

FABRICATION DE BLOCS MANUFACTURÉS EN BÉTON

DOSSIER SUJET

- Partie A : Distribution électrique..... pages A1 et A2
- Partie B : Automatisation de la centrale à béton..... page B1
- Partie C : Mise en sécurité de la presse..... page C1
- Partie D : Motorisation du skip..... pages D1 et D2
- Partie E : Table vibrante..... pages E1 à E4

PARTIE A

DISTRIBUTION ELECTRIQUE

A.1 - DETERMINATION DE LA CONFORMITE DE L'INSTALLATION BASSE TENSION

A.1.01 - Déterminer le calibre des disjoncteurs Q2, Q3, Q4, Q5.

A.1.02 - Calculer le courant d'emploi I_{b0} et le $\cos \phi_0$ de l'installation sachant que :
- les courants d'emploi I_{b1} et I_{b5} sont donnés en tenant compte des coefficients d'utilisation et d'extension propre à chacun de ces départs,
- pour l'interrupteur Q1 : $I_{b1} = 603$ A et $\cos \phi_1 = 0,82$.

A.1.03 - Calculer le courant d'emploi I_{b0}' sachant que le coefficient d'extension prévu pour ce départ est de 1,15.

A.1.04 - Déterminer la puissance normalisée du transformateur HT / BT,
(choisir parmi les puissances normalisées suivantes : 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250 kVA).
- En déduire le calibre de Q0.

A.1.05 - Déterminer la section des câbles alimentant la presse à partir du T.G.B.T.
(section des conducteurs de phases, section minimum à utiliser pour le conducteur de neutre, section minimum à utiliser pour le conducteur de protection SPE).

nota : - cette détermination se fera pour un réglage maximum du déclencheur, c'est à dire : $I_n = I_r = 400$ A
- pour des raisons techniques on ne choisira pas de section de câble supérieure à 300 mm².

A.1.06 - Déterminer la chute de tension en pourcentage due aux câbles de liaison entre le transformateur et le jeu de barres du T.G.B.T.
- En déduire la conformité ou non de cette installation sachant que la chute de tension du jeu de barres du TGBT au récepteur le plus éloigné est de 3,8 %.

A.1.07 - Déterminer le courant de court-circuit noté : I_{ccT} (on négligera l'impédance du réseau amont).

A.1.08 - Rechercher le type des différents disjoncteurs (Q0, Q2, Q3, Q4, Q5) à utiliser ainsi que le type des déclencheurs à associer à ces disjoncteurs sachant que les courants de court-circuit notés : I_{cc0} , I_{cc1} , I_{cc2} sont inférieurs à 22 kA.

A.1.09 - Rechercher le niveau de sélectivité entre le disjoncteur (Q0) équipant le tableau général (T.G.) et les disjoncteurs (Q2, Q3, Q4, Q5) équipant le tableau de distribution basse tension (T.G.B.T.).
- Proposer une solution afin d'obtenir une sélectivité totale entre Q0 et Q2, Q3, Q4, Q5.

A.1.10 - Préciser le réglage long retard (LR) à effectuer sur le déclencheur du disjoncteur Q2.

A.1.11 - Donner les deux conditions indispensables pour avoir une sélectivité différentielle totale entre les disjoncteurs : Q9 et Q11.
Préciser pour ces deux disjoncteurs les caractéristiques nécessaires pour remplir ces conditions.

A.1.12 - Compléter la référence du câble qui alimente les prises de courant triphasées 400 V, 32 A (départ protégé par Q 11).

A.2 - DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DU SCHEMA DE LIAISON A LA TERRE DE L'INSTALLATION

A.2.1 - Identifier le schéma de liaison à la terre de l'installation et donner sa signification.

A.2.2 - Donner la condition permettant de ne pas couper l'installation en cas de premier défaut.

A.2.3 - Préciser la valeur maximale que peut atteindre un courant de défaut franc dans le cas de la combinaison d'un C. P. I. avec une impédance placée entre le neutre et la terre.

