Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

## PRÉSENTATION DU SYSTÈME : CHRONOTACHYGRAPHE

Le chronotachygraphe est un appareil de contrôle embarqué sur les véhicules professionnels (camion, car). Il consigne sur un disque d'enregistrement des informations comme la vitesse du véhicule, la distance parcourue, la durée de conduite du chauffeur...
Seule est étudiée ici la chaîne de mesure simplifiée du capteur de vitesse situé au niveau des roues jusqu'à l'affichage de la valeur numérique de la vitesse instantanée à l'aide d'une aiguille qui se déplace devant un cadran gradué.

Le sujet est composé de 3 parties pouvant être traitées de façon indépendante.

### Étude de la chaîne de mesure de la vitesse du véhicule

Le but de cette chaîne de mesure est d'obtenir une tension continue $V_E$ image de la vitesse du véhicule.
L'organisation de la chaîne de mesure est donnée ci-dessous :

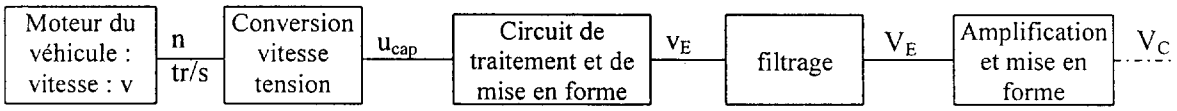
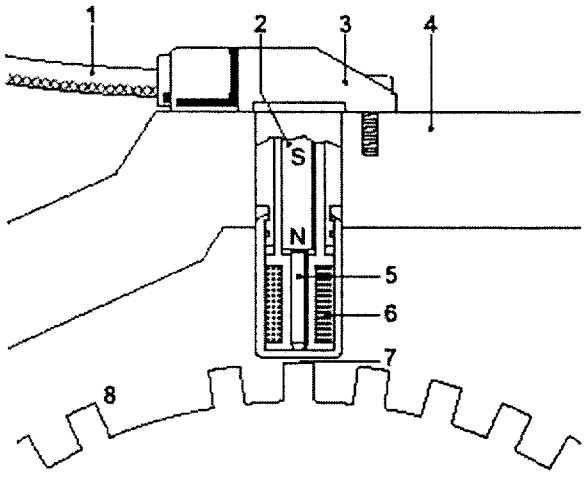



Figure 1

#### A.1 Transmission du mouvement, capteur de vitesse

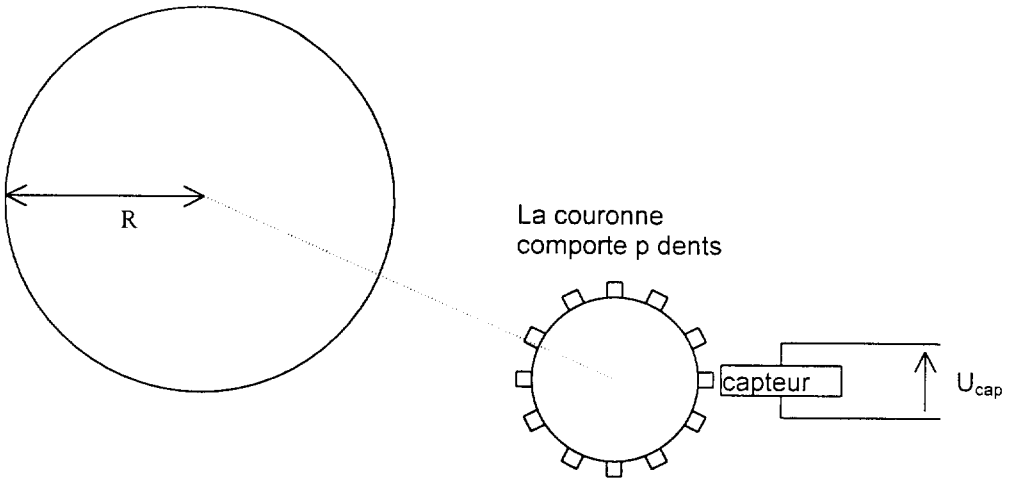
Le capteur est composé d'un aimant et d'une bobine dans laquelle plonge un noyau. Il ne réagit que s'il y a rotation de la couronne : lorsque la dent se déplace devant le capteur, il y a variation du champ magnétique et donc génération d'un courant induit dans la bobine.




