CORRIGÉ NON OFFICIEL

BTS Conception et Réalisation de Systèmes Automatiques

E5.2 - Conception détaillée d'un système automatique

Session 2026

Proposition de corrigé rédigée par FormaV pour s'entraîner. Ce n'est pas le corrigé officiel de l'examen et elle ne remplace pas les éléments de correction officiels.

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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS CRSA, veuillez visiter :
btscrsa.fr/annales-sujets-et-corriges

BTS Conception et réalisation de systèmes automatiques (CRSA)
Session 2026
E52 – Conception détaillée d'un système automatique

PROPOSITION DE CORRIGÉ

Proposition de corrigé établie par FormaV à partir du sujet, non officielle. Elle ne préjuge pas des consignes nationales de correction données aux jurys.

PARTIE 1 – MISE EN ROTATION DU RETOURNEUR

Question 1

À partir du document ressources 1, choisir le bloc MC_MOVE permettant un déplacement du retourneur de 120° à chaque demande de rotation. Justifier la réponse.

Le bloc retenu est **MC_MOVE_RELATIVE**.

Justification : le bloc MC_MOVE_RELATIVE effectue un déplacement vers une position relative, c'est-à-dire par rapport à la position actuelle du variateur (document ressources 1). Chaque demande de rotation doit faire tourner le retourneur de 120° à partir de sa position courante, quelle qu'elle soit. Le bloc MC_MOVE_ABSOLUTE, qui impose une position absolue, ne convient pas, car il imposerait une position de consigne fixe indépendante de l'état courant du retourneur.

Question 2

À l'aide des documents ressources 2 et 3, compléter le tableau donnant les caractéristiques du servomoteur et du réducteur de vitesse.

La référence BSH0551P22F2A se décode ainsi : BSH 0551 (taille et couple), P (variante 6000 tr.min^{-1} associée au variateur LXM32●U60N4 dans le document ressources 2), 2 (bout d'arbre IP65 lisse), 2 (capteur multitour), F (frein de parking), 2 (connecteurs coudés), A (bride standard). Les valeurs ci-dessous sont relevées dans le document ressources 2 pour cette référence.

Caractéristique	Valeur
Servomoteur – vitesse mécanique maximale	9000 tr.min^{-1}
Servomoteur – vitesse nominale	6000 tr.min^{-1}
Servomoteur – couple continu à l'arrêt	0,5 N·m (BSH0551P, nomenclature p. 7) ou 0,8 N·m (BSH0552P, document réponses 4)
Servomoteur – puissance de sortie nominale	300 W ou 400 W (même distinction)
Référence du servo-variateur à associer	LXM32AU60N4 (LXM32●U60N4 dans le document ressources 2)
Capteur – nombre de points par tour	131 072 points/tour
Capteur – nombre de tours gérés	4096 tours
Réducteur GBX 060 020K – rapport de réduction	20

Remarque : la nomenclature (page 7) indique le moteur BSH0551P22F2A, alors que le document réponses 4 représente le BSH0552P22F2A. Les vitesses (6000 et 9000 tr.min^{-1}), le variateur associé (LXM32AU60N4) et le codeur sont identiques pour les deux références ; seuls le couple et la puissance changent. Les deux lectures sont acceptées.

Question 3

Calculer le nombre de points émis par le codeur pour une rotation du retourneur de 120 degrés en tenant compte du rapport de réduction.

Le rapport de réduction de 20 signifie que le moteur effectue 20 tours pour 1 tour du retourneur. Une rotation de 120° du retourneur représente 120/360 = 1/3 de tour. Le codeur, lié au moteur, tourne donc de :

20 × 1/3 = 20/3 ≈ 6,67 tours

Nombre de points émis (codeur sans échelle) : 131 072 × 20/3 = 873 813 points (arrondi à l'unité).

Résultat : 873 813 points.

Question 4

Pour plus de lisibilité, une mise à l'échelle est faite par le logiciel de paramétrage du servo-variateur. On aura donc 16384 points « utilisateur » par tour codeur (Echelle 1/8).
Calculer le nombre de points « utilisateur » émis par le codeur pour une rotation de l'axe du retourneur de 120° en tenant compte de l'échelle et du rapport de réduction.

