courant est un générateur de tension pour lequel R_i est très élevée.

$$V_1 = R_i \times I_1$$

- **Applications :**

Chargeur de batterie
(à courant constant)
Éclairage ferroviaire, ...





Électricité 3

19.05.2007

Loi d'Ohm :

$R1$ = Résistance (Ohm)

$V1$ = Tension aux bornes de la charge $R1$ (DDP)

$I1$ = Courant traversant la charge qui dissipe la puissance $P1$

Connus

On cherche

V, I

$$R = V / I$$

$$P = V \times I$$

V, R

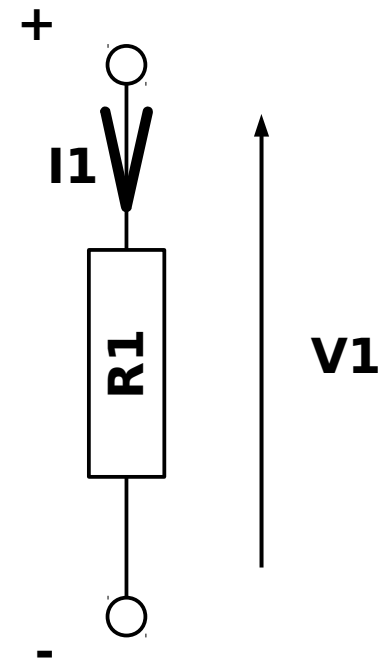
$$I = V / R$$

$$P = V \times V / R$$

R, I

$$V = R \times I$$

$$P = R \times I \times I$$





Circuit électrique réel : Pont diviseur

$$R1 = R_i$$

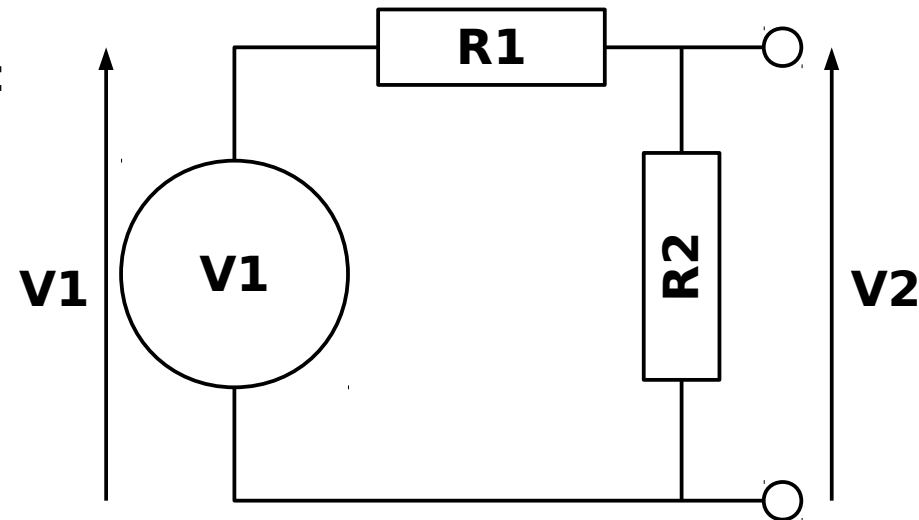
$R2 =$ Charge (lampe, aiguillage, ...)

Tension aux bornes de la charge :

$$V2 = V1 \times (R2 / R1 + R2)$$

Lorsque $R1 = R2$, il y a :

