



ELECTROTECHNIQUE - ELECTRONIQUE

La présentation de la copie est importante.

Il faut numérotter la réponse à chaque question.

Le sujet comporte **six parties** pouvant être traitées de manière indépendante.

Pour la partie D, les questions sont à traiter sur le document-réponse de la page 8.

Barème : l'épreuve est notée sur 60 points

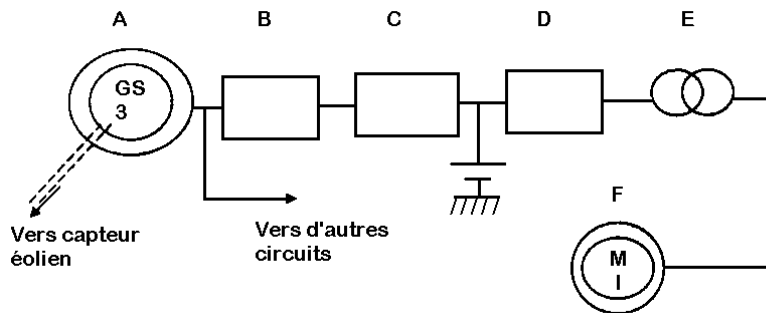
- Partie A : 16,5 points
- Partie B : 06 points
- Partie C : 15,5 points
- Partie D : 05 points
- Partie E : 08 points
- Partie F : 09 points

Le document-réponse page 8 est à rendre.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Un site, situé dans une zone bien exposée au vent, est alimenté en électricité par un aérogénérateur. Le sujet proposé étudie un équipement électrique de ce site qui comporte :

- un alternateur,
- un pont redresseur,
- un dispositif de contrôle de batterie d'accumulateurs un onduleur,
- un transformateur,
- un moteur asynchrone monophasé.



Partie A : L'alternateur

Les enroulements sont couplés en étoile, neutre non sorti.

1-/ Pour faire un essai à vide de cet alternateur, le montage de la figure 1 page 5 a été utilisé.

$$I_{ex} = 1,5 \text{ A}, \quad U_{ex} = 12 \text{ V} \quad \text{et} \quad R_1 = 1 \text{ k}\Omega.$$

A la fréquence de 2 300 tr/min, on a relevé les oscillogrammes de la figure 2 page 5.

En exploitant ces oscillogrammes, déterminer la fréquence des tensions de sortie et le nombre de pôles de l'alternateur. **(03 Points)**

2-/ D'autres essais ont permis de déterminer le modèle de l'alternateur pour une phase (figure 3 page 5) :

$$\text{à } n = 2\,300 \text{ tr/min}, \quad I_{ex} = 1,5 \text{ A}, \quad E_s = 18,7 \text{ V} ; \quad R = 0,1 \Omega ; \quad L\omega = 0,22 \Omega$$

2.1-/ Quelle relation lie e_s , L , R , i et v ? **(02 Points)**

2.2-/ Déterminer par une méthode de votre choix la valeur efficace de la tension simple lorsque l'alternateur, entraîné à la vitesse de 2 300 tr/min débite un courant d'intensité $I = 30 \text{ A}$ dans une charge inductive de facteur de puissance de 0,80. **(04,5 Points)**

3-/ On se propose d'établir le bilan des puissances avec les données suivantes :

- $n = 2\,300 \text{ tr/min}$;
- Tension entre phases $U = 21 \text{ V}$;
- Intensité du courant $I = 30 \text{ A}$;
- Facteur de puissance de 0,80, circuit inductif ;
- $I_{ex} = 1,5 \text{ A}, \quad U_{ex} = 12 \text{ V}.$

3.1-/ Calculer la puissance fournie par l'alternateur à la charge. **(02 Points)**

3.2-/ Les pertes autres que par effet Joule étant estimées à 80 W, calculer la puissance mécanique absorbée par le rotor. En déduire le moment du couple qui l'entraîne. **(03 Points)**

3.3-/ Déterminer le rendement de l'alternateur. **(03 Points)**

Partie B : Dispositif de redressement

Les batteries d'accumulateurs sont chargées à partir d'un pont redresseur triphasé double voie.