A.2.4 - Vérifier par un calcul que ces deux conditions sont remplies.
- prendre comme valeur de résistance de terre de l'alimentation $R_b = 10 \text{ W}$
- choisir une valeur courante de l'impédance Z .

nota : pour la vérification, on suppose que le C.P.I. a une impédance infiniment grande.

A.3 - DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DU POSTE DE DISTRIBUTION

A.3.1 - Préciser le type d'alimentation du poste HT / BT et donner la dénomination des cellules représentées du poste HT / BT (cellules notées : A, B, C).

A.3.2 - Déterminer et justifier le calibre du fusible à placer au primaire du transformateur pour les deux types de fusibles suivants : FUSARC intérieur de longueur 442 mm et SOLEFUSE.

A.4 - DETERMINATION DU PROTOCOLE D'ACCES AU TRANSFORMATEUR

A.4.1 - Expliquer la procédure à mettre en oeuvre pour isoler le transformateur afin de faire effectuer en toute sécurité des contrôles hors tension sur celui-ci.

PARTIE B

AUTOMATISME DE LA CENTRALE A BETON

B.1 - DETERMINATION DES CHOIX TECHNOLOGIQUES DES ORGANES DE DIALOGUE DE LA CENTRALE

- B.1.1 - Etablir le " GRAFCET " de conduite du point de vue cahier des charges de la centrale à béton (Diagramme fonctionnel) à partir du GEMMA proposé.
- B.1.2 - Définir la technologie des appareils de commande permettant la sélection des modes de marche à partir du GEMMA proposé.

ex : bouton poussoir, commutateur deux positions, commutateur trois positions

- Proposer une représentation et un repère normalisé de ces appareils.

B.2 - DETERMINATION DE LA PARTIE SEQUENTIELLE DES AUTOMATISMES DE LA CENTRALE

- *Au niveau de la partie opérative :*

- B.2.1 - Etablir sur le document réponse : REP B2, le "GRAFCET " de PRODUCTION NORMALE : Tâche T1 du point de vue de la partie opérative, en tenant compte de la hiérarchisation des " GRAFCET " proposée et des chronogrammes de fabrication du béton.

- *Au niveau de la partie commande :*

- B.2.2 - Ecrire les actions associées à l'étape 20, correspondant au forçage des "GRAFCET" des sous tâches : Malaxage (GM), Pesage (GP), Tapis peseur et d'amenée (GT).
- B.2.3 - Ecrire sous forme normalisée la temporisation nécessaire au déversement des agrégats.
- B.2.4 - Ecrire sous forme normalisée la mise en route et l'arrêt du malaxeur par le contacteur KM3.

PARTIE C

MISE EN SECURITE DE LA PRESSE

A la suite de la visite d'un organisme de contrôle le point suivant a été contrôlé non conforme à la législation en vigueur :

- l'accès à la zone dangereuse de la presse côté convoyeur de sortie reste possible.

Afin de supprimer ce point non conforme :

- Ajouter une barrière immatérielle de sécurité pour la détection des mains associée à un module de sécurité.
- Imposer une remise en service des vibreurs, après une interruption due à l'ouverture des grilles ou à une intrusion détectée par la barrière immatérielle, par le bouton poussoir de réarmement (S 842).
- Signaler une intrusion côté barrière immatérielle par le voyant lumineux H 210.
- Ajouter une redondance sur l'alimentation des variateurs (UMV 4301 15 kW).

nota : Cette modification se fera sans remettre en cause le schéma folio 003. La mise en conformité de ce schéma (concernant les points cités ci-dessous) ne fait pas partie de l'étude proposée.

- le schéma de raccordement des dispositifs d'arrêt d'urgence,
- la commande du contacteur de ligne KM1,
- le schéma de raccordement du module de sécurité XPS AL 3410.

C.1 - DETERMINATION DES MODIFICATIONS A APPORTER A L'ALIMENTATION DE LA PRESSE

C.1.1 - Etablir sur le document réponse REP C1, le schéma de commande de cette modification en repérant les nouveaux appareils de la façon suivante :

- relais auxiliaires : KAx' (ex : KA1')
- contacteurs : KMx' (ex : KM10')

- Préciser sur le document réponse REP C1 la référence du module de sécurité à utiliser conformément au schéma de commande proposé.

C.1.2 - Préciser les modifications à apporter aux schémas existants sur le document réponse REP C2, (folios, n° 002, 003, 026, 110).

- Ex : - supprimer la colonne 8 folio 002 (alimentation KM...),
- supprimer colonne 8 folio 002 le contact KA... etc.

C.1.3 - Etablir sur le document réponse REP C2, le schéma unifilaire de puissance de l'alimentation des vibreurs à partir du bornier X2P.

nota : sur les schémas, ne pas repérer les conducteurs ni les bornes de raccordement des appareillages.

PARTIE D

MOTORISATION DU SKIP

D.1 - DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES NOMINALES DU SKIP ET DU COEFFICIENT DE SECURITE RETENU PAR LE CONCEPTEUR

- D.1.1 - En négligeant les frottements, calculer la traction sur le câble pour la charge maximale de la benne.
- D.1.2 - Calculer la fréquence de rotation du moteur qui assure un déplacement de la benne à la vitesse de $0,5 \text{ m.s}^{-1}$.
- D.1.3 - Calculer la puissance utile du moteur en phase montée.
- D.1.4 - Calculer le couple sur l'arbre du moteur.
- D.1.5 - Le concepteur a choisi un moteur frein de 15 kW. Déduire de la documentation constructeur :
 - D.1.5.1 - La référence du moteur
 - D.1.5.2 - La vitesse nominale du moteur
 - D.1.5.3 - Le couple nominal du moteur
 - D.1.5.4 - Le moment d'inertie du rotor.
- D.1.6 - Tracer l'allure de la courbe du couple utile d'un moteur asynchrone triphasé en fonction de sa vitesse dans le quadrant 1, et l'allure du couple résistant dans le cas du levage. En supposant linéaire la portion de la courbe du couple utile entre le point nominal de fonctionnement et le point à vide, calculer les coordonnées du point de fonctionnement obtenu pour la phase montée de la benne.
- D.1.7 - Calculer le coefficient de sécurité pris par le concepteur sur la puissance du moteur, la vitesse réelle de la charge, ainsi que le courant absorbé par le moteur toujours dans la phase montée.

D.2 - DETERMINATION DE LA PUISSANCE MINIMALE DU MOTEUR COMPTE TENU DU CYCLE DE FONCTIONNEMENT

- D.2.1 - En supposant la vitesse de déplacement uniforme en montée et en descente égale à $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ calculer le temps mis par la benne pour se déplacer :
 - du FCB au FCA
 - du FCA au FCH
 - du FCH au FCB.

- D.2.2 - Etude des temps de démarrage par rapport aux temps de fonctionnement. On ne retiendra dans cette question que les trois moments d'inertie :
- celui de la charge (benne chargée au maximum)
 - celui du tambour du treuil
 - celui du moteur.
- D.2.2.1. Calculer le moment d'inertie de la charge ramené sur l'arbre du moteur.
- D.2.2.2 - Calculer le moment d'inertie du tambour ramené sur l'arbre du moteur.
- D.2.2.3 - Calculer le moment d'inertie total.
- D.2.2.4 - En prenant un couple moteur (supposé constant) égal à 1,8 fois le couple nominal du moteur pendant la phase de démarrage, calculer la durée de celui-ci en montée. Que peut-on dire de la durée de démarrage en descente ?
- D.2.3 - Définir le service type normalisé correspondant au fonctionnement du moteur du skip. Représenter schématiquement, en fonction du temps, un cycle de service. Calculer le facteur de marche et en déduire le coefficient multiplicateur de puissance K.
- D.2.4 - Montrer qu'un moteur de puissance inférieure à 15 kW, dans les conditions du service définies en D.2.3, peut convenir et assure malgré tout un coefficient de sécurité qu'on calculera.