- Adaptation d'impédance (HF)
- Transfert maximum d'énergie à la charge

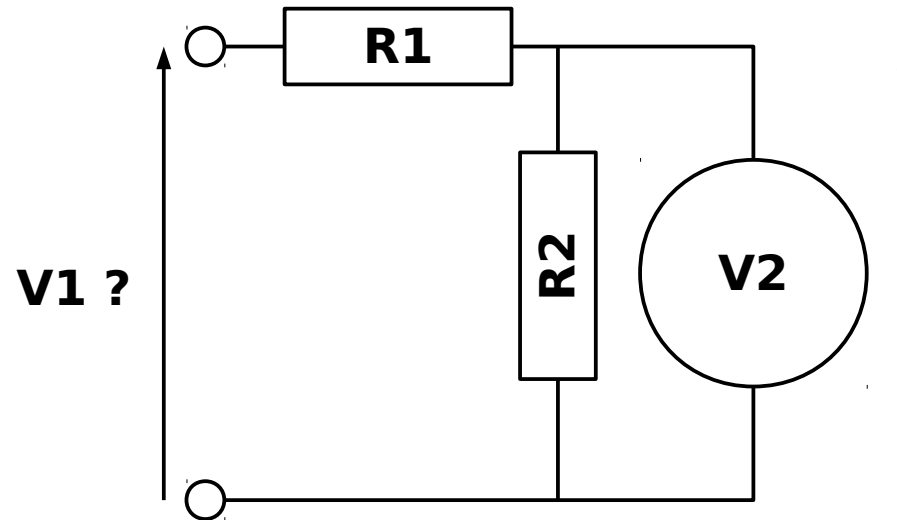




Électricité 3

19.05.2007

Exercice :



- Que vaut $V1$?
- Quelle est la tension aux bornes de $R1$?



Électricité 3

19.05.2007

Consommation de courant par accessoires ferroviaires :

HO

Locomotive (seule) 300 ... 500 mA

Locomotive + charge 600 ... 800 mA

Lampe 30 mA

Feux (LED) 10 mA

Fumigène 100 ... 200 mA

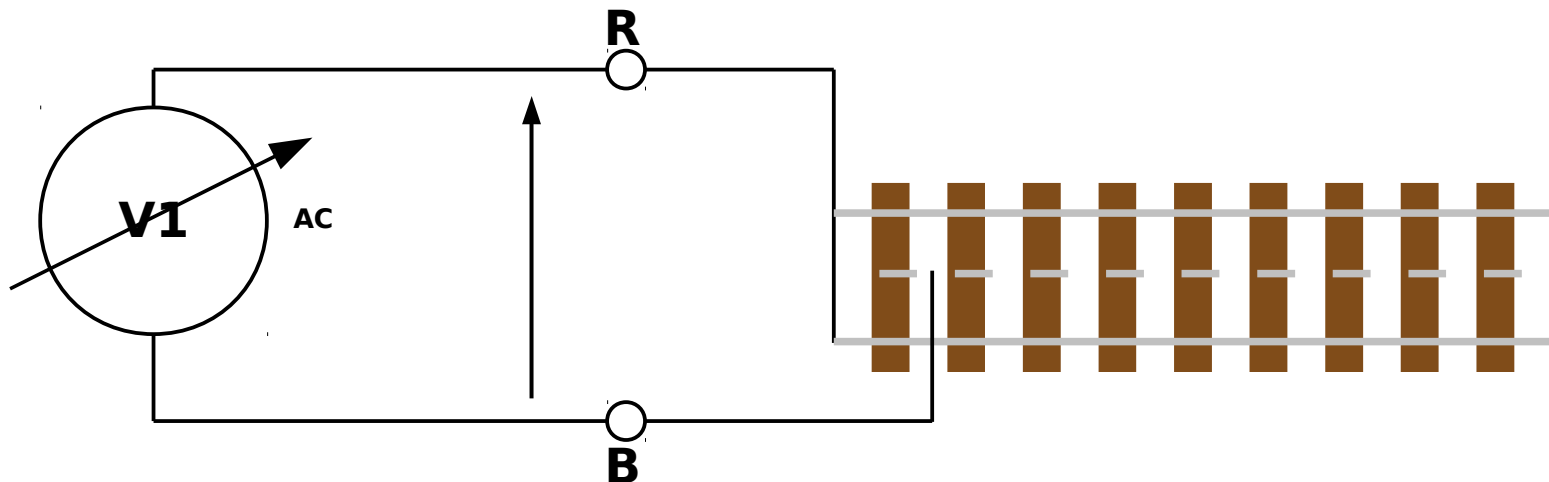
Dételeur 200 mA



Les modes d'alimentation AC/DC/Digital :

Courant alternatif (AC) :

- AC (Märklin, Trix, ...)
- Système 3 rails (plot central)
- 0 ... 16VAC variable (transformateur)
- Une surtension ($> 20\text{VAC}$) excite un relais inversant les bobines moteur pour le changement de sens de marche.



