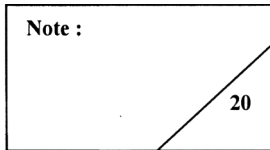


Corps : _____
BAP : _____
Emploi type concours : _____
Centre organisateur : _____
NOM : _____
(En majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
Prénoms : _____
Né(e) le : _____

N° du candidat : _____
(Le numéro est celui qui figure sur la convocation)

Corps : _____ Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page)
BAP : _____
Emploi type concours : _____ placez les feuilles intercalées dans le bon sens si besoin.
Centre organisateur : _____
(Précisez, s'il y a lieu, le sujet choisi)



UNIVERSITE MONTPELLIER 2
Concours d'assistant ingénieur de recherche et de formation
BAP C : Sciences de l'ingénieur et instrumentation scientifique
Emploi Type : Assistant électrotechnicien
Session 2006
Epreuve écrite d'admissibilité
Durée trois heures
Coefficient quatre

Calculatrice de poche à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée.

Concours ITRF – ASI Electrotechnicien

« *Etude d'un dossier technique* »

Rédaction : Christian SEMET

Juin 2006

Sommaire

Le document que nous proposons d'étudier est composé de 4 parties :

- Une introduction générale
- Une présentation sur les batteries d'accumulateur (source : Technique de l'Ingénieur)
- Un dossier technique sur un chargeur de batterie (source sté Normand - 59)
- Un ensemble de 8 feuilles contenant les questions et emplacements pour les réponses

Chargeurs de batteries d'accumulateurs

But des chargeurs de batteries

Les chargeurs de batteries sont destinés à convertir une puissance électrique sinusoïdale en une grandeur électrique continue. Si la puissance utile obtenue doit être aussi proche que possible de la puissance prélevée sur le réseau, les grandeurs tension et courant sont couramment dans des rapports très différents. Les chargeurs générateurs de tensions continues travaillant en régime de fréquence 50/100 Hz ou HF (10 à 100kHz).

Principes des chargeurs

Les chargeurs de tensions continues peuvent fonctionner sur le principe :

- **du redressement secteur adapté à la tension continue à obtenir. Les grandeurs de sortie sont ou non sous le contrôle de composants électroniques de puissance. Ils peuvent découper la sinusoïde secteur (exemple thyristor) et fonctionnent alors en basse fréquence;**
- **du redressement secteur direct permettant d'atteindre des tensions de l'ordre de 300 V suivit d'un découpage, d'une mise à niveau de la tension et d'un moyennage.**

Un exemple de dossier technique de chargeur monophasé est donné dans le document «Nordyne»

Les batteries

Les batteries font l'objet d'une présentation dans le document « Les batteries d'accumulateurs et manutention»

Les batteries d'accumulateurs et manutention

(source : Extrait de Les Techniques de l'Ingénieur) – 5 pages

2.1 Batteries d'accumulateurs pour chariots

Bien que l'accumulateur électrique soit devenu un objet usuel qui est présent sur de nombreux appareils familiers, son utilisation sur des chariots de manutention peut poser au responsable des problèmes délicats. Les fabricants, peu nombreux aujourd'hui suite à des regroupements européens, disposent d'équipes compétentes pour les analyser, mais la connaissance de certaines notions de base est nécessaire pour améliorer l'efficacité d'un parc de matériels.

Une batterie d'accumulateurs est caractérisée par sa tension et sa capacité. Sa tension dépend du nombre d'éléments mis en série, sa capacité est celle de chacun des éléments. Elle est déterminée par le nombre de plaques reliées en parallèle et par leurs dimensions.

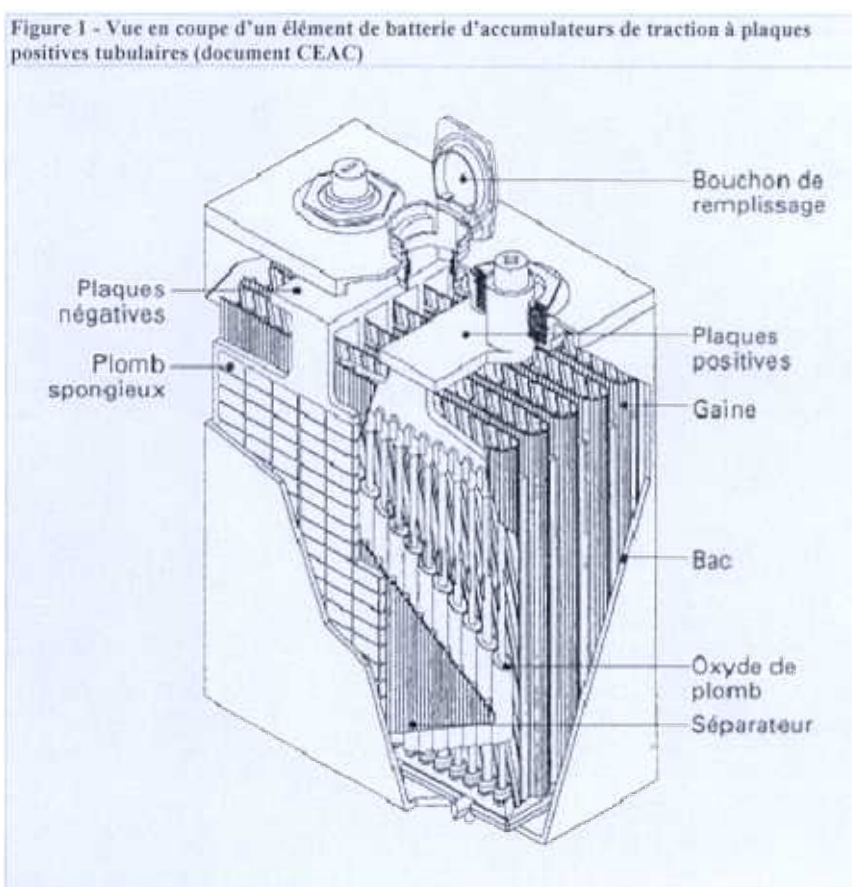
S'il existe de nombreux types de batteries, les seules utilisées dans la pratique pour les chariots de manutention sont les batteries au plomb. Leur poids qui, pour certaines applications est un handicap, devient ici un avantage dans presque tous les cas.

Si les chariots les plus légers, transpalettes en particulier, fonctionnent sous 24 V, sur les chariots plus lourds et pour lesquels on recherche des performances élevées, on doit utiliser des tensions plus élevées. Les valeurs normalisées pour les batteries de traction sont : 24, 36, 48, 72 et 80 V, les plus courantes sont 24, 48 et 80 V.

2.1.1 Éléments d'une batterie de traction

Ils sont assemblés dans un coffre permettant une manutention aisée. Il est en acier protégé contre les débordements d'acide par un enrobage plastique.

Les composants d'un élément (figure 1) sont les suivants :



les *plaques négatives*, constituées de grilles dont les trous sont remplis de plomb métal spongieux ;

les *plaques positives*, constituées de barreaux de plomb verticaux enrobés d'une gaine en textile tissé qui contient du peroxyde de plomb.

Cette structure dite tubulaire permet de mieux retenir la matière active pour les applications comportant des chocs et des vibrations :

les *séparateurs* en matière plastique évitent les courts-circuits entre plaques positives et négatives ;

l'*électrolyte* qui est, dans le cas des accumulateurs au plomb, une solution d'acide sulfurique ;

les *bacs* en polypropylène dans lesquels sont placés les différents composants.

2.1.2 Capacité d'une batterie

La capacité d'une batterie, c'est-à-dire la quantité d'électricité qu'elle peut restituer, dépend de nombreux paramètres :

la rapidité de la décharge donc l'intensité du courant de décharge (figure 2) ;

la concentration de l'électrolyte ;

la température du fait que l'élévation de température facilite le déplacement des ions alors que le froid a l'effet inverse (figure 3).

Figure 2 - Capacité d'une batterie de traction en fonction de son régime de décharge