Avec l'échelle 1/8, un tour codeur correspond à 16 384 points « utilisateur ». Pour 20/3 tours moteur :

16 384 × 20/3 = 109 226,7 soit 873 813/8 ≈ 109 227 points « utilisateur ».

Résultat : 109 227 points « utilisateur » (valeur à indiquer pour la position relative de 120°).

Question 5

Calculer la valeur de la vitesse Nv (tr.min^{-1}) à indiquer sur l'entrée VELOCITY du bloc MC_MOVE. Cette valeur correspond à la vitesse de rotation du servomoteur BSH.

Le graphe du document (page 9) donne une vitesse de 25 tr.min^{-1} pour le retourneur sur le palier. La vitesse du servomoteur est reliée à celle du retourneur par le rapport de réduction 20 :

Nv = 25 × 20 = 500 tr.min^{-1}

Résultat : Nv = 500 tr.min^{-1}

Remarque : l'aire du trapèze (base 1 s, petite base 0,5 s, hauteur 25 tr.min^{-1}) vaut 18,75 tr.min^{-1}·s, soit 0,3125 tour, soit 112,5°. La courbe lue ne réalise donc pas exactement 120° ; cette remarque ne modifie pas les valeurs calculées des questions 5 à 7.

Question 6

Calculer la valeur du paramètre « acc » à indiquer sur l'entrée ACCELERATION du bloc MC_MOVE.

La phase d'accélération dure 0,25 s (de 0 à 0,25 s sur le graphe), la vitesse passe de 0 à 500 tr.min^{-1} (vitesse moteur).

acc = 500 / 0,25 = 2000 tr.min^{-1}.s^{-1}

Résultat : acc = 2000 tr.min^{-1}.s^{-1}

Question 7

Calculer la valeur absolue du paramètre « déc » à indiquer sur l'entrée DECELERATION du bloc MC_MOVE.

La phase de décélération dure 0,25 s (de 0,75 s à 1 s sur le graphe), la vitesse passe de 500 tr.min^{-1} à 0.

|déc| = |0 – 500| / 0,25 = 2000 tr.min^{-1}.s^{-1}

Résultat : |déc| = 2000 tr.min^{-1}.s^{-1} (la valeur est positive, la décélération étant saisie en valeur absolue).

PARTIE 2 – ÉTUDE SÉQUENTIELLE DU RETOURNEUR

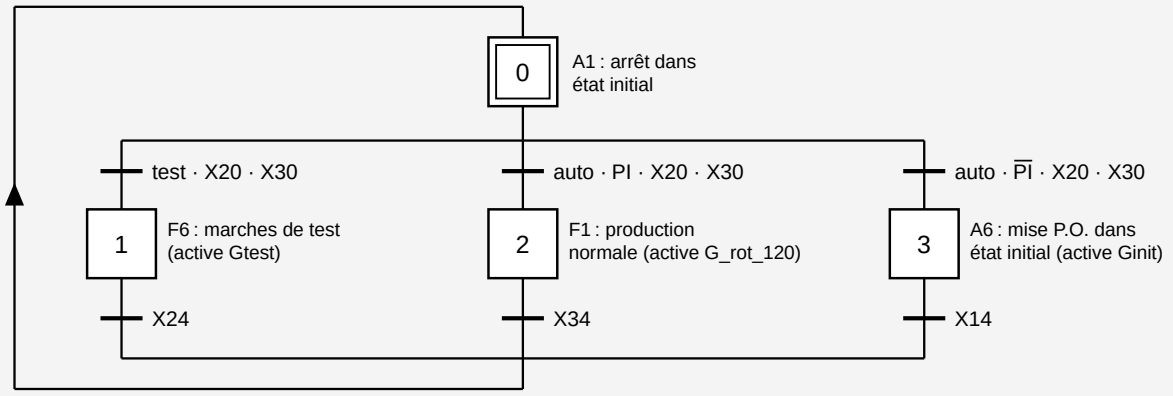
Question 8

À partir du GEMMA du document ressources 4, compléter le grafcet de conduite GC à partir de l'étape initiale X0.