1 – câble d'alimentation
2 – aimant permanent
3 – boîtier du capteur
4 – boîtier – support
5 – noyau en fer doux
6 – bobine
7 – entrefer
8 – couronne dentée avec encoche de référence

Figure 2

Principe de la conversion vitesse-fréquence :




donnée numérique : rayon de la roue R = 48 cm

Figure 3

Lorsque la roue (de rayon R) tourne, elle entraîne un disque métallique (couronne) muni d'un nombre p de dents. Chaque fois qu'une dent passe devant le capteur magnétoélectrique, un signal alternatif est généré (voir caractéristiques de $U_{cap}$ ci-après).

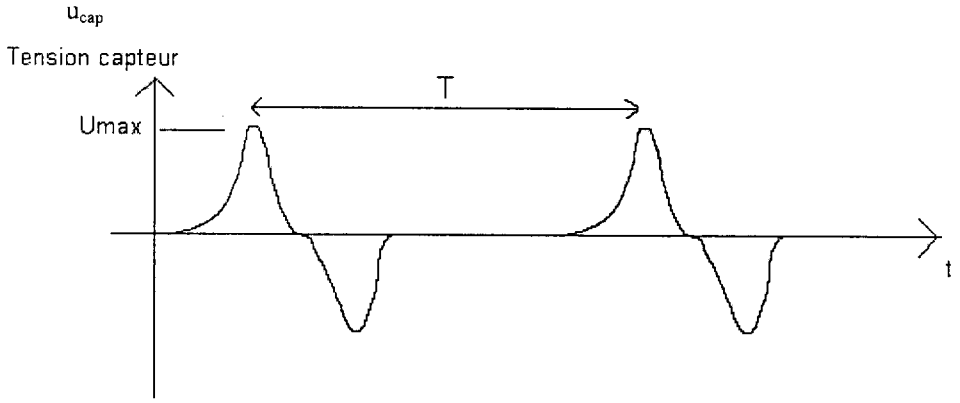



Figure 4

A1.1 Déterminer le nombre N de tours de roue effectués lorsque le véhicule parcourt un kilomètre.

A1.2 Calculer la fréquence n (en tr/s) de rotation de la roue pour une vitesse v du véhicule telle que : v = 18 km/h.

A1.3 En déduire la vitesse angulaire Ω de la roue (ou du disque).

A1.4 a) Exprimer la relation entre la période T de $u_{cap}$ et la fréquence de rotation n (exprimée en tr/s) de la roue.

b) En déduire le nombre p de dents pour que, lorsque v = 18 km/h, la fréquence f de $u_{cap}$ soit telle que : f = 40 Hz.

A.2 Étude du filtre

Le signal issu du capteur après remise en forme est un signal rectangulaire d'amplitude 8V et de fréquence variable en fonction de la vitesse du véhicule.
La durée à l'état haut $t_{on}$ est constante et vaut 2ms.
Ce signal est appliqué à l'entrée du filtre.

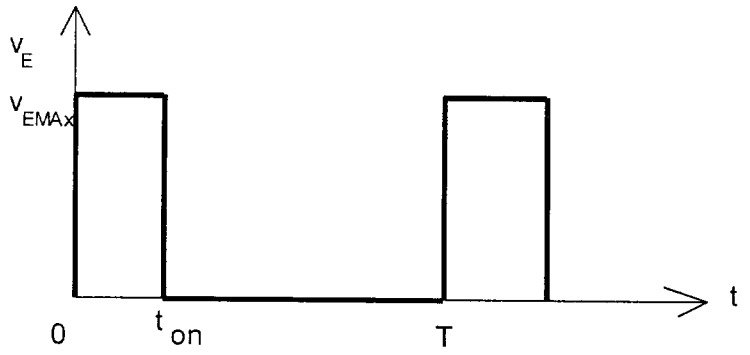



Figure 5

A2.1 Le filtre ayant été étudié expérimentalement, on a obtenu la caractéristique du gain G ($G = 20.\log_{10}(Vs/Ve)$) en fonction de la fréquence donnée en annexe 1 figure 10.
Quelle est la nature du filtre ?