Rappel de mécanique :

Moment d'inertie d'une masse en mouvement linéaire ramené à un mouvement de rotation :

$$J = M \left(\frac{V}{\Omega} \right)^2$$

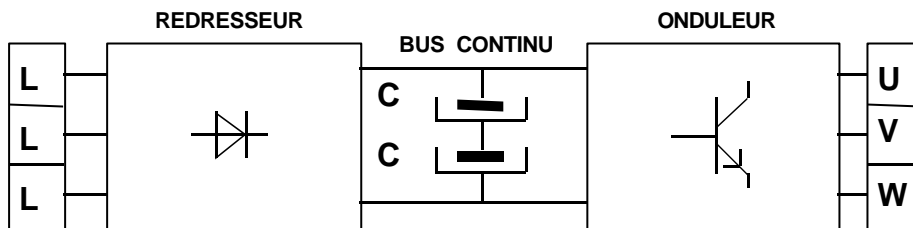
J en kg.m²
 M en kg
 V en m.s⁻¹
 Ω en rad.s⁻¹

PARTIE E

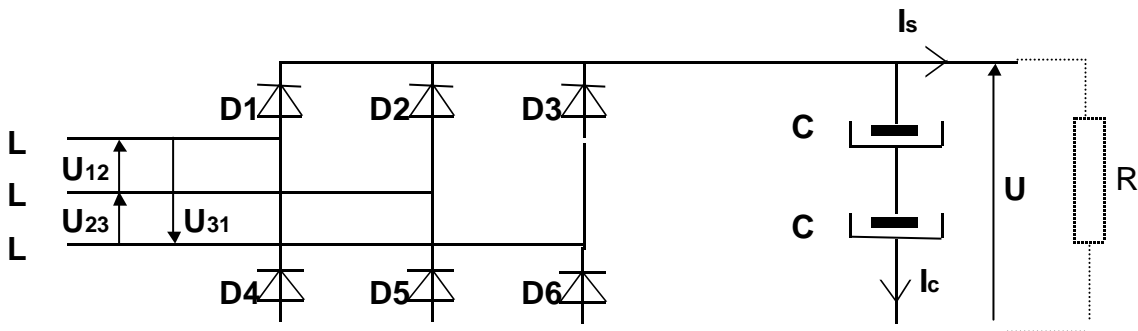
TABLE VIBRANTE

E.1 - DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DES DIODES DE REDRESSEMENT

Les variateurs de vitesse qui alimentent les moteurs asynchrones triphasés de la table vibrante utilisent une structure de puissance que l'on peut représenter par le schéma suivant :



Le schéma structurel de la partie redresseur est :



On suppose, pour la charge nominale du variateur, $\bar{U}_C = 550V$, $\bar{I}_S = 30A$ et l'ondulation crête à crête de U_C égale à $20V$ ($L1, L2, L3$: réseau triphasé $400V$). On admet les hypothèses simplificatrices suivantes :

- impédance de la source négligeable
- diodes parfaites
- arrêt de la charge des condensateurs au passage par le maximum de la tension d'alimentation
- décroissance linéaire de la tension aux bornes des condensateurs pendant la décharge

E.1.1 - Compléter, pour la charge nominale du variateur, sur document réponse **REP E1**, l'allure des chronogrammes de U_C et I_{D1} .

E.1.2 - Déterminer l'angle de conduction des diodes.

E.1.3 - Calculer le courant moyen dans une diode.

E.1.4 - Calculer la capacité des condensateurs $C1$ et $C2$. ($C1=C2$)

- E.1.5 - Si on assimile la forme du courant dans une diode, pendant l'angle de conduction, à une arche de sinus à de même durée, calculer la valeur de crête de ce courant et le rapport du courant de crête sur le courant moyen.
- E.1.6 - Rappeler les principaux critères de choix d'une diode de redressement.
- E.1.7 - Rechercher la référence des diodes satisfaisant aux critères de choix et calculer les coefficients de sécurité qui découlent de ce choix.