Le GEMMA du document ressources 4 retient quatre états : A1 « Arrêt dans état initial », F6 « Marches de test » (grafcet Gtest), F1 « Production normale » (grafcet G_rot_120) et A6 « Mise P.O. dans état initial » (grafcet Ginit). Chaque état devient une étape de GC, sans action : l'étape initiale 0 correspond à A1, les étapes 1, 2 et 3 à F6, F1 et A6. Les grafcets de tâches lisent l'activité de ces étapes (X1, X2, X3) dans leurs réceptivités (question 9). Les trois évolutions possibles depuis l'étape 0 forment une divergence en OU.

Transition	Réceptivité	Origine (GEMMA)
0 → 1	$\text{test} \cdot X20 \cdot X30$	test et grafcets Gtest, G_rot_120 initialisés (A1 vers F6)
0 → 2	$\text{auto} \cdot \text{PI} \cdot X20 \cdot X30$	Auto et retourneur en position initiale et grafcets Gtest, G_rot_120 initialisés (A1 vers F1)
0 → 3	$\text{auto} \cdot \overline{\text{PI}} \cdot X20 \cdot X30$	Auto et retourneur pas en position initiale et grafcets Gtest, G_rot_120 initialisés (A1 vers A6)
1 → 0	$X24$	Etape fin de test (F6 vers A1)
2 → 0	$X34$	retour de F1 vers A1 ($\overline{\text{AUTO}}$) : l'étape 34 de G_rot_120 est atteinte sur perte du mode auto, passage en test ou fin de production
3 → 0	$X14$	Etape fin d'initialisation retourneur (A6 vers A1)

Remarque : X10 peut être ajoutée aux trois réceptivités de sortie de l'étape 0 pour vérifier aussi que Ginit est dans son étape initiale. Les réceptivités 0 → 2 et 0 → 3 sont exclusives (PI ou $\overline{\text{PI}}$).



Grafcet de conduite GC (PI : position initiale retourneur ; X20 et X30 : étapes initiales de Gtest et G_rot_120 ; les étapes 1, 2 et 3 n'ont pas d'action).

Question 9

Compléter les 6 réceptivités manquantes (xxx) des grafcets Gtest, Ginit et G_rot_120 permettant la synchronisation des tâches.

Les six réceptivités manquantes se trouvent après les étapes 20, 24, 10, 14, 30 et 34. Elles lisent les étapes du grafcet de conduite GC proposé en question 8 : X1 (étape « test », état F6), X2 (étape « production normale », état F1), X3 (étape « mise en position initiale », état A6) et X0 (étape initiale, état A1). Chaque grafcet de tâche démarre quand l'étape correspondante de GC est active et revient à son étape initiale quand GC est revenu à l'étape 0.

Grafcet	Transition	Réceptivité complète	Rôle
Gtest	20 → 21	$X1$	GC à l'étape « test » : les tests de rotation avant/arrière sont autorisés
Gtest	24 → 20	$X0$	GC, après lecture de l'étape fin de test X24, est revenu à l'étape 0
Ginit	10 → 11	$X3$	GC à l'étape « mise en position initiale » : l'initialisation démarre
Ginit	14 → 10	$X0$	GC, après lecture de l'étape fin d'initialisation X14, est revenu à l'étape 0
G_rot_120	30 → 31	$X2$· ↑Demande rot 120°	GC en production normale et nouvelle demande de rotation (le front montant ↑Demande rot 120° figure déjà sur le document réponses 2)
G_rot_120	34 → 30	T2/X34/500 ms · $X0$	fin de la temporisation et GC revenu à l'étape 0 après lecture de X34

PARTIE 3 – ARCHITECTURE RÉSEAU

Question 10

En fonction de l'adresse IP fixe de l'ordinateur portable PC1 du service de maintenance et du tableau des classes d'adressage IP, proposer une adresse IP fixe et le masque de sous-réseau pour chaque matériel connecté au réseau LAN.

PC1 possède l'adresse 172.16.80.25 avec le masque 255.255.0.0. Le premier octet 172 appartient à la plage 128 à 191, soit la classe B, dont le masque par défaut est 255.255.0.0. Tous les équipements doivent donc se trouver dans le même réseau 172.16.0.0, avec une adresse hôte distincte.