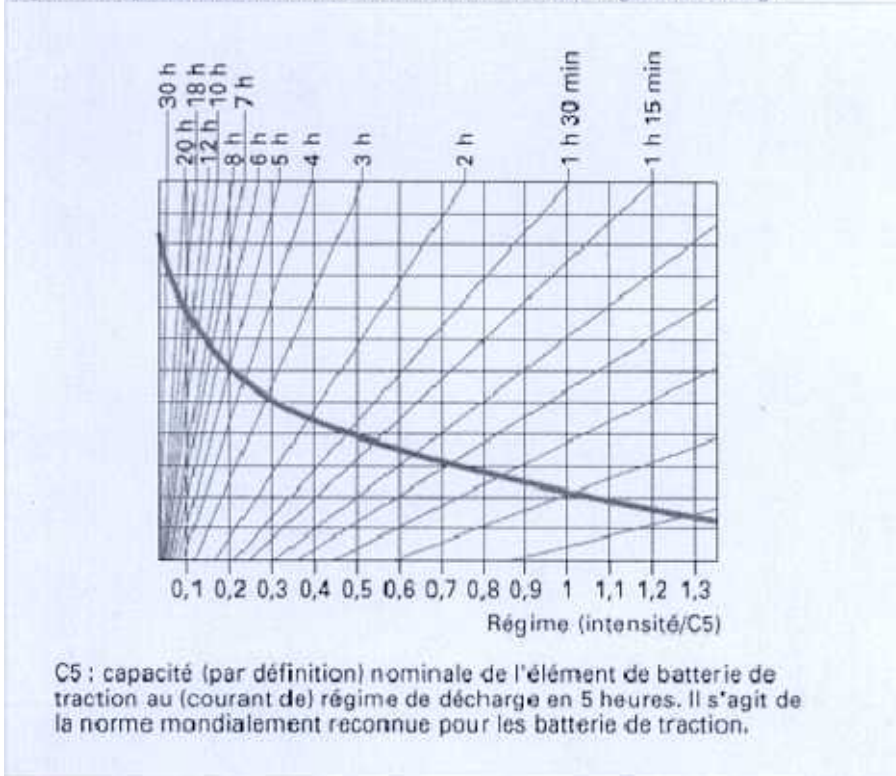
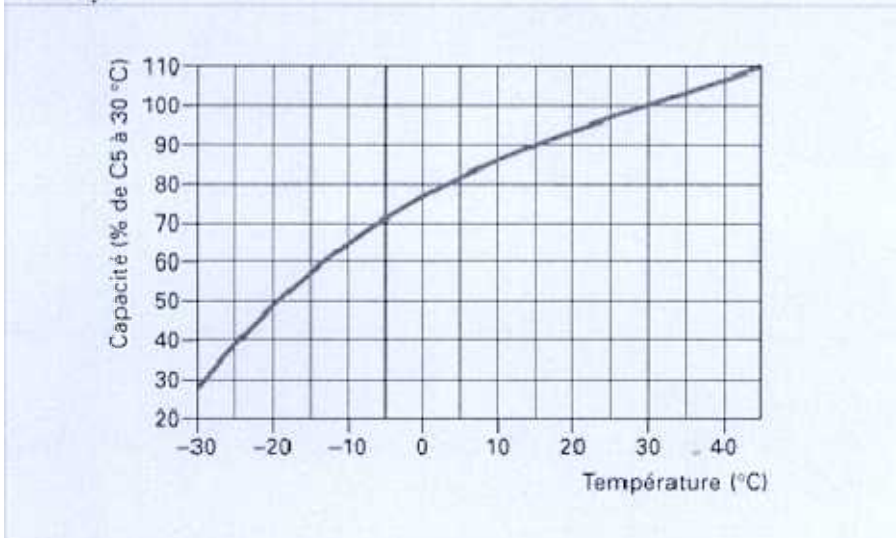


Figure 3 - Capacité nominale d'une batterie de traction en fonction de la température de l'électrolyte



Cette influence de la température sur la capacité d'une batterie doit être prise en compte soigneusement pour les appareils travaillant en *ambiance froide* en permanence : travail en extérieur en période hivernale ou en chambre froide. On remarquera que la batterie ne se refroidit pas lorsqu'elle est utilisée mais lorsque l'appareil est à l'arrêt. En effet, en utilisation, les pertes ohmiques suffisent à maintenir la température à une valeur suffisante. En outre, une batterie chargée est peu sensible au gel contrairement à une batterie déchargée qui peut geler vers -10 à -12 C. Il faut donc veiller à ne pas laisser un chariot électrique, ou une batterie, surtout si elle est déchargée, dans une ambiance très froide.

Ø Figure 2 - Capacité d'une batterie de traction en fonction de son régime de décharge

Ø Figure 3 - Capacité nominale d'une batterie de traction en fonction de la température de l'électrolyte

La figure 2 définit la capacité d'un élément de batterie de traction en fonction de son régime de décharge. Ce régime de décharge est un courant (ou une intensité) mesuré en ampères et défini par rapport à la capacité (mesurée en ampères-heure : Ah) en 5 heures de la batterie.