A2.2 Tracer les asymptotes pour les hautes fréquences et déterminer :
a) la pente sur une décade de fréquence (exprimée en dB par décade) ;
b) la fréquence de coupure fc à –6dB du filtre.

A2.3 On donne le spectre en fréquence du signal $v_{E1}$ (Annexe 1, figure 11).
a) Déterminer l'amplitude du fondamental et du premier harmonique.
Que représente le premier trait (pour f=0) ?
b) Placer la fréquence de coupure fc déterminée dans la question précédente sur le spectre.
c) En déduire le rôle du filtre et dessiner sur votre copie la forme de la tension vs.

A2.4 Exprimer la valeur moyenne de la tension $v_E$ en fonction de $V_{EMAX}$, f et $t_{on}$.

A2.5 La valeur moyenne de $v_E$ , notée $<v_E>$, est telle que : $<v_E> = k.f$. Exprimer k en fonction de $t_{on}$ et $V_{EMAX}$ puis le calculer en précisant son unité.

A2.6 Le rapport cyclique $\alpha$ est défini par $\alpha = \frac{t_{on}}{T}$ . $\alpha$ étant une fonction linéaire de la vitesse v du véhicule, on peut écrire : $\alpha = \frac{v}{225}$ avec v en km/h.
a) Montrer que $<v_E> = k'.v$
b) Exprimer numériquement k' sous forme d'une fraction.