Matériel	Adresse IP proposée	Masque de sous-réseau
Module processeur de l'automate M340 (Modbus TCP)	172.16.80.21	255.255.0.0
IHM HMI STU855 (Modbus TCP)	172.16.80.22	255.255.0.0
Baie robot DX200 (RJ45)	172.16.80.23	255.255.0.0

Toute adresse 172.16.x.y distincte des autres équipements est acceptée, sauf 172.16.0.0 (adresse du réseau) et 172.16.255.255 (adresse de diffusion), avec le masque 255.255.0.0.

PARTIE 4 – ÉTUDE DES SÉCURITÉS « MACHINE »

Question 11

À l'aide des documents ressources 5 et 6 et des explications données, donner la référence complète du module de sécurité.

Référence : **XPSUAT**.

Justification : l'arrêt d'urgence est de catégorie 1, il faut donc des sorties de sécurité temporisées qui coupent STO_A et STO_B après la décélération (fonction HALT). Dans le guide de choix du document ressources 6, le XPSUAT est le seul module XPSU offrant à la fois 3 contacts « F » à sécurité immédiate (13-14, 23-24, 33-34) et 3 « F » + 1 « O » à sécurité retardée configurable de 0 à 900 s (47-48, 57-58, 67-68 et 75-76), avec en diagnostic 1 sortie statique à impulsions (Z1) et 1 sortie statique (Z2), ce qui correspond au brochage du document ressources 5. Avec ses contacts relais normalement ouverts, il atteint le niveau PL e / catégorie 4.

Question 12

À l'aide du document ressources 5 et des explications données, compléter le schéma de câblage du servo-variateur et du module de sécurité XPSU.

Les liaisons à réaliser dans les cadres pointillés du document réponses 4 sont données dans le tableau ci-dessous.

Les contacts immédiats 13-14, 23-24 (boucle d'arrêt d'urgence du robot) et 33-34 (boucle d'arrêt pneumatique) sont déjà raccordés ; l'entrée S31-S32 n'est pas utilisée.

Fonctionnement : un appui sur S1 ou S2 ouvre les deux voies d'entrée. Les contacts immédiats 13-14, 23-24 et 33-34 s'ouvrent aussitôt et la sortie Z2 met DI0 à 1 : la fonction HALT décélère le moteur selon la rampe définie. Après la temporisation réglée sur le module, les contacts 47-48 et 57-

58 s'ouvrent : STO_A et STO_B sont désactivées et l'étage de puissance est coupé (arrêt de catégorie 1). Le redémarrage n'est possible qu'après déverrouillage des arrêts d'urgence et appui sur S3.

Cadre	**Liaison**
Alimentation XPSU	A1 (par le fusible F1 déjà dessiné) au 24 V DC ; A2 au 0 V DC ; B2 au PE
Voie 1 (S11-S12)	S11 → contact NC 21-22 de S1 (arrêt d'urgence pupitre) → contact NC de S2 (arrêt d'urgence porte d'accès cellule robot) → S12
Voie 2 (S21-S22)	S21 → contact NC 21-22 de S2 → second contact NC de S1 → S22
Réarmement (Y1-Y2)	contact NO 13-14 de S3 (réarmement pupitre) entre Y1 et Y2
Contacts temporisés 47 et 57	47 et 57 au 24 V DC
Contacts temporisés 48 et 58	48 vers STO_A (CN2, borne 5) ; 58 vers STO_B (CN2, borne 6)
Z2	vers DI0/CAP1 (CN6, borne 21), liaison déjà tracée