Plus le régime de décharge est important, plus faible est la capacité d'une batterie.

Exemple

Un élément de batterie de capacité nominale C5 = 100 Ah est déchargé à une intensité de 20 A soit à un régime de :

$$20 \text{ A} / 100 \text{ Ah} = 0,2$$

La droite 5h et l'hyperbole de capacité se coupent à 0,2 (par définition).

Déchargeons ce même élément de C5 = 100 Ah à une intensité de 50 A (régime = 50/100 = 0,5). À

l'intersection de la verticale régime = 0,5 et de l'hyperbole de la capacité passe la droite 1 h 30 min.

L'élément de capacité C5 = 100 Ah (lorsqu'il est déchargé à 20 A = 100 Ah/5h) n'a plus qu'une capacité de :

$$50 \text{ A} \times 1 \text{ h } 30 \text{ min} = 75 \text{ Ah}$$

Exemple

Déchargeons ce même élément de C5 = 100 Ah à une intensité de 40 A (régime = 40/100 = 0,4). À

l'intersection de la verticale régime = 0,4 et de l'hyperbole de la capacité passe la droite 2h. L'élément

de capacité C5 = 100 Ah (lorsqu'il est déchargé à 20 A = 100 Ah/5h) n'a plus qu'une capacité de :

$$40 \text{ A} \times 2 \text{ h} = 80 \text{ Ah}$$

Déchargeons ce même élément de C5 = 100 Ah à une intensité de 10 A (régime = 10/100 = 0,10). À

l'intersection de la verticale régime = 0,1 et de l'hyperbole de la capacité passe la droite 12h. L'élément

de capacité C5 = 100 Ah (lorsqu'il est déchargé à 20 A = 100 Ah/5h) a une capacité de :

$$10 \text{ A} \times 12 \text{ h} = 120 \text{ Ah}$$

La capacité nominale, qui sert à caractériser une batterie, est celle qui correspond à un régime de décharge continu en 5 h et à une température ambiante de 30 °C (C5), pour une tension d'arrêt de 1,7 V par élément.



2.1.3 Tension aux bornes d'un élément

Elle est égale, à vide, à sa force électromotrice, soit 2,1 V.

En décharge, elle est égale à la force électromotrice, donc à la tension aux bornes à vide, moins la chute ohmique correspondant à la résistance interne. Elle se maintient au début de la décharge entre 2 et 1,9 V, puis baisse brusquement à 1,7 V, ce qui marque la fin de la décharge. La poursuite de la décharge au-delà de ce point endommage la batterie. Ce point correspond à l'utilisation de 80 % seulement de la capacité nominale de la batterie.

Cette capacité utile doit seule être prise en compte pour le choix d'une batterie.

Au cours de la charge, elle est égale à la force électromotrice plus la chute de tension due à la résistance interne. Elle augmente progressivement de 2,2 à 2,3 V, pour s'élever ensuite brutalement à 2,4 V. Cette valeur est appelée *tension de bouillonnement* parce qu'elle correspond au démarrage d'un intense dégagement gazeux traduisant l'électrolyse de l'eau. La batterie est alors chargée à 80 %.

L'intensité du courant de charge ne peut plus être maintenue qu'à une valeur très faible pour terminer la charge et égaliser l'état de charge des différents éléments.

La concentration de l'électrolyte en acide sulfurique, et donc sa densité, varie de manière continue au cours de la décharge et de la recharge. Cette dernière permet donc de caractériser l'état de charge de la batterie ; on la mesure au moyen d'un *densimètre*. Elle est de 1,220 en fin de charge et ne doit pas être inférieure à 1,150 en fin de décharge. Cette mesure de la densité fait partie des opérations de maintenance indispensables.



2.1.4 Durée de vie d'une batterie

Elle s'exprime en nombre de cycles charge-décharge et non en années de service ; elle est en moyenne de 1 500 cycles. La garantie offerte par les constructeurs est de 1 200 cycles.

Une batterie périt par la dislocation des matières actives dont les morceaux se rassemblent au fond des éléments mais peuvent également provoquer des courts-circuits. Or, chaque cycle charge-décharge entraîne un gonflement et un dégonflement des matières actives qui ne peuvent en supporter qu'un nombre déterminé ; tout cycle commencé compte pour un cycle entier. Il en résulte que l'on doit être prudent pour recharger une batterie insuffisamment déchargée.