## B Étude des éléments de la boucle d'asservissement de l'aiguille du chronotachygraphe

Cette boucle est constituée des éléments suivants

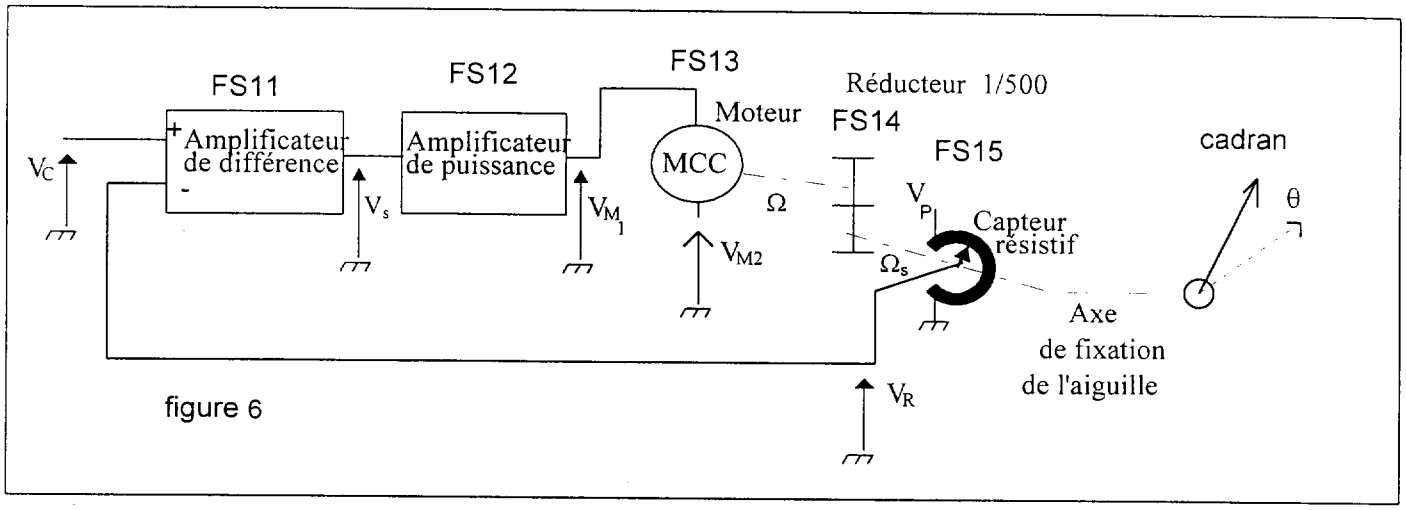



figure 6

B.1 Étude de L'amplification (FS 11 et FS 12). Le schéma est donné en annexe 2 figure 12.

B1.1 Montrer que l'on a $V^- = \frac{R1}{R1+R2}V_{M1} + \frac{R2}{R1+R2}V_R$

Exprimer la tension $V^+$ en fonction de $R_1$, $R_2$ et $V_C$

B1.2 Justifier que l'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire.

Quelle relation a t-on entre $V^+$ et $V^-$ ?

B1.3 Montrer que $V_{M1} = \frac{R2}{R1}(V_C - V_R)$

Application numérique avec : R2 = 200kΩ, R1= 3,9kΩ

B1.4 Écrire la relation entre $U_{CH}$, $V_{M1}$ et $V_{M2}$.

Application numérique avec $V_{M2}$ = 3,6V.

B1.5 Tracer (annexe 2 figure 13) $U_{CH}$ en fonction de $V_C$ (On prendra $V_R$ = 0)

B1.6 Quel est l'intérêt d'avoir $U_{CH}$ positif ou négatif ?

B.2 Étude du capteur de position (FS15).

C'est un potentiomètre monotour alimenté par une tension Vp telle que : Vp = 5V.

La tension mesurée entre le curseur et la masse évolue linéairement en fonction de l'élongation angulaire θ suivant la relation : $V_R = K.\theta$ où θ est exprimé en radian.

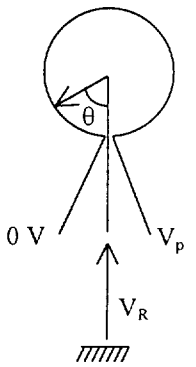



figure 7

qui peut être modélisé

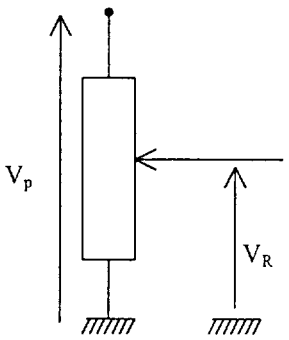



figure 8

$V_R$ varie donc de 0 à Vp quand l'élongation angulaire $\theta$ varie de 0 à $2\pi$.

Exprimer et calculer K. Préciser son unité

## C Synthèse de la boucle d'asservissement à l'aide de schéma bloc

Le schéma bloc de l'asservissement de position décrit sur la figure 6 page 5/9 est donné ci-dessous :

