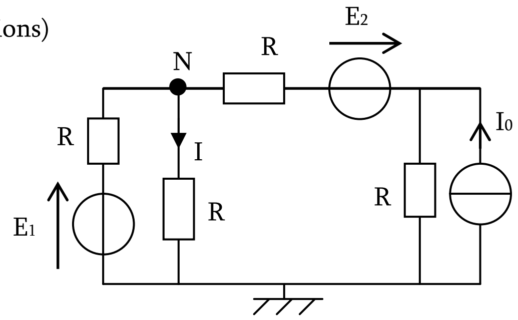
DS1 – Physique – 08/10/2009

EXERCICE 1 : Méthodes d'étude de circuit

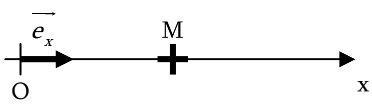
Déterminer, par les 3 méthodes proposées la valeur de I :

1. Les lois de Kirchhoff (écrire le système complet d'équations)
2. La réduction du circuit
3. Le théorème de superposition
4. Laquelle vous paraît la plus simple ici ?



EXERCICE 2 : Distance d'arrêt d'un véhicule

On étudie le mouvement d'un véhicule, considéré comme un point M, et qui évolue sur une longue ligne droite (l'axe Ox). A l'instant t = 0, il passe par l'origine en roulant à la vitesse v_0 constante. On prendra la valeur v_0 = 108km/h pour les applications numériques.



I. Temps de réaction

A t = 0, un obstacle se met sur la route à quelques dizaines de mètres de là, mais le conducteur met un temps t_r = 0,6s pour commencer à freiner (correspondant au temps de réaction). Pour $t \in [0, t_r]$, la voiture continue à rouler à la vitesse constante v_0.

1. Pour $t \in [0, t_r]$, donner l'expression de la position x(t), de la vitesse v(t) et de l'accélération a(t)
   (Bien préciser comment on les obtient et donner la formule générale d'intégration)
2. Quelle est la distance d_r parcourue entre 0 et t_r (expression littérale puis application numérique) ?
3. Tracer les évolutions de x(t), v(t) et a(t) sur $[0, t_r]$, en laissant de la place à droite pour la suite…
   (Echelle de temps [0-5s], échelle de position [0-100m])

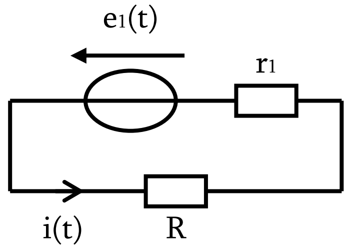
II. Freinage

A partir de t = t_r, le conducteur freine et on considère que les freins appliquent sur la voiture une accélération constante a_0 = -7.5m.s^{-2}, jusqu'à l'arrêt complet du véhicule à t = t_a.

4. Pour $t \in [t_r, t_a]$, donner l'expression de l'accélération, de la vitesse et de la position.
5. Compléter les courbes de x(t), v(t) et de a(t) sur $[t_r, t_a]$.
6. Donner l'expression du temps t_a pour lequel le véhicule s'arrête. Faire l'application numérique.
7. En déduire la distance d de freinage du véhicule (expression littérale en fonction de t_r, v_0 et a_0, puis application numérique)
8. Sur autoroute, on préconise toujours de conserver un écart entre deux voitures de 2 bandes blanches (chacune de 38m, espacées de 14m). En supposant que cet écart est tout juste respecté, et que la première voiture s'arrête net à t = 0, quelle est la vitesse maximale de la seconde voiture pour laquelle il n'y aura pas collision si elle freine dans les mêmes conditions avec a_0 = -7.5m.s^{-2} constant ?

EXERCICE 3 : Batterie Tampon

Une pile de résistance interne r_1 = 2Ω a une force électromotrice $e_1(t)$ qui diminue légèrement au cours du temps, de manière linéaire. A l'instant t = 0, elle vaut $e_1(0)$ = 6V, au bout d'une durée t = 24 heures, on a $e_1(24)$ = 4,8V. Cette pile alimente une résistance de charge R = 8Ω.



I Evolution de l'intensité sans batterie tampon

I.1 Exprimer l'intensité i(t) du courant qui parcourt R à l'instant t, en fonction de $e_1(t)$, r_1 et R.

I.2 La tension chute de manière linéaire $e_1(t) = e_1(0) + \alpha \cdot t$. Déterminer l'expression de α en V/h. Tracer l'évolution de $e_1(t)$ au cours des 24 premières heures. Que représente α sur la courbe ?

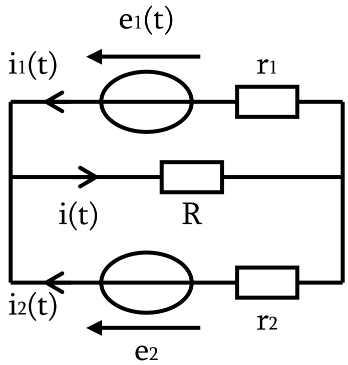
I.3 En déduire la loi littérale donnant i(t) en fonction du temps, puis la loi numérique avec I exprimée en mA et t exprimé en heures.

I.4 Calculer la diminution relative d'intensité en pourcents dans la résistance de charge en 24h.

I.5 Quelle est la puissance consommée par la résistance R à l'instant t = 0 ? Et à t = 24h ? Calculer la diminution relative de puissance consommée par R en pourcents en 24h.

II Présence d'une batterie tampon

Afin de stabiliser le courant dans la résistance de charge, on utilise un accumulateur de force électromotrice e_2 = 4V et de résistance interne r_2 = 0,1Ω. On place cet accumulateur, en parallèle avec la pile, aux bornes de la résistance R.



II.1 Montrer que l'intensité i(t) traversant la résistance de charge s'écrit alors : $i(t) = \dfrac{r_2 e_1(t) + r_1 e_2(t)}{r_1 r_2 + R(r_1 + r_2)}$

II.2 En déduire la loi littérale donnant i(t) en fonction de t, puis la loi numérique avec i en mA et t en heures.

II.3 Calculer la diminution relative d'intensité sur la durée de 24 heures. Conclusion ?

II.4 Déterminer l'expression de l'intensité $i_2(t)$ débitée par l'accumulateur en fonction de $e_1(t)$, e_2, r_1 , r_2 et R.

II.5 Interpréter alors le rôle de l'accumulateur, en déterminant sur quelle période de temps il se comporte comme un générateur et sur quelle période comme un récepteur.