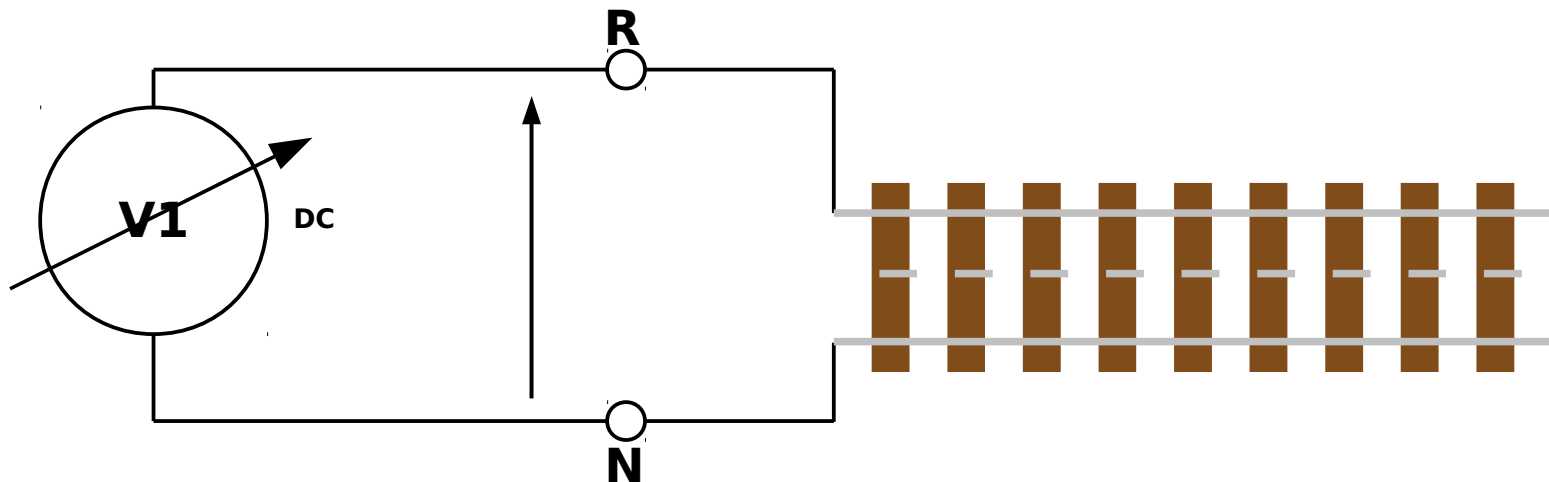


Électricité 3

19.05.2007

Courant continu (DC) :

- DC (Roco, Fleischmann, ...)
- Système 2 rails
- 0 ... 16 VDC variable (transformateur + redresseur)
- L'inversion du sens de marche se fait par la permutation de la polarité appliquée aux voies.





Électricité 3

19.05.2007

Digital (DCC) :

Centrale = Module électronique et informatique qui émet des données binaires (1 ou 0) dans les voies et servent :

- de messages de commande à destination des décodeurs embarqués (quelques mA)
- d'alimentation
 - Au décodeur (engin ou accessoire)
 - Au moteur via le module après redressement et aux accessoires embarqués.



Électricité 3

19.05.2007

Principe :

À un état logique (1 ou 0) correspond une tension +16V ou -16V
La partie de la centrale qui génère la puissance s'appelle "booster"
(2, 4, 8, 10A).

Le booster peut être interne ou externe à la centrale.

Un message digital est une succession de 1 et 0 dans la voie.

La manière d'interpréter ces bits s'appelle le "protocole" (langue).

DCC est le protocole ouvert (www.nmra.org) utilisé par un grand nombre de constructeurs (Lenz, Roco, Digitrax, Uhlenbrock, Piko, ...)
Märklin Digital est un protocole fermé inspiré du DCC (\neq Motorola).