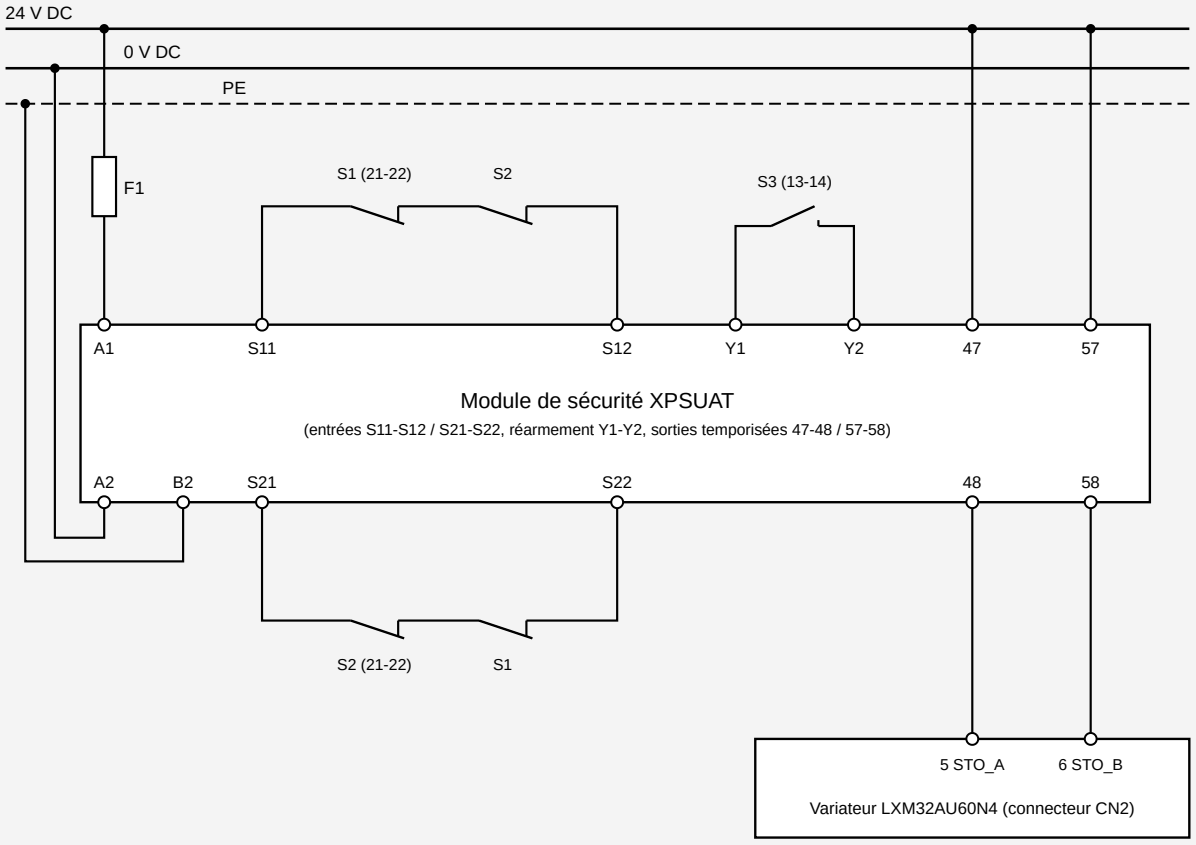


Schéma simplifié des liaisons à ajouter sur le document réponses 4 (contacts représentés au repos ; liaisons déjà tracées sur le document, dont Z2 vers DI0, non reprises).

PARTIE 5 – ÉTUDE DES SÉCURITÉS OPÉRATEURS PAR INTERDICTION D'ACCÈS

Question 13

À l'aide du document ressources n° 7, donner la référence de l'interrupteur de sécurité répondant aux exigences données. Justifier la réponse.

Référence : **XCSE7312**.

Justification (document ressources 7) :

- verrouillage par mise hors tension et déverrouillage par mise sous tension de l'électro-aimant : la porte reste verrouillée tant que la sortie API Q0.2.10 n'autorise pas le déverrouillage ;
- électro-aimant en 24 V, compatible avec les sorties à relais du DRA 1605 alimentées en 24 V ;
- contacts principaux « NC + NC + NO » : 21-22 et 31-32 dans les boucles d'arrêt normal du robot (SAFF1 et SAFF2), 13-14 vers l'API (porte d'accès ouverte, clé-languette retirée) ;
- contacts auxiliaires « NC + NO » actionnés par l'électro-aimant : 43-44 vers l'API (clé-languette déverrouillée) ;
- serrure à clé permettant le déverrouillage de secours en cas d'anomalie ;
- DEL verte et DEL orange disponibles (la DEL orange n'existe pas sur les versions à contacts principaux « 3 NC »).

Le XCSE73127 (contacts auxiliaires « 2 NC ») ne fournit pas le contact NO 43-44, et le XCSE7412 (déverrouillage de secours par bouton coup de poing) ne répond pas à l'exigence de déverrouillage manuel par clé.