E.2 - DETERMINATION DES CONDITIONS DE FREINAGE DU MOTEUR ASSOCIE AU VARIATEUR DE VITESSE

- E.2.1 - Pendant la phase de ralentissement (rampe de décélération), si la charge entraînée possède une grande inertie (freinage hypersynchrone), discuter la réversibilité de la chaîne d'alimentation du moteur et préciser les éléments de puissance à adjoindre éventuellement pour que le fonctionnement soit correct.

E.3 - ANALYSE DE L'INFLUENCE DE LA TECHNOLOGIE DU VARIATEUR SUR LE COURANT EN LIGNE

Pour dimensionner au plus juste les fusibles du sectionneur Q112 placé dans l'alimentation du variateur, une mesure du courant a été réalisée au moyen d'une pince ampèremétrique F27 CHAUVIN ARNOUX. Les différentes fonctions de la pince permettent de mesurer l'intensité efficace du courant et d'en faire l'analyse harmonique.

Les résultats des mesures sont les suivants :

- mesure de la valeur efficace du courant : 20,5 A
- analyse harmonique : seules les valeurs H1, H3, H5, H9 et H11 sont significatives.

RANG	VALEUR en A
H1	17
H3	9
H5	5,7
H9	2,8
H11	1,4

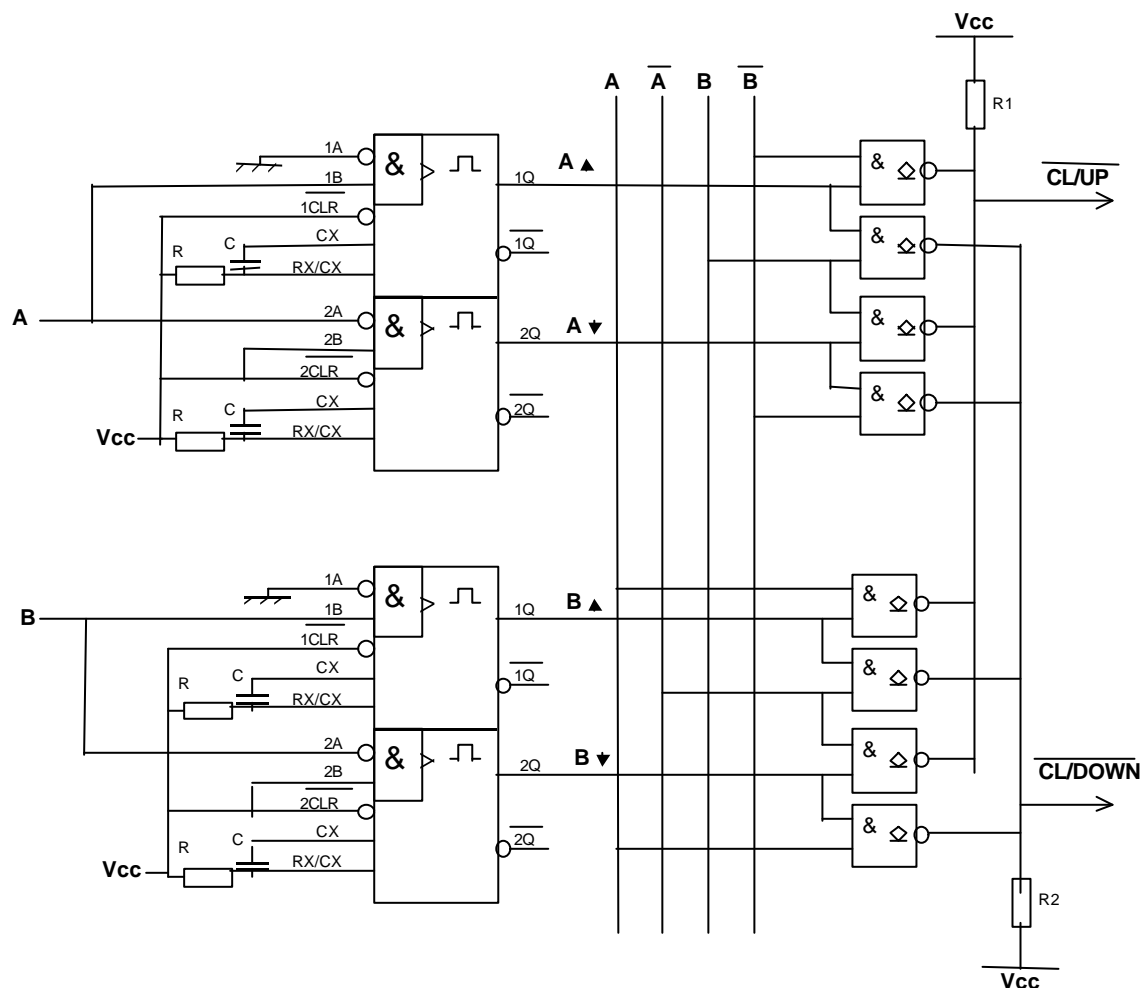
- E.3.1 - Montrer que les mesures effectuées lors de l'analyse harmonique confirment la valeur efficace du courant absorbé par le variateur.