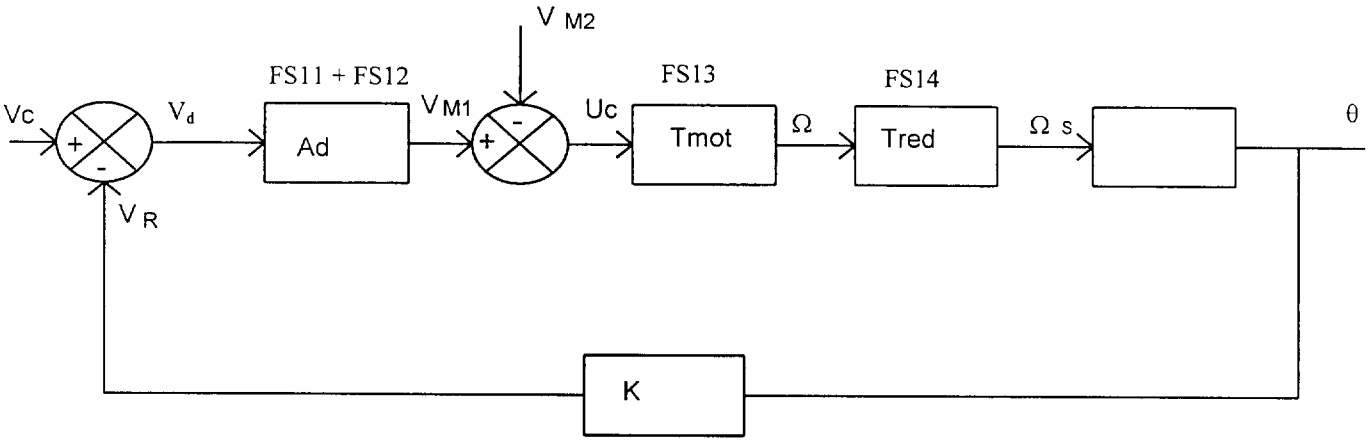



figure 9

C.1 Expliquer qualitativement le fonctionnement du système en boucle fermée, par exemple suite à l'augmentation de la vitesse du véhicule.

C.2 En utilisant les résultats du B, retrouver l'expression et la valeur de Ad.

C.3 Donner la valeur de la transmittance $T_{red}$ du réducteur (FS 14).

C.4 Donner la relation entre la vitesse angulaire $\Omega_S$ de rotation en sortie de réducteur et l'angle $\theta$ définissant la position de l'aiguille.

C.5 Étude de la réponse de la boucle à un échelon de vitesse assimilé, à l'entrée du système, à un échelon de tension $\Delta$Vc unitaire.

C5.1 La réponse à un échelon de tension unitaire est donnée en annexe 3 figure 14. Déterminer le temps de réponse à 5%.

C5.2 Dans un autre cas de figure, on pourrait avoir une réponse du type de la figure 15 annexe 3. Quel est le principal défaut de ce système ? Comment y remédier ?