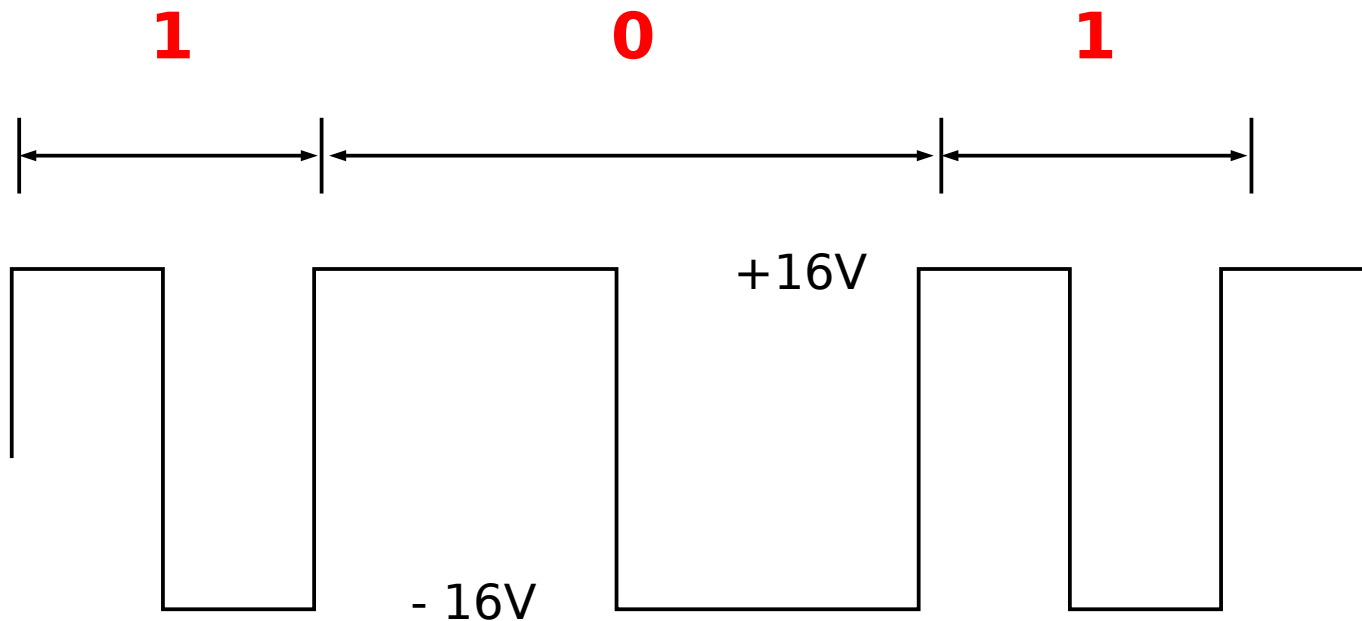
Électricité 3

19.05.2007

Signal DCC :

Le signal DCC peut être décodé par un analyseur DCC sur PC

Encodage F2F (état 1 = $100\mu\text{s}$; état 0 = $200\mu\text{s}$ typ.)





Électricité 3

19.05.2007

Formatage du signal :

Le signal est formaté par bloc de 8 bits (mot).
Plusieurs mots forment un message.

Exemple :

10100111 11000010 11000001
(1) (2) (3)

(1) : Type de message (consigne de vitesse)

(2) : Adresse du destinataire (locomotive n° x)

(3) : Pas (93/128)



Électricité 3

19.05.2007

Message unidirectionnel :

Message émis de la centrale vers la voie de manière continue et en boucle.

Pas d'information de retour.

Message Bidirectionnel (RailCom) :

Message de retour voie vers la centrale.

Optimisation du protocole.
(émission en boucle n'est plus nécessaire)

Implantation au niveau de la centrale complexe (cantons).



Électricité

Des questions ?

Club CFC

E-Mail de Alain Meunier : stargate@brutele.be

Site du Club : www.cfc.be.cx

Moyens télévisuels :

C'est pas Sorcier - France3

- L'aventure de l'électricité
- Électricité : Quand les branchés disjonctent