- 1-/ Donner le schéma du dispositif de redressement en prévoyant une résistance limitant le courant de charge. (02 Points)
- 2-/ On dispose d'un oscilloscope bi-courbe avec possibilité d'inversion du signal sur la deuxième voie. Indiquer sur le schéma proposé à la question précédente le branchement de l'oscilloscope pour visualiser simultanément la tension aux bornes d'une diode et la tension aux bornes d'une résistance destinée à limiter le courant de charge dans les batteries. (02 Points)
- 3-/ Déterminer la tension moyenne à la sortie du pont si la tension entre phases à l'entrée du pont vaut 21 V. (02 Points)

Partie C : Dispositif de contrôle de la batterie

Les amplificateurs utilisés dans les montages des figures 4 et 5 page 6 sont considérés comme parfaits, leurs tensions de saturation sont 15 V et 0 V.

T est un montage Darlington de transistors permettant de commander le circuit de charge de la batterie.

On admet que la porte logique NAND (dont la table de vérité est donnée à la page 7) n'absorbe aucun courant d'entrée. E_1 et E_2 sont des tensions de référence : $E_1 = 10,5$ V ; $E_2 = 13,8$ V.

- I-/ Le montage de la figure 4 représente un système de contrôle de la tension aux bornes de la batterie ; U_b doit rester comprise entre E_1 et E_2 .

I-1-/ Quel est le régime de fonctionnement des amplificateurs AO1 et AO2 ? (01,5 Points)

I-2-/ Indiquer la valeur des tensions v_{s1} et v_{s2} dans les cas suivants :

I-2-1-/ $U_b > E_2$;

I-2-2-/ $E_1 < U_b < E_2$;

I-2-3-/ $U_b < E_1$.

Reporter les valeurs de v_{s1} et v_{s2} dans le tableau du document-réponse page 8. (03 Points)

I-3-/ Exprimer V_1 en fonction de v_{s1} , de R_1 et R_2 ainsi que v_2 en fonction de V_{s2} , de R_1 et R_2 . (01,5 Points)

I-4-/ Calculer v_1 et v_2 dans chaque cas sachant que $R_2 = 2.R_1$.

La porte logique, alimentée sous 15 V, fournit une tension de sortie $v_s = 0$ V ou $v_s = 15$ V.

Compléter le tableau du document-réponse. En déduire, dans les 3 cas, l'état de la DEL (diode électroluminescente), allumée ou éteinte (la valeur de R_3 est supposée convenable). (02.5 Points)

- II-/ Le montage de la figure 5 page 6 est un système de contrôle de fin de charge de la batterie. Ce système ouvre le circuit de charge lorsque la batterie est suffisamment chargée.

II-1-/ Quel doit être l'état du transistor T pendant la charge de la batterie ? (01.5 Points)

II-2-/ Quel est le niveau de la tension V_3 pendant la charge de la batterie ? Préciser le régime de fonctionnement de AO3. (01.5 Points)

III-/ Calculer les valeurs de R_5 et de R_6 pour avoir $v^+ = 13,8$ V lorsque $V_3 = 15$ V, $R_4 = 10$ k Ω et $V_{cc} = 15$ V. (02 Points)

IV-/ Que se passe-t-il si la tension aux bornes de la batterie tend à dépasser 13,8 V ? (Préciser alors la valeur de v_3 , l'état du transistor T et celui du relais). (02 Points)

Partie D : L'onduleur

Un onduleur permet d'alimenter un moteur asynchrone à vitesse variable (partie F) à partir de la batterie d'accumulateurs fournissant la tension E . Le schéma de cet onduleur est donné figure 6 page 7, la charge RL étant un enroulement moteur.

Pour une vitesse donnée du moteur, on obtient le fonctionnement illustré par les courbes du document-réponse, figure 7 page 8.

1-/ Indiquer sur le document-réponse les intervalles de conduction de chacun des éléments (transistors, diodes) T_1 , D_1 , T_2 et D_2 . **(02 Points)**

2-/ Indiquer les différentes phases de fonctionnement alimentation, récupération. Représenter les oscillogrammes des courants dans la diode D_1 et dans le transistor T_1 . **(03 Points)**

Partie E : Le transformateur -

Le transformateur, situé entre l'onduleur et le moteur, a les caractéristiques suivantes :

- tension primaire nominale: 15 V ;
- puissance apparente: 1,2 kVA.