## ANNEXE 1

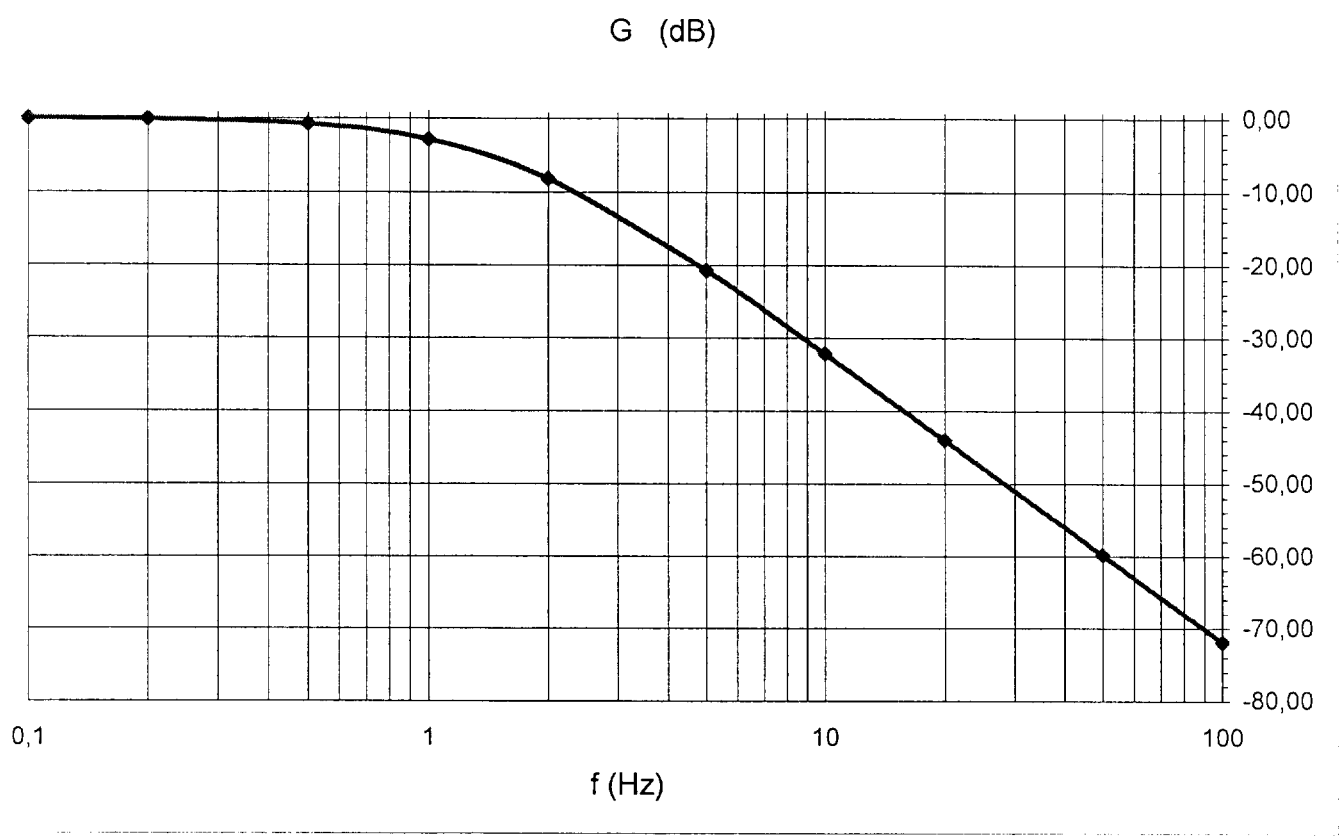



figure 10

Spectre en amplitude de v(t) pour $f_0$= 80Hz

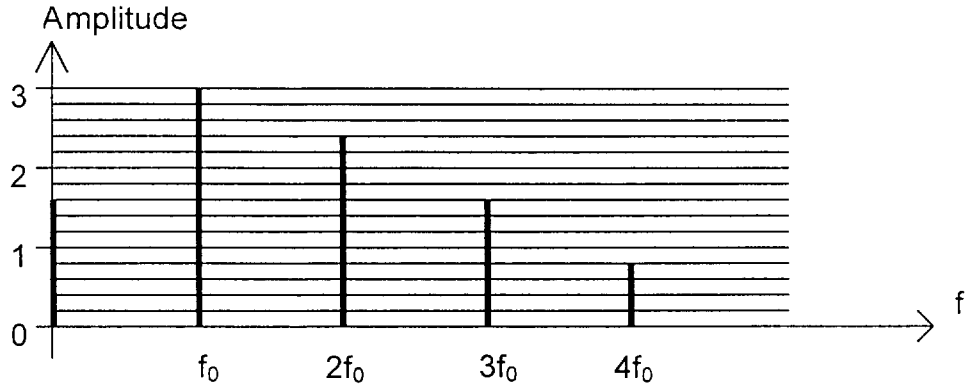