E.4 - DETERMINATION DE LA RESOLUTION DU DISPOSITIF DE POSITIONNEMENT DES BALOURDS

- E.4.1 - La documentation du variateur (non fournie) précise que le retour vitesse pour fonctionnement en boucle fermée doit se faire au moyen d'un codeur incrémental (2 voies + top (0)). Si on appelle *A* et *B* les deux voies, dessiner les chronogrammes des signaux *A* et *B* à la sortie du codeur pour chacun des sens de rotation du moteur sur le document réponse **REP E2**. Quelles caractéristiques de ces signaux sont utilisées pour définir la vitesse, le sens de rotation et la position de l'arbre du moteur ?

- E.4.2 - Le codeur incrémental élabore pour les deux voies les signaux A et \bar{A} , B et \bar{B} afin d'obtenir une bonne immunité aux parasites et pouvoir tester à chaque instant une rupture dans la transmission de l'information. Quelle fonction logique associée à A et \bar{A} (idem pour B et \bar{B}) peut permettre de détecter la rupture d'un fil ? Expliquer son fonctionnement au moyen d'une table de vérité.
- E.4.3 - Calculer la fréquence des signaux A et B lorsque le moteur tourne à la vitesse maximale de 4500 tr.min^{-1} .
- E.4.4 - A partir des signaux A et B , il faut obtenir la commande d'un compteur-décompteur dont la sortie est l'image de la position angulaire du capteur. Le schéma suivant permet la conversion des signaux en assurant en plus la fonction :

nombre de points de mesure = $4 \times$ nombre de points par tour



Le schéma précédent montre la présence de quatre monostables. Ils assurent la transformation de chacun des fronts montants et descendants des signaux *A* et *B* en créneaux. La durée de ces créneaux est compatible avec la période la plus courte des signaux *A* et *B*.

Quelle caractéristique ont les sorties des portes NON-ET ?
Donner les équations logiques des sorties CL/UP et CL/DOWN.
Compléter les chronogrammes du document réponse **REP E2**.

- E.4.5 - Quelle variation angulaire minimale peut-on déceler avec ce capteur et son électronique associée ?
- E.4.6 - Combien d'étages doit comporter le compteur-décompteur **binaire** si on souhaite que son remplissage corresponde à un tour complet de l'arbre du moteur ?
- E.4.7 - En prenant pour origine de l'angle la position occupée par l'arbre du moteur au zéro compteur, indiquer en décimal, en hexadécimal et en binaire la valeur du compteur-décompteur pour les angles 30, 45 et 110 degrés.
- E.4.8 - Expliquer la différence entre la solution exposée précédemment et une solution mettant en œuvre un compteur-décompteur **BCD**. Indiquer dans ce cas, en décimal et en binaire, la valeur du compteur-décompteur pour les angles 30, 45 et 110 degrés.