Il est donc essentiel de connaître avec précision le niveau de décharge d'une batterie en cours de service ; c'est le rôle des *indicateurs de décharge*.



2.1.5 Entretien d'une batterie

L'entretien à effectuer sur une batterie pour protéger l'investissement qu'elle représente comprend le contrôle de la densité et du niveau de l'électrolyte des différents éléments.

La température de la batterie augmentant durant la charge du fait du passage du courant dans l'électrolyte, il est recommandé de la laisser au repos pendant environ 3 h avant de la remettre en service. Le non-respect de cette précaution risque, en cas de service intensif, d'entraîner au fil des jours une élévation de la température de fonctionnement préjudiciable à la tenue de la batterie. L'installation d'une ventilation mécanique forcée permet de réduire le temps de remise à température.

Un élément défectueux ou insuffisamment chargé abaisse la tension de la batterie et donc augmente l'intensité du courant absorbé par l'appareil, ce qui est défavorable à la tenue tant de la batterie que des composants actifs du chariot. En outre, un élément déchargé peut se trouver en inversion de polarité et consommer une partie du courant fourni par les autres éléments. La remise à niveau de l'électrolyte doit se faire avec de l'eau distillée et non de l'acide, sauf en cas de débordement.

On trouve maintenant sur le marché des éléments étanches dans lesquels le risque d'électrolyse et de dégagement gazeux est supprimé. Le contrôle de niveau est donc supprimé et il n'est plus nécessaire de prévoir une salle de charge aménagée. Ce résultat est obtenu par la suppression de l'eau de l'électrolyte. L'acide sulfurique est retenu dans un gel de silicate ou mis en rétention dans un matelas de fibres de verre. La contrepartie de la suppression de l'entretien est une diminution de la capacité utile qui ne peut dépasser 60 % de la capacité nominale (contre 80 % pour les batteries normales) et une durée de recharge de 12 à 14 h (tandis qu'elle peut être réduite à 8 h pour les batteries traditionnelles). Enfin, ces batteries sans entretien exigent pour la recharge un poste de charge régulé spécial propre à chaque constructeur de batterie.

Il existe également des éléments de batterie à entretien réduit dont le principe est de repousser l'apparition de l'électrolyse par un brassage énergétique de l'électrolyte en fin de charge. Ce brassage est obtenu tantôt par insufflation d'air dans les éléments par une pompe située sur le poste de charge, tantôt par des impulsions du courant de charge qui provoquent des élévations de température de courte durée. Il en résulte des courants de convection dans l'électrolyte qui suppriment les gradients de température.



2.2 Postes de charges

La recharge des batteries nécessite un *poste de charge* dont la fonction est évidemment de transformer le courant alternatif du secteur en un courant continu de tension approprié, mais encore de moduler ce courant en fonction de l'état de charge de la batterie.

En effet, si une batterie peut supporter un courant important au début de la recharge, l'intensité doit être réduite progressivement au fur et à mesure du déroulement de la charge et tout particulièrement à partir du moment où est atteinte la *tension de bouillonnement* .

La variation de l'intensité du courant de charge se fait souvent suivant une loi linéaire sur les *chargeurs à pente* : simple pente, voire double ou triple pente.

Les chargeurs ferrorésonants assurent la régulation du courant de charge par l'intermédiaire d'un transformateur à fer saturé.

Les chargeurs à haute fréquence utilisent un principe de régulation assez voisin mais l'utilisation d'un convertisseur de fréquence statique permet de diviser par 8 à 10 le poids du chargeur et son encombrement. Ces chargeurs fournissent un courant mieux adapté et leur énergie réactive plus faible est intéressante pour la gestion de l'installation électrique.

Les chargeurs régulés comportent un circuit électronique de régulation du courant de fin de charge soit en détectant le plafonnement de la tension de la batterie, soit en mesurant la quantité d'électricité absorbée.

Les chargeurs les plus simples nécessitent un réglage de la tension d'entrée en fonction de la tension réelle du secteur pour éviter d'endommager la batterie, les plus sophistiqués assurent cette fonction automatiquement.

Sur certains appareils légers et à faible taux d'engagement, le poste de charge peut être installé sur le chariot lui-même qui peut ainsi être mis en charge sur une simple prise de courant 16 A standard. Encore convient-il de respecter les conditions de sécurité relatives aux risques d'explosion [A9209] .