Deux essais ont permis d'obtenir les résultats suivants :

- A vide, sous tension primaire nominale :
 - Tension secondaire $U_{20} = 230$ V
 - Puissance absorbée $P_{10} = 37$ W
- En court-circuit :
 - Tension primaire: $U_{1cc} = 0,5$ V
 - Courant secondaire $I_{2cc} = I_{2N} = 5,2$ A
 - Puissance absorbée $P_{1cc} = 4$ W

1-/ Déterminer le rapport de transformation. **(02 Points)**

2-/ Représenter le schéma équivalent du transformateur ramené au secondaire. Etablir les relations permettant de déterminer les éléments R_s et X_s du modèle de Thévenin du transformateur. Calculer R_s . **(03 Points)**

3-/ Pour une charge absorbant $5/4$ du courant nominal sous un facteur de puissance de 0,76, calculer le rendement du transformateur alimenté sous 12 V. **(03 Points)**

Partie F : Le moteur asynchrone

Le système onduleur transformateur maintient entre les bornes du moteur une tension sinusoïdale de valeur efficace notée U et de fréquence f . Le rapport U/f est maintenu constant et est tel qu'à $U = 220$ V, $f = 50$ Hz, la fréquence de rotation du moteur est alors de 1 425 tr/min. La charge entraînée par le moteur présente un couple constant et dans ces conditions, on peut considérer que l'écart ($n_s - n$) lui-même est constant.

1-/ Calculer f et U pour que la fréquence de rotation du moteur soit de 1000 tr/min et 3000 tr/min. **(03 Points)**

2-/ A $U = 220$ V, le moment du couple résistant est $T_r = 2,85$ Nm. Le rendement η_M du moteur est égal à 85 %. Quelle puissance électrique absorbe le moteur ? **(03 Points)**

3-/ A la fréquence de 230 Hz, quelle doit être la tension aux bornes du moteur ? **(03 Points)**