Question 14

À l'aide du document ressources 8 et des explications données page 11, compléter le schéma de raccordement de l'interrupteur de sécurité, de l'automate programmable M340 et du module sécurité robot. Les adresses des entrées/sorties sont listées dans le tableau.

Bornes relevées sur le document ressources 8 : sur le DDI 1602, l'entrée In est sur la borne n + 1 (I7 : borne 8, I10 : borne 11, I11 : borne 12) ; sur le DRA 1605, Q8 à Q15 sont sur les bornes 11 à 18 et le commun C8-15 sur les bornes 19-20 (Q10 : borne 13, Q11 : borne 14, Q12 : borne 15). Les contacts de l'interrupteur sont représentés clé-languette insérée et électro-aimant hors tension.

Élément	Liaison
S10, demande d'accès (NO)	entre le +24 V CPS2000 et I0.1.7 (borne 8 du DDI 1602)
Contact auxiliaire NO 43-44 (fermé quand l'électro-aimant est alimenté : clé-languette déverrouillée)	entre le +24 V CPS2000 et I0.1.11 (borne 12 du DDI 1602)
Contact principal NO 13-14 (fermé quand la clé-languette est retirée)	entre le +24 V CPS2000 et I0.1.10 (borne 11 du DDI 1602)
Contact principal NC 21-22	entre 1-SAFF1+ et 2-SAFF1- (module sécurité robot)
Contact principal NC 31-32	entre 3-SAFF2+ et 4-SAFF2- (module sécurité robot)
Commun C8-15 du DRA 1605	borne 19 (pontée avec 20) au +24 V de l'ABLS1A03124, après le fusible
Bobine YV (E1-E2)	Q0.2.10 (borne 13 du DRA 1605) vers E1 ; E2 au 0 V ABLS1A03124
DEL orange (X3)	Q0.2.11 (borne 14 du DRA 1605) vers X3
DEL verte (X2)	Q0.2.12 (borne 15 du DRA 1605) vers X2
Commun des DEL (X1)	X1 au 0 V ABLS1A03124
PE de l'interrupteur	à la terre de protection PE