Etude d'un chargeur de batteries d'accumulateurs

(Document à rendre)

Chargeur à une alternance

Schéma de principe

Un chargeur monophasé, le plus simple, est représenté à la Figure 1.

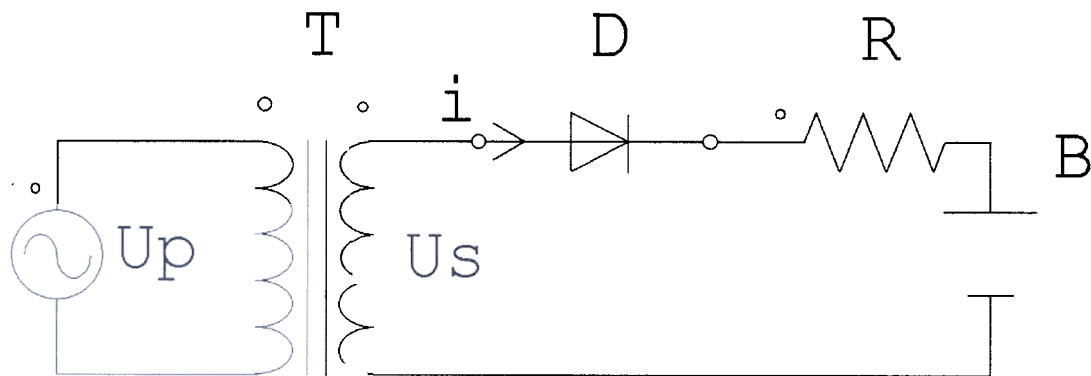


Figure 1

Il se compose:

d'une batterie B (fcm), comprenant la résistance R de limitation du courant de charge dans la batterie. Elle inclue la résistance des fils lorsque la batterie est très éloignée du chargeur.

D'un transformateur T, alimenté par une tension U_p et la transformant en une tension U_s

D'une diode de redressement D

Q-1. *Quel est le rôle principal du transformateur T ?*

Q-2. *Dans la Figure 1 la tension U_p correspond à un nombre de spires N_p . Que signifie l'expression N_p/N_s associée à un transformateur?*

Q-3. *Diode de redressement : vous dessinez, en les superposant, la caractéristique d'une diode idéale (D_i) et d'une diode réelle (D_r)*

Approche théorique

Si l'on observe à l'oscilloscope les tensions et les courants lors du fonctionnement du chargeur de la Figure 1, on obtient les formes présentées à la Figure 2.

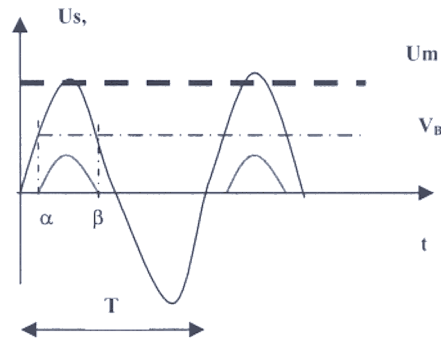


Figure 2

U_s est la tension alternative d'entrée du redresseur, exprimée sous la forme simplifiée $U_m \sin \theta$

V_B est la tension de la batterie.

i est le courant dans la batterie

Quelle est la valeur de la tension inverse maximale appliquée à la diode ?

Que représente les angles β et α ?

Q-6. Donner l'expression littérale du courant dans la résistance R en fonction de U_m, θ, V_B et R

Q-7. *En déduire l'expression du courant moyen I_0 (on posera $\beta = \pi - \alpha$)*

Q-8. *Déterminer la valeur de R pour limiter le courant moyen à 1A pour une batterie pour laquelle V_B est de 15 V et U_m 25 v*

Q-9. *Calculer la pointe de courant dans les conditions précédentes*

Q-10. *Calculer la valeur de la tension inverse V_{AK} aux bornes de la diode D*

Q-11. *Quelle est la puissance dissipée par la résistance r*

Chargeur industriel

Doubleur de courant

Pour obtenir un courant de valeur double sans avoir recourt à un transformateur à point milieu, un montage spécifique peut être utilisé.