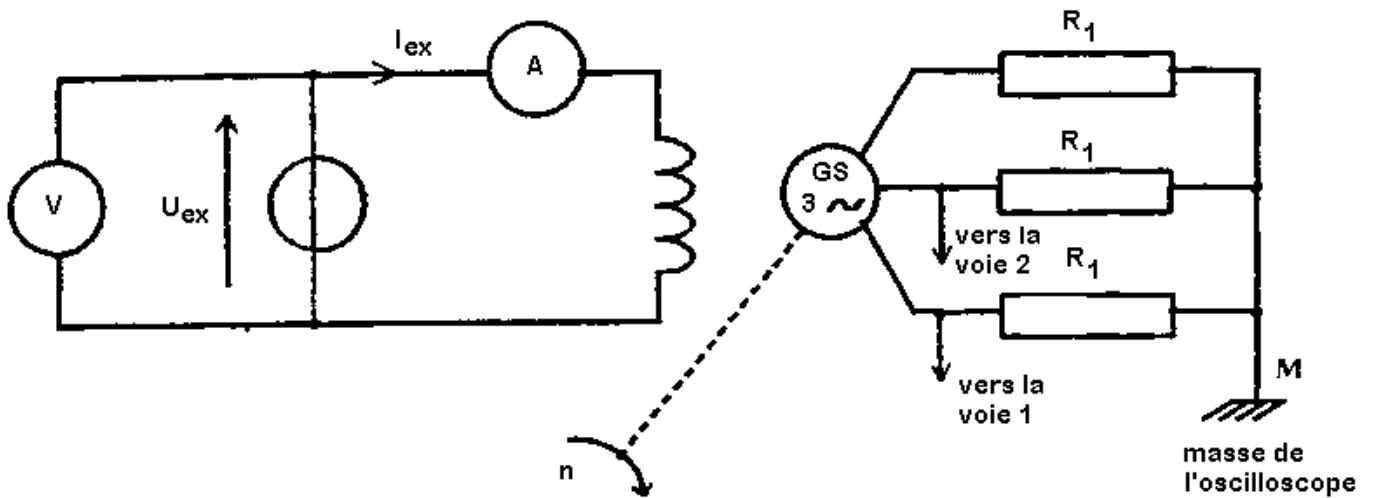


Figure 1 $I_{ex} = 1,5A$
 $U_{ex} = 12V$
 $R_1 = 1,0k\Omega$

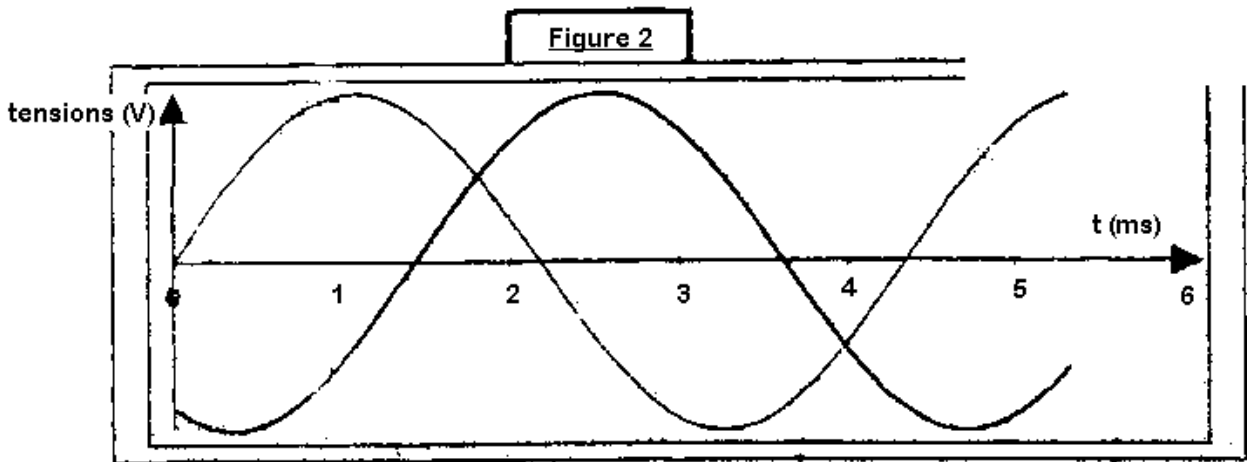
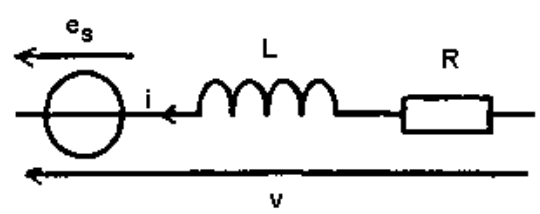


Figure 3
 $E_s = 18,7V$
 $R = 0,10\Omega$



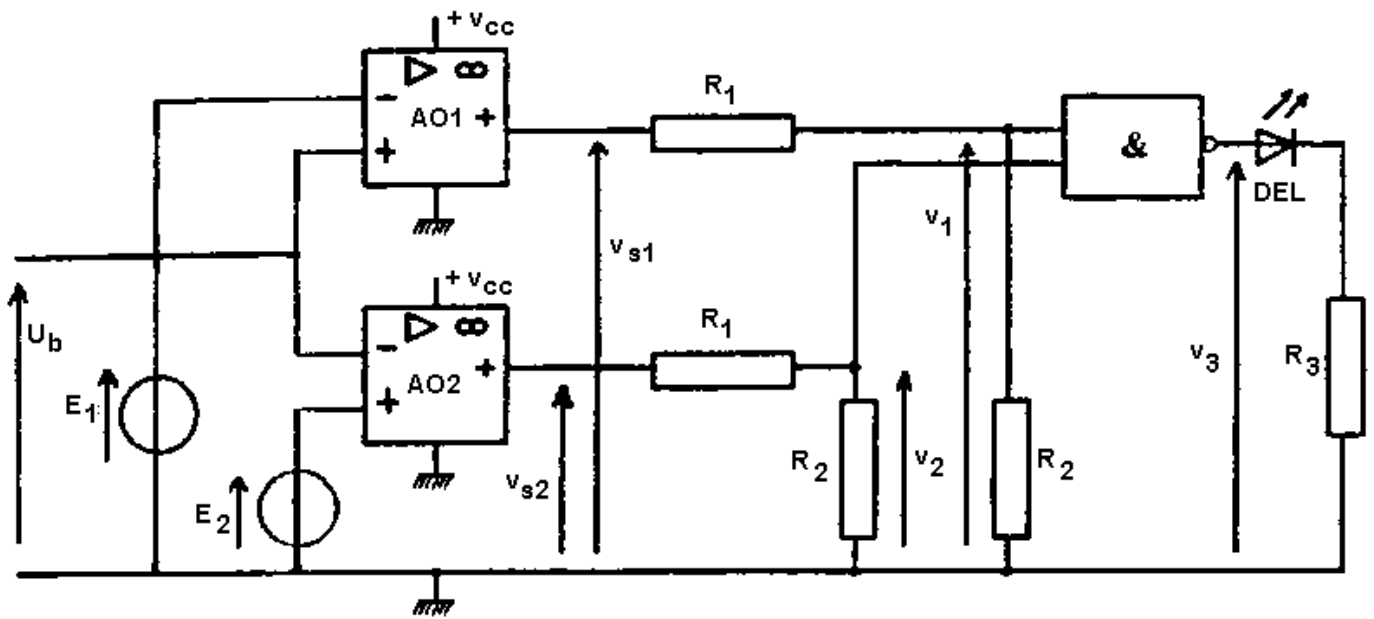


Figure 4

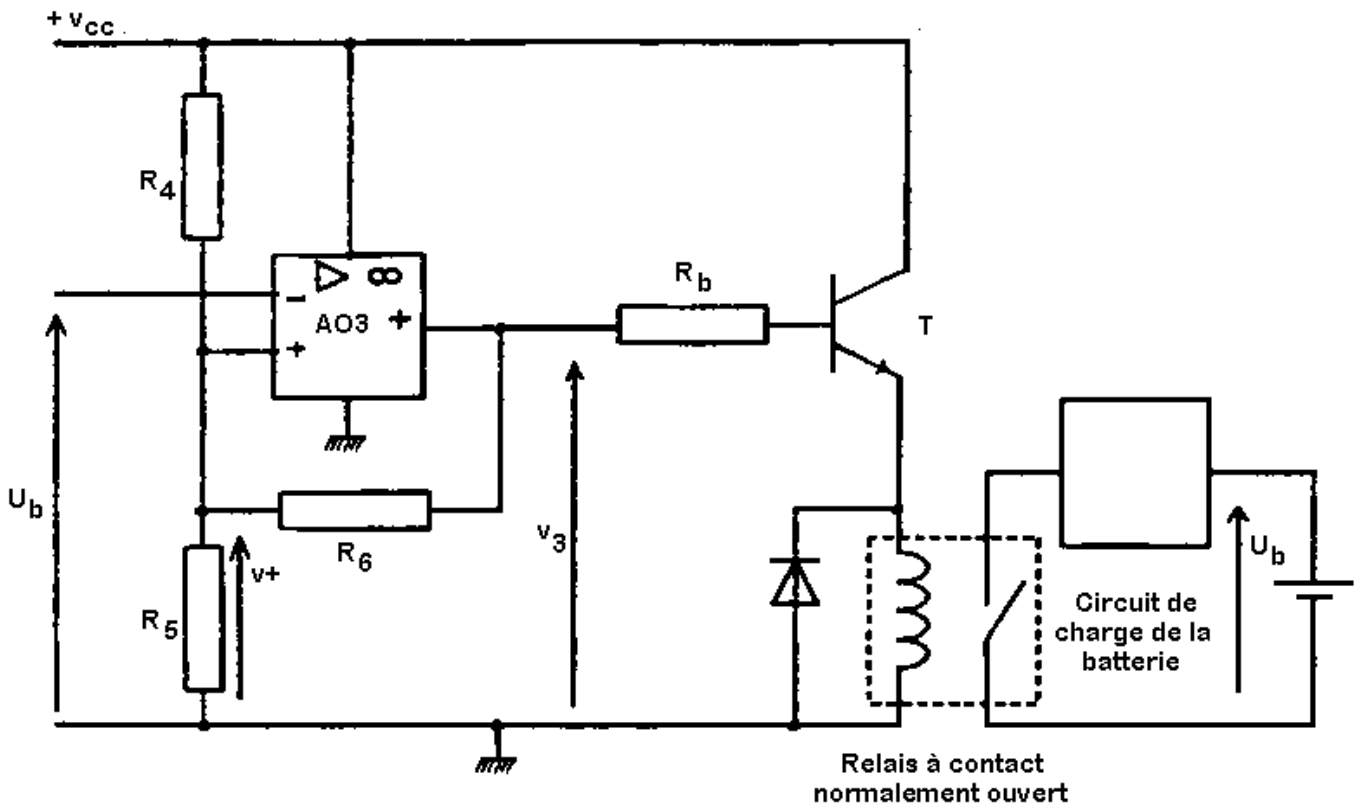


Figure 5

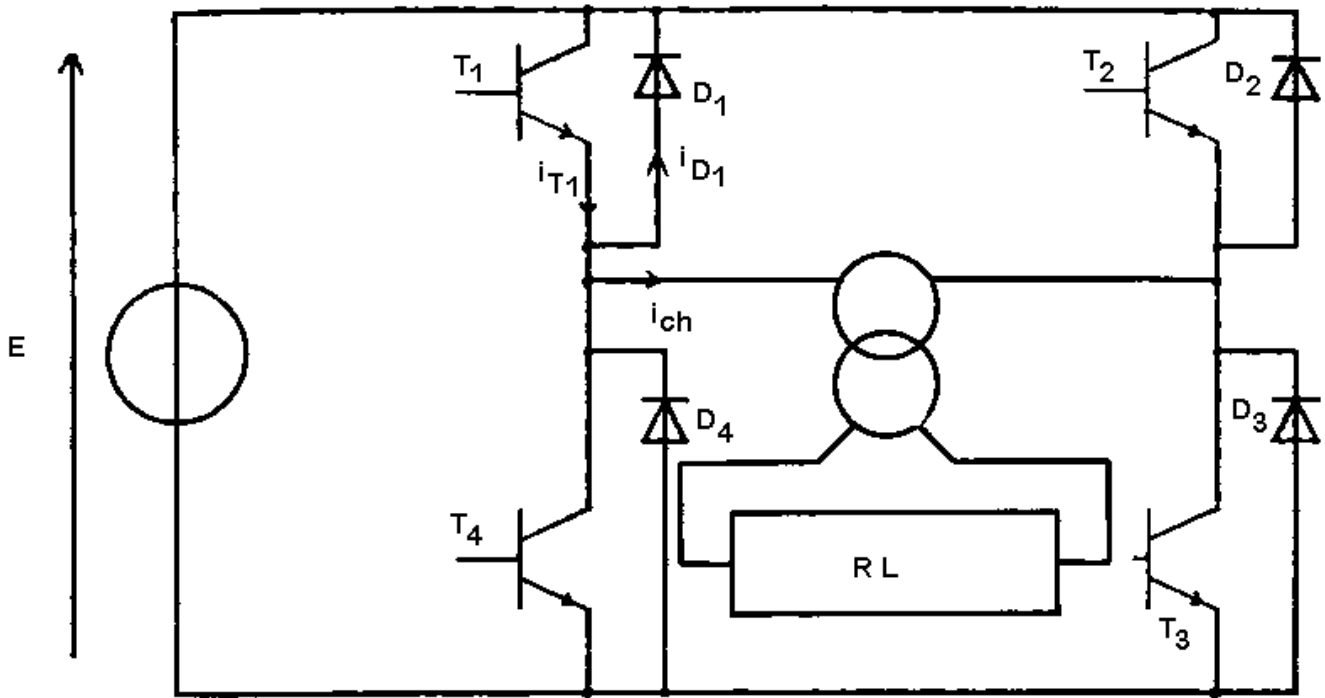
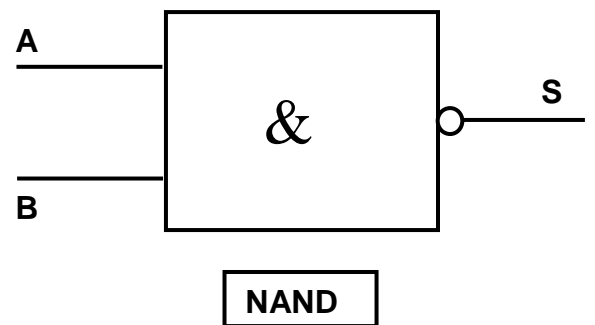


Figure 6

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Document - Réponse

U_b (V)	0	E_1	E_2	15 V
v_{s1} (V)				
v_{s2} (V)				
v_1 (V)				
v_2 (V)				
v_s (V)				
DEL				