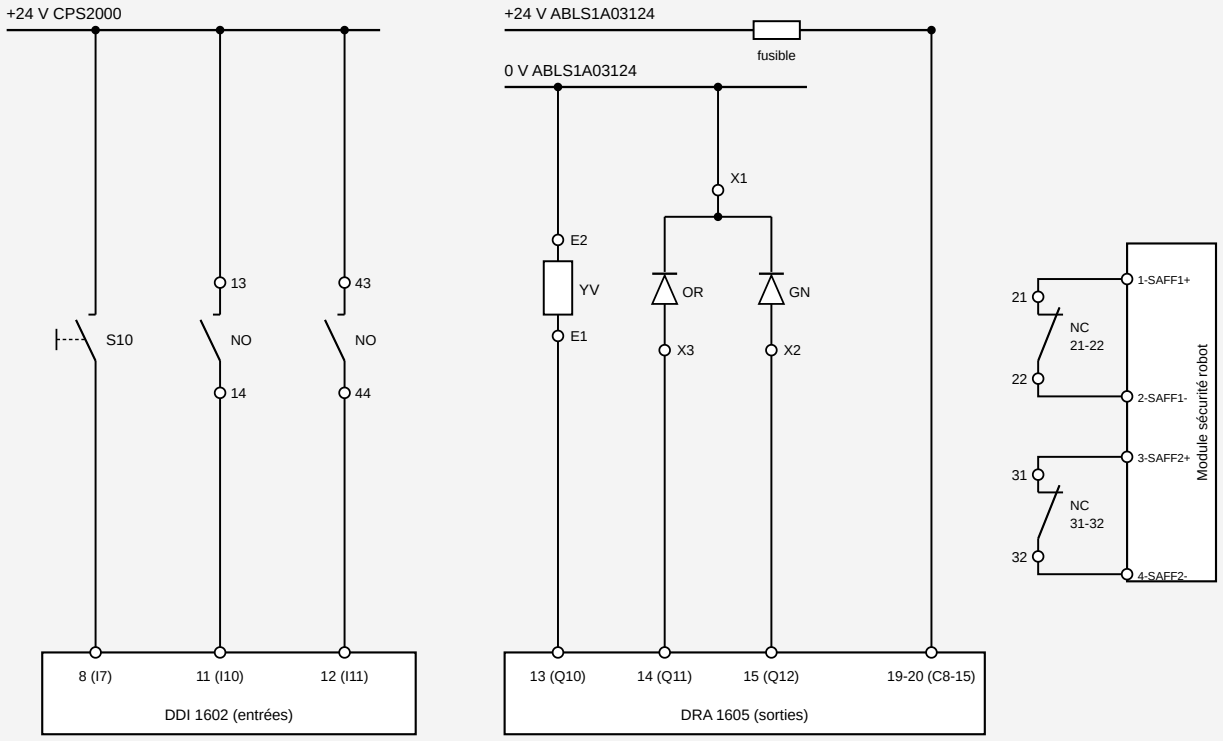


Schéma simplifié des liaisons à ajouter sur le document réponses 5 (interrupteur XCSE7312 : contacts 13-14, 21-22, 31-32, 43-44, bobine E1-E2 et DEL X1-X2-X3 ; contacts représentés clé-languette insérée et électro-aimant hors tension ; liaison PE non représentée).

Le contact auxiliaire NC 51-52 reste libre. Les entrées sont alimentées par le CPS2000 (0,45 A) déjà raccordé au DDI 1602, les sorties (bobine et voyants) par l'alimentation externe ABLS1A03124

(3,1 A). Au retrait de la clé-languette, 21-22 et 31-32 s'ouvrent et coupent SAFF1 et SAFF2 : le robot s'arrête normalement, y compris en cas de déverrouillage par clé.

PARTIE 6 – INTERFACE HOMME MACHINE (IHM)

Question 15

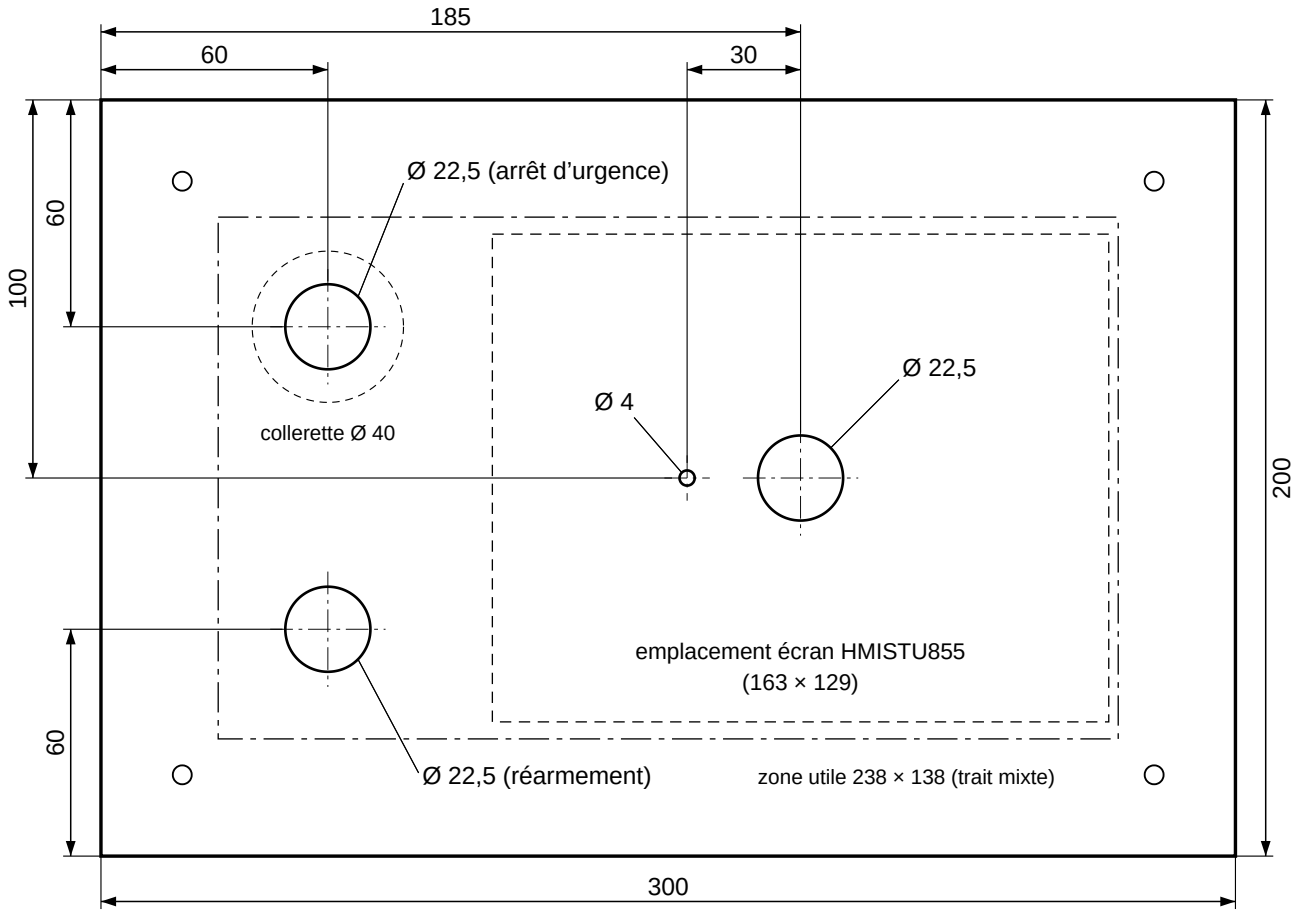
À partir du document ressources 9, représenter à l'échelle 1/2, la porte du coffret avec la position cotée des trous de fixation pour l'écran, le bouton d'arrêt d'urgence et le bouton réarmement.