figure 11

# ANNEXE 2

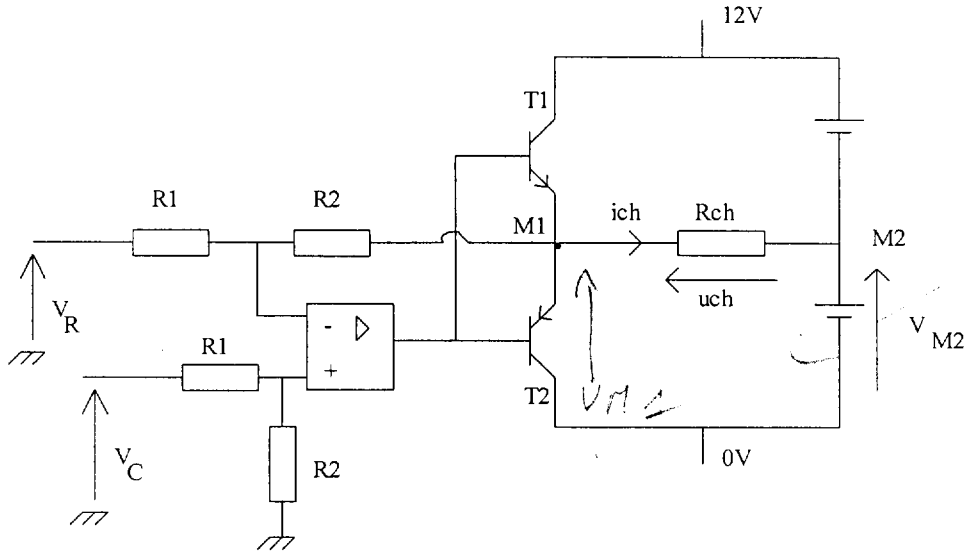



figure 12

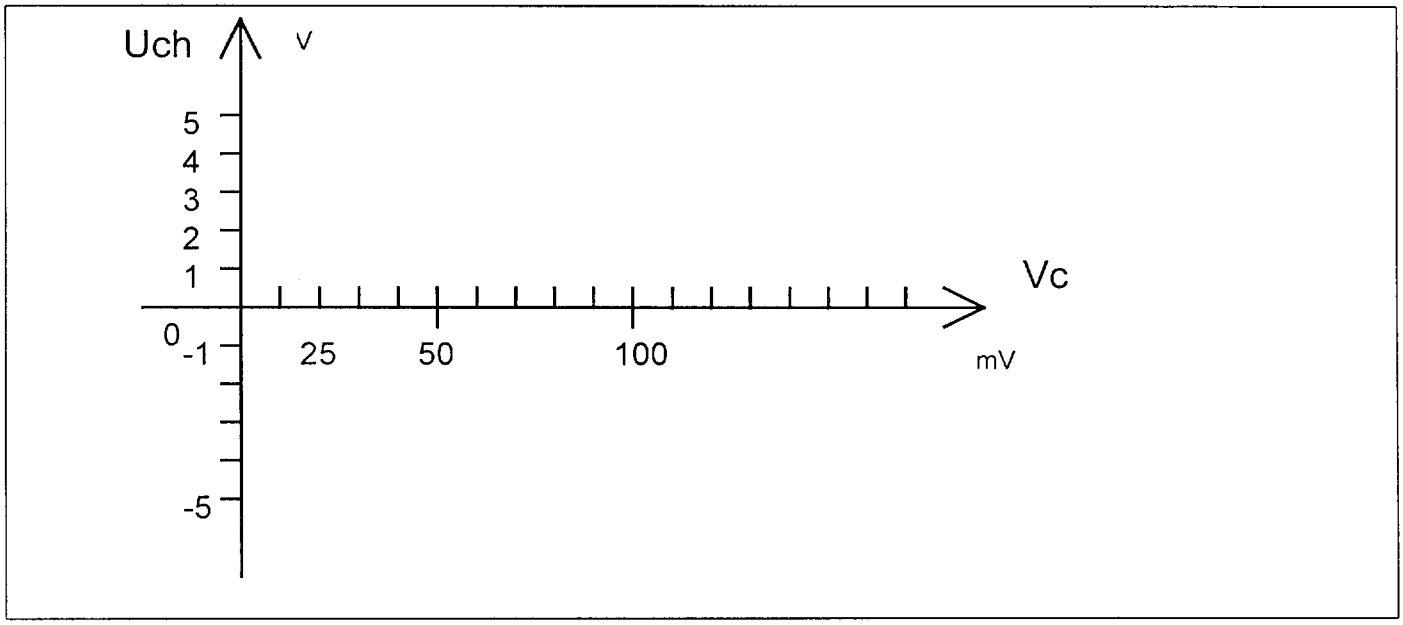



figure 13

## ANNEXE 3

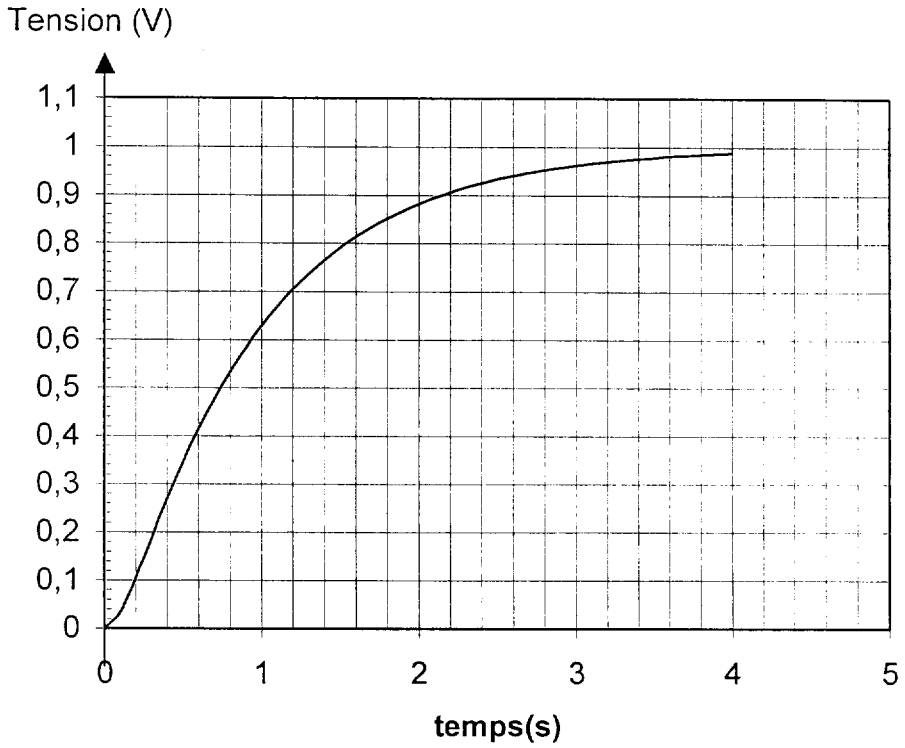



figure 14

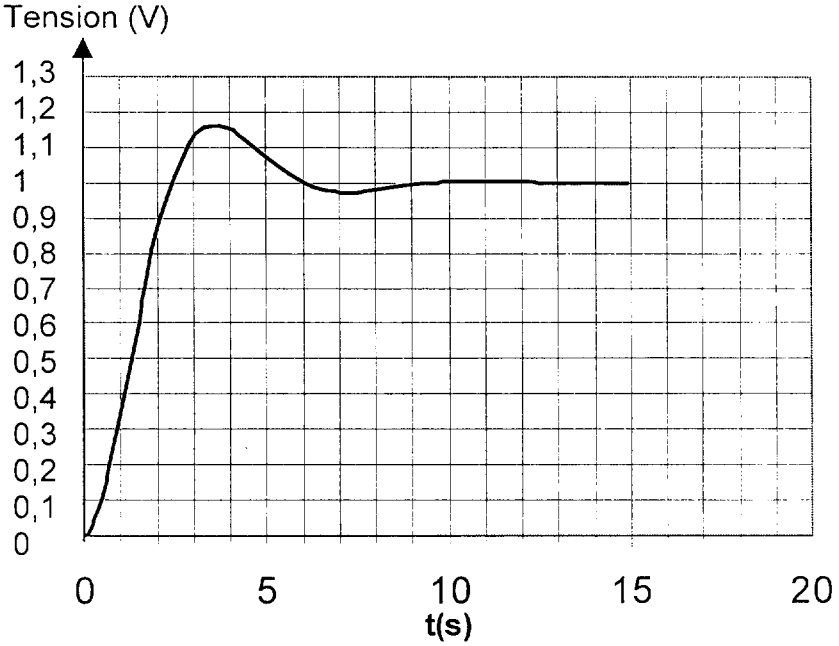



Figure 15

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.