Vous dessinez le schéma de principe en Figure 3

Figure 3

Q-13. *Diamètre du câble de liaison vers la batterie : pour un courant de 40 A et une densité de courant dans le conducteur cuivre de $8A/mm^2$, une section de $14 mm^2$ convient-elle ?*

Q-14. *Que signifie : réaliser une charge « simple pente »*

Que signifie : réaliser une charge « double pente »

La batterie d'accumulateurs

**Une batterie de traction porte les mentions suivantes : 24 V-
100Ah/5h ; 60 kg**

Que signifie le texte ci-dessus ?

Donner la définition de la capacité d'une batterie

Que signifie disposer d'une batterie de 100Ah respectant C5

Q-19. *Si l'on souhaite tirer un courant constant de 10 A, de quelle autonomie de fonctionnement dispose-t-on ?*

En tirant 50 A (rep 1H 30) Quelle est la capacité réelle de la batterie ?

Quelle est la valeur de la tension mesurée d'une batterie chargée de 24 volts

Q-22. *Qu'est ce que l'électrolyte ?*

Q-23. *Comment vérifier l'état de charge d'une batterie sans mesurer la ddp aux bornes ?*

Q-24. *Une décharge excessive détériore une batterie. Vrai ou faux ?*

Sécurité

Q-25. *Que signifie le sigle CEM ?*

Q-26. *Quel est l'objectif de la CEM ?*

-----fin-----

Le candidat répond aux questions sur ce document exclusivement

Résumé des questions

But des chargeurs de batteries 5

Principes des chargeurs 5

Les batteries 5

Chargeur à une alternance .. 12

Schéma de principe 12

- Q-1. Quel est le rôle principal du transformateur T ? 12
- Q-2. Dans la Figure 1 la tension U_p correspond un nombre de spires N_p . Que signifie l'expression N_p/N_s associée à un transformateur? 12
- Q-3. Diode de redressement : vous dessinez, en les superposant, la caractéristique d'une diode idéale (D_i) et d'une diode réelle (D_r) 12

Approche théorique 12

- Q-4. Quelle est la valeur de la tension inverse maximale appliquée à la diode ? 12
- Q-5. Que représente les angles β et α ? 12
- Q-6. Donner l'expression littérale du courant dans la résistance R en fonction de U_m, θ, V_B et R..... 12
- Q-7. En déduire l'expression du courant moyen I_0 (on posera $\beta = \pi - \alpha$) 12
- Q-8. Déterminer la valeur de R pour limiter le courant moyen à 1A pour une batterie est de 15 V et U_m 25 v 12
- Q-9. Calculer la pointe de courant dans les conditions précédentes 12
- Q-10. Calculer la valeur de la tension inverse V_{AK} aux bornes de la diode D 12
- Q-11. Quelle est la puissance dissipée par la résistance r 12

Chargeur industriel 12

Doubleur de courant 12

- Q-12. Vous dessinez le schéma de principe en Figure 3 12
- Q-13. Pour la première alternance complète de U_s , vous dessinez sur la Figure 4 le circuit de circulation du courant direct. Erreur ! Signet non défini.
- Q-14. Que signifie : réaliser une charge « simple pente » 12
- Q-15. Que signifie : réaliser une charge « double pente » 12

La batterie d'accumulateurs 12

- Q-16. Que signifie le texte ci-dessus ? 12
- Q-17. Donner la définition de la capacité d'une batterie Erreur ! Signet non défini.
- Q-18. Que signifie disposer d'une batterie de 100Ah respectant C5 12
- Q-19. Si l'on souhaite tirer un courant constant de 10 A, de quelle autonomie de fonctionnement dispose ton ? 12
- Q-20. En tirant 50 A (rep 1H 30) Quelle est la capacité réelle de la batterie ? 12
- Q-21. Quelle est la valeur de la tension mesurée d'une batterie chargée de 24 volts 12
- Q-22. Qu'est ce que l'électrolyte ? 12
- Q-23. Comment vérifier l'état de charge d'une batterie sans mesurer la ddp aux bornes ? 12
- Q-24. Une décharge excessive détériore une batterie. Vrai ou faux ? 12

Sécurité et CEM 12

- Q-25. Quel(s) commentaire(s) faites vous ? Erreur ! Signet non défini.
- Q-26. Quel est le rôle précis de ce dispositif ? Erreur ! Signet non défini.
- Q-27. Quel est le principe de fonctionnement ? Erreur ! Signet non défini.
- Q-28. Que signifie le sigle CEM ? 12
- Q-29. Quel est l'objectif de la CEM ? 12