Le document ressources 9 donne la zone utile du couvercle, A × B = 138 × 238 mm (soit x de 31 à 269 mm et y de 31 à 169 mm), et l'entraxe des vis du couvercle, C × D = 157 × 257 mm (vis à 21,5 mm des bords).

Le couvercle mesure 300 mm × 200 mm : à l'échelle 1/2 il est dessiné en 150 mm × 100 mm, les cotes restant écrites en vraie grandeur. Implantation retenue (origine : coin supérieur gauche du couvercle) dans le tableau ci-dessous.

Vérifications : l'écran occupe x = 103,5 à 266,5 mm et y = 35,5 à 164,5 mm ; la collerette Ø 40 de l'arrêt d'urgence occupe x = 40 à 80 mm et y = 40 à 80 mm ; le bloc arrière du bouton de réarmement (30 × 46,5 mm) occupe x = 45 à 75 mm et y = 116,75 à 163,25 mm. Tous les composants restent dans la zone utile 238 × 138 mm et les boutons sont dégagés de l'écran (23,5 mm entre la collerette et le bord de l'écran). L'entraxe vertical des deux boutons (80 mm) est supérieur à l'entraxe minimal de 40 mm du document ressources 9.

Perçage	Diamètre	Position (vraie grandeur)
Fixation de l'écran HMISTU855	Ø 22,5 mm	x = 185 mm, y = 100 mm (centre de l'emplacement 163 × 129 mm, partie droite, centré verticalement)
Anti-rotation de l'écran	Ø 4 mm	à 30 mm du trou Ø 22,5 : x = 155 mm, y = 100 mm
Bouton d'arrêt d'urgence	Ø 22,5 mm	x = 60 mm, y = 60 mm (en haut à gauche)
Bouton de réarmement	Ø 22,5 mm	x = 60 mm, y = 140 mm (en bas à gauche)



Plan de perçage du couvercle, échelle 1/2 (à l'échelle si la page est imprimée en A4 à 100 %) : cotes en vraie grandeur, en mm ; zone utile 238 × 138 en trait mixte, vis du couvercle aux angles (entraxe 257 × 157).

Continue à t'entraîner

Retrouve tous les sujets et corrigés du BTS CRSA, classés par épreuve et par année :
btscrsa.fr/annales-sujets-et-corriges

Pour réviser tout le programme avant l'examen, les Fiches de Révision du BTS CRSA reprennent l'essentiel de chaque épreuve :
btscrsa.fr/fiches-de-revision

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.