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 :
formav.co/explorer

BTS CIRA

Contrôle industriel et régulation automatique

Session 2018 • Code sujet : **CA52AII** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **5**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Préparation de la pâte et gestion des sécurités (2 questions) **Page 3**

2. Mesure de niveau et régulation de concentration de la pâte (4 questions) **Page 5**

3. Analyse de la régulation de niveau de la cuve 3 (1 question) **Page 8**

4. Régulation de pression de la caisse de tête (1 question) **Page 9**

5. Mesure de température de la sécherie et recherche d'un défaut (2 questions) **Page 11**

6. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://btscira.fr/assets/annales/bts-cira/E5.2 - Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation/2018/BTS CIRA - E5.2 - Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

1. Préparation de la pâte et gestion des sécurités

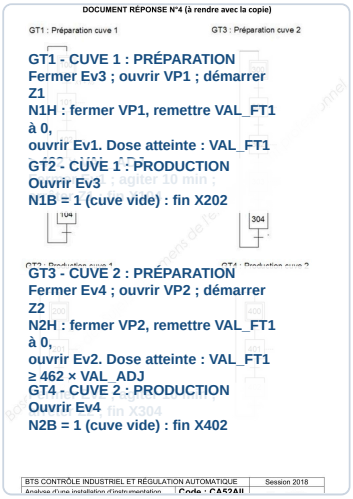
Deux cuves pulpeurs fonctionnent en alternance pour préparer et produire la pâte, avec alimentation, injection dosée d'adjuvant et agitation. Le cycle dépend des autorisations et des niveaux détectés, tandis qu'un arrêt d'urgence doit arrêter et réinitialiser les séquences concernées.

Préparation de la pâte

Question Q1. Compléter sur le document réponse 4 les séquences de gestion de production de la pâte GT1, GT2, GT3 et GT4, à partir de la description du cycle et des annexes indiquées.

Les séquences alternent préparation et production pour les deux cuves. La séquence de préparation ferme l'isolement, ouvre l'alimentation en pâte et démarre l'agitateur. Au niveau haut, elle ferme l'alimentation, remet le comptage à zéro et injecte l'adjuvant. Le capteur FT1 délivre 462 impulsions par litre : la dose est atteinte lorsque `VAL_FT1 ≥ 462 × VAL_ADJ`. La séquence ferme alors l'injection, poursuit l'agitation 10 min, puis signale la fin. En production, l'isolement s'ouvre jusqu'à détection de cuve vide.

Document réponse 4 complété


DOCUMENT RÉPONSE N°4 (à rendre avec la copie)

GT1 : Préparation cuve 1

GT1 - CUVE 1 : PRÉPARATION
Fermer Ev3 ; ouvrir VP1 ; démarrer Z1
N1H : fermer VP1, remettre VAL_FT1 à 0,
ouvrir Ev1. Dose atteinte : VAL_FT1 ≥ 462 × VAL_ADJ
GT2 - CUVE 1 : PRODUCTION
Ouvrir Ev3
N1B = 1 (cuve vide) : fin X202

GT3 : Préparation cuve 2

GT3 - CUVE 2 : PRÉPARATION
Fermer Ev4 ; ouvrir VP2 ; démarrer Z2
N2H : fermer VP2, remettre VAL_FT1 à 0,
ouvrir Ev2. Dose atteinte : VAL_FT1 ≥ 462 × VAL_ADJ
GT4 - CUVE 2 : PRODUCTION
Ouvrir Ev4
N2B = 1 (cuve vide) : fin X402

BTS CONTRÔLE INDUSTRIEL ET RÉGULATION AUTOMATIQUE | Session 2018

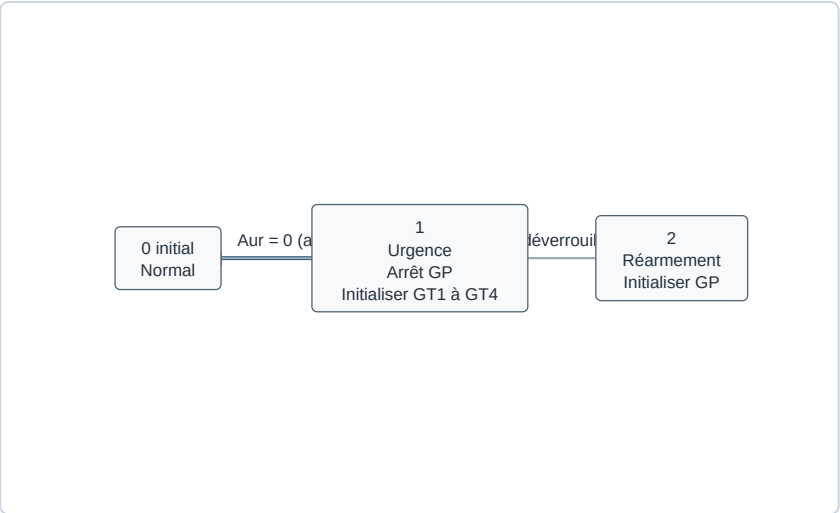
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> GT1 : préparation cuve 1 ; GT2 : production cuve 1 ; GT3 : préparation cuve 2 ; GT4 : production cuve 2.

Gestion des sécurités

Question Q2. Établir le GRAFCET de gestion de l'arrêt d'urgence GUR. Prendre en compte l'arrêt du GRAFCET GP et l'initialisation des séquences GT1, GT2, GT3 et GT4 lorsque l'opérateur appuie sur Aur, ainsi que l'initialisation de GP au déverrouillage du bouton.

Aur est un bouton d'arrêt d'urgence normalement fermé : lorsqu'il est appuyé, son entrée vaut 0. Le GRAFCET GUR passe alors à l'étape d'urgence, qui arrête GP et réinitialise GT1 à GT4. Tant que le bouton reste verrouillé, cette étape est maintenue. Au déverrouillage, Aur revient à 1 : GUR passe par une étape de réarmement qui initialise GP, puis revient à l'étape normale. Cette étape transitoire permet de représenter l'initialisation au moment du déverrouillage.

GRAFCET de gestion de l’arrêt d’urgence GUR



Aur est normalement fermé. L’étape de réarmement est transitoire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Aur = 0 : arrêt de GP et initialisation de GT1 à GT4. Au déverrouillage, Aur = 1 : initialisation de GP.

2. Mesure de niveau et régulation de concentration de la pâte

Le niveau du réservoir d'adjuvant RS-1 est mesuré par un transmetteur ultrason 4-20 mA, puis codé par l'automate sur 8 bits. Dans la cuve 3, la pâte est diluée jusqu'à la concentration souhaitée et la réponse en boucle ouverte sert à analyser et régler la régulation.

Gestion de la mesure de niveau

Question Q3. Donner, en centimètres, la plus petite variation de niveau détectable par l'automate pour la mesure du réservoir RS-1 codée sur 8 bits.

Le codage non signé sur 8 bits fournit 256 valeurs, de 0 à 255. Comme les codes extrêmes correspondent respectivement à 0 cm et 100 cm, l'étendue est répartie en 255 pas. La plus petite variation détectable vaut donc **100/255 ≈ 0,392 cm par pas**. Il s'agit de la résolution théorique du codage, sans tenir compte des incertitudes du transmetteur ni du bruit de mesure.

Résolution de la mesure

le tableau suivant :

Niveau [cm]	Signal transmetteur [mA]	Valeur automate (binaire)
0	4	0000 0000
10		
50		
100	20	1111 1111

1 pas automate ≈ 0,392 cm

Q3- Donner la valeur (en cm) de la plus petite variation de niveau détectable par l'automate.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Résolution : 0,392 cm par pas, soit environ 0,39 cm.

Question Q4. Déterminer les valeurs manquantes du tableau associant le niveau en centimètres, le signal du transmetteur en milliampères et la valeur binaire de l'automate.

La conversion du niveau en signal est linéaire entre 0 cm et 100 cm, associés à 4 mA et 20 mA. Le code évolue également linéairement de 0 à 255. On calcule donc le signal par **I = 4 + 16h/100** et le code par **N = 255h/100**. Pour 10 cm, le code idéal est 25,5 : le code entier le plus proche est 26. Pour 50 cm, 127,5 est arrondi à 128.

Niveau	Signal transmetteur	Valeur automate
10 cm	5,6 mA	0001 1010
50 cm	12 mA	1000 0000

Valeurs ajoutées au tableau de mesure

le tableau suivant :

Niveau [cm]	Signal transmetteur [mA]	Valeur automate (binaire)
0	4	0000 0000
10	5,6 mA	0001 1010
50	12 mA	1000 0000
100	20	1111 1111

✓ RÉPONSE À RETENIR

10 cm : 5,6 mA, 0001 1010. 50 cm : 12 mA, 1000 0000.

Concentration de la pâte

Question Q5. Analyser le fonctionnement afin de déterminer le sens d'action du régulateur de concentration, en tenant compte du fait que la vanne V1 est FPMA et en exploitant le relevé de l'essai en boucle ouverte.

Sur le relevé en boucle ouverte, l'augmentation de la commande de V1 fait augmenter la concentration : le gain du procédé est positif. V1 est une vanne FPMA : une hausse de commande l'ouvre et augmente l'apport de pâte. Si la concentration dépasse la consigne, il faut donc réduire la commande pour refermer la vanne et diminuer l'apport. La sortie du régulateur doit varier en sens opposé à la mesure : le régulateur est à **action inverse**.

Sens d'action déduit de l'essai en boucle ouverte



✓ RÉPONSE À RETENIR

Action inverse : si la concentration mesurée augmente, la sortie du régulateur diminue.

Question Q6. Déterminer les valeurs de réglage du régulateur PI. En analysant la réponse en boucle ouverte, évaluer si le choix d'un PI permet d'obtenir une réponse satisfaisante en boucle fermée.

La lecture de l'essai donne un gain de procédé **K = ΔM/ΔYr = 20/10 = 2**, avec les temps de Broïda t1 ≈ 60 s et t2 ≈ 75 s. Ainsi, τ = 5,2(t2 − t1) = 78 s et T = 2,8t1 − 1,8t2 = 33 s. Pour le PI parallèle, l'annexe 4 donne BP = 125KT/τ et Ti = 1,25Kτ, soit BP ≈ 106 % et Ti = 195 s. Le procédé est auto-régulant ; le PI supprime l'écart statique. La satisfaction dynamique doit être confirmée par un essai en boucle fermée.

Formules de réglage PI de Broïda

	PI //	PID//
BP en %	$\frac{125 \times K \times T}{\tau}$ PI : BP ≈ 106 %	$\frac{120 \times K \times T(\tau + 0.4T)}{\tau}$
Ti en s	$1.25 \times K \times \tau$ PI : Ti = 195 s	$\frac{1.3 \times K}{T}$
Td en s		$\frac{0.35 \times \tau}{K}$

✓ RÉPONSE À RETENIR

Réglage PI : BP ≈ 106 % ; Ti = 195 s. PI adapté, à valider en boucle fermée.

3. Analyse de la régulation de niveau de la cuve 3

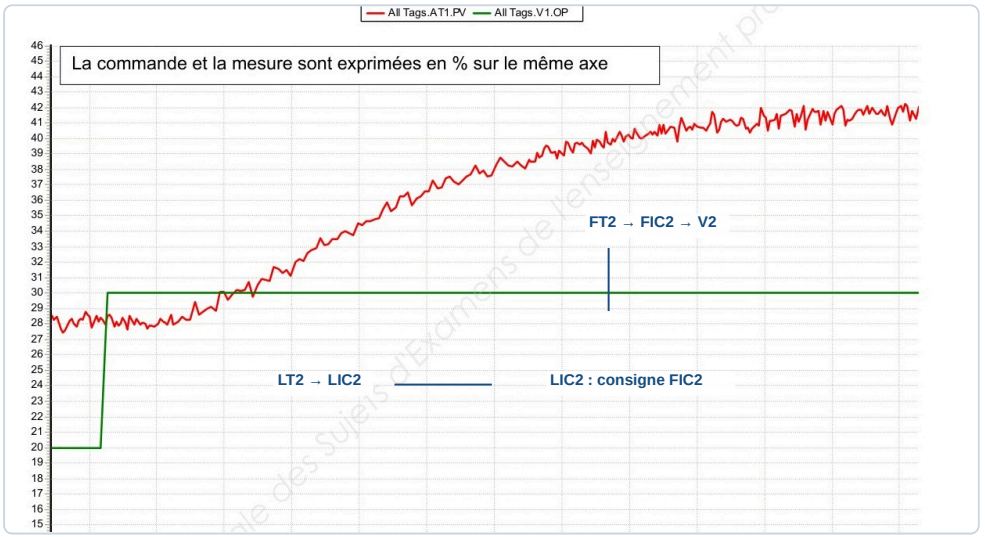
Une boucle simple régule le niveau de la cuve 3, tandis que le débit d'eau entrant est mesuré sur une canalisation DN 40. L'enregistrement de ces grandeurs sert à proposer une stratégie de régulation modifiée, son instrumentation et les sens d'action nécessaires.

Régulation de niveau

Question Q7. À partir de l'enregistrement de l'influence des variations du débit Qe sur la mesure du niveau, proposer et argumenter une modification de la stratégie de régulation. Réaliser le schéma TI sur le document réponse 2, choisir si nécessaire un appareil de l'annexe 6 en privilégiant une alimentation 24 V et un raccordement par brides, puis justifier le ou les sens d'action des régulateurs choisis.

Sur l'enregistrement, les variations de Qe sont suivies par des variations du niveau de la cuve 3. Ajouter une boucle interne de débit d'eau : LIC2, régulateur maître mesurant LT2, fixe la consigne du régulateur de débit FIC2 ; FT2 mesure le débit et FIC2 commande V2. Cette cascade corrige rapidement les variations de débit et maintient le niveau. L'annexe 6 propose le Promag 10D DN40, montage entre brides, alimenté en 11-40 V continu. Son calibre usine de 200 L/min convient au débit nominal. Si le niveau augmente, LIC2 doit diminuer la consigne de débit : action inverse. Si le débit mesuré dépasse sa consigne, FIC2 diminue sa sortie pour refermer V2 : action inverse également.

Document réponse 2 complété : cascade niveau-débit



✓ RÉPONSE À RETENIR

Cascade niveau-débit : LT2 → LIC2 → consigne FIC2 ; FT2 → FIC2 → V2. Promag 10D DN40, entre brides, alimentation 24 V continu, calibre usine 200 L/min. LIC2 et FIC2 à action inverse.

4. Régulation de pression de la caisse de tête

La pression de l’air au-dessus de la pâte dans la caisse de tête est mesurée par PT4 et doit être régulée avec deux vannes disponibles. La stratégie doit intégrer le partage de commande, les schémas d’instrumentation et de câblage, ainsi que les exigences de sécurité.

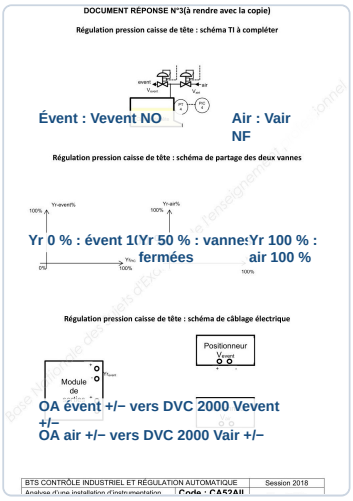
Régulation de pression

Question Q8. Proposer une stratégie et les éléments nécessaires pour réguler la pression de l’air au-dessus de la pâte dans la caisse de tête. Tenir compte du fait qu’à 50 % de sortie du régulateur Yr les vannes sont fermées et intégrer la sécurité dans le choix des vannes. Compléter le schéma TI avec leur positionnement, le diagramme de partage des deux vannes, le schéma de programmation type SNCC à l’aide des blocs de l’annexe 7 et le schéma de câblage électrique régulateur-positionneur.

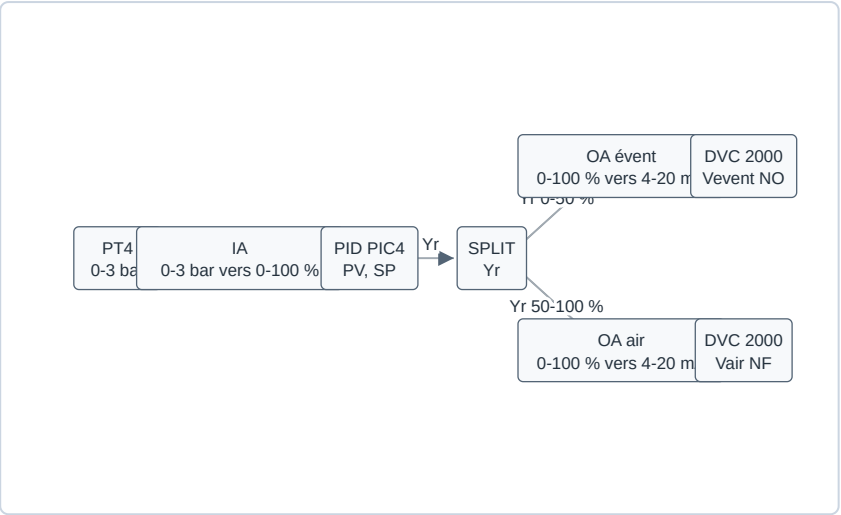
PT4 mesure la pression de 0 à 3 bar. L’entrée analogique IA la convertit en 0-100 %, puis PIC4 compare la mesure à la consigne. En action inverse, une hausse de pression fait diminuer Yr et ouvre l’évent ; une baisse fait augmenter Yr et ouvre l’arrivée d’air. Choisir Vevent normalement ouverte (NO) pour dépressuriser à la perte d’énergie, et Vair normalement fermée (NF) pour couper l’alimentation en air.

Le bloc SPLIT commande les deux sorties analogiques OA, réglées en 0-100 % vers 4-20 mA. Chaque sortie est câblée en polarité +/− vers le positionneur DVC 2000 correspondant.

Document réponse 3 complété : stratégie et câblage



Programmation SNCC de la régulation de pression



Configurer Vevent de 100 à 0 % sur Yr 0 à 50 %, puis Vair de 0 à 100 % sur Yr 50 à 100 %. Les deux sorties valent 0 % au point de fermeture Yr = 50 %.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Yr de 0 à 50 % : ouverture progressive de Vevent NO. À 50 % : deux vannes fermées. De 50 à 100 % : ouverture progressive de Vair NF.

5. Mesure de température de la sécherie et recherche d’un défaut

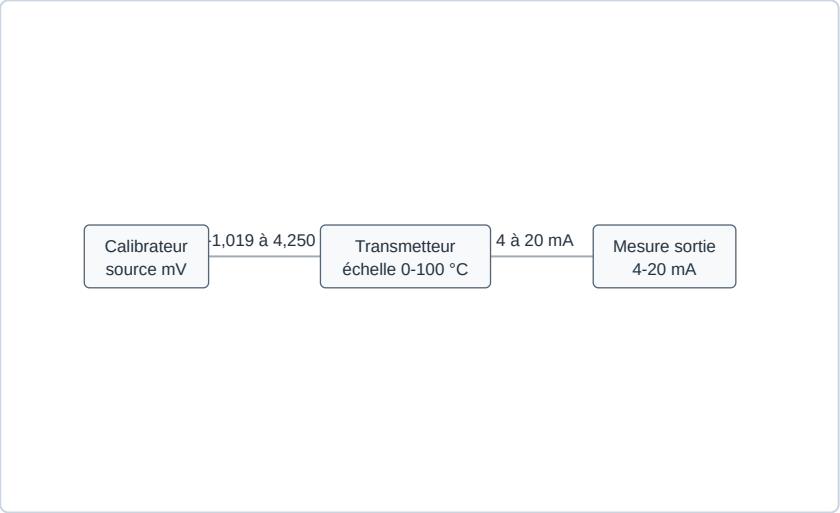
La température des rouleaux de la sécherie est mesurée par un thermocouple de type J raccordé à un transmetteur actif étalonné de 0 à 100 °C, sans compensation de soudure froide. Un affichage de 130 °C, considéré comme physiquement impossible, conduit à proposer une démarche de diagnostic avec le matériel disponible.

Étalonnage du transmetteur

Question Q9. Proposer une méthode d’étalonnage du transmetteur et effectuer les calculs éventuels, en tenant compte du thermocouple de type J, de l’absence de compensation de soudure froide et de l’étalonnage réalisé pour une température ambiante de 20 °C.

Le transmetteur n’ayant pas de compensation de soudure froide, la tension appliquée correspond à la f.é.m. du thermocouple J moins celle à 20 °C. D’après l’annexe 8, régler le calibrateur en source mV : à 0 °C, appliquer 0 - 1,019 = -1,019 mV pour obtenir 4 mA ; à 100 °C, appliquer 5,269 - 1,019 = 4,250 mV pour obtenir 20 mA. Vérifier le point intermédiaire à 50 °C : 2,585 - 1,019 = 1,566 mV doit donner 12 mA. À défaut, utiliser le mode simulation thermocouple J en réglant la référence à 20 °C.

Simulation du thermocouple J pour étalonner le transmetteur



Les tensions correspondent à la f.é.m. J référencée à 20 °C.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Réglages : -1,019 mV → 4 mA ; 4,250 mV → 20 mA. Contrôle : 1,566 mV → 12 mA.

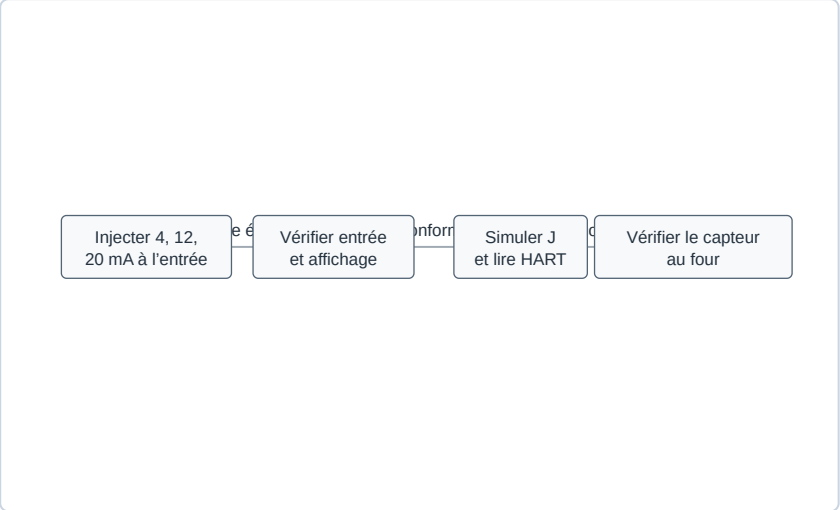
Recherche de la cause de l’affichage

Question Q10. À l’aide du matériel présenté en annexe 9, proposer une démarche structurée pour déterminer la raison de l’affichage de 130 °C. Préciser les hypothèses retenues et décrire les différents tests, avec des schémas de câblage électrique si nécessaire.

Procéder de l’affichage vers le capteur. L’extrapolation linéaire de l’échelle 4-20 mA à 130 °C donne 24,8 mA, au-delà de la plage nominale : cela oriente vers une erreur d’échelle ou un signal hors plage, sans prouver que le courant réel vaut cette valeur.

1. Déconnecter la sortie du transmetteur et injecter 4, 12 puis 20 mA à l’entrée analogique avec le calibrateur. Vérifier les indications 0, 50 et 100 °C. En cas d’écart, contrôler câblage et paramétrage de l’entrée et de l’affichage.
2. Simuler un thermocouple J à l’entrée du transmetteur, référence à 20 °C, puis contrôler son courant de sortie au multimètre en série et vérifier le type, l’échelle et le diagnostic avec la console HART.
3. Si ces tests sont conformes, contrôler continuité et polarité du thermocouple, puis comparer sa mesure au calibrateur dans le four.

Démarche de diagnostic de l’affichage 130 °C



Un défaut au premier test non conforme localise la partie de chaîne à contrôler.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Isoler successivement l’entrée analogique, le transmetteur et le thermocouple pour localiser le défaut d’échelle, de configuration, de câblage ou de capteur.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2018)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve U52 du BTS Contrôle industriel et régulation automatique, session 2018, porte le code CA52AII, dure 3 heures et a un coefficient 5. Elle étudie une installation de fabrication de papier, de la préparation et dilution de la pâte à la caisse de tête et à la sécherie. Les compétences évaluées concernent l'automatisme, la mesure, la régulation, le réglage et le diagnostic.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une conversion linéaire 4-20 mA, associer les bornes du signal aux valeurs physiques basse et haute d'échelle.
- Pour une codification 8 bits allant de 0 à 255, la résolution sur une étendue de 100 cm est 100/255 cm par pas.
- La méthode de Broïda utilise le gain K et les temps t1 et t2 lus sur la réponse indicielle pour identifier le procédé et régler un PI.
- Un bloc split-range répartit la sortie d'un régulateur entre deux vannes selon des plages configurées, à vérifier avec les positions de sécurité.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les états logiques des capteurs et des vannes, notamment les organes normalement fermés ou normalement ouverts.
- Dans un GRAFCET, préciser les étapes, les actions et les réceptivités, y compris les conditions d'arrêt et d'initialisation.
- Sur un schéma TI, représenter clairement les mesures, les régulateurs, les organes finaux et les liaisons.
- Pour le diagnostic de température, vérifier séparément le capteur, le câblage, le transmetteur, le courant de boucle et l'échelle d'affichage.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment exploiter la réponse en boucle ouverte pour régler le PI demandé ?

Repérez l'échelon de commande et la variation finale de mesure pour estimer le gain, puis relevez t1 et t2 sur la courbe. Calculez les paramètres du modèle de Broïda et appliquez les formules PI de l'annexe.

Q : Pourquoi faut-il tenir compte de la soudure froide pour étalonner le thermocouple ?

Un thermocouple fournit une tension liée à la différence de température entre ses jonctions. Sans compensation de soudure froide, la température de référence réelle doit être prise en compte pour relier correctement la tension à la température mesurée.

Q : Comment organiser les trois heures de l'épreuve ?

Le sujet ne fixe pas de durée par partie. Répartissez les trois heures entre les questions, prévoyez du temps pour les calculs et les schémas, puis vérifiez les unités et la cohérence des réponses avant de rendre la copie.

Q : Un barème détaillé ou des tolérances de réglage sont-ils indiqués ?

Le sujet précise la durée et le coefficient, mais ne donne pas de barème détaillé par question. Les annexes fournissent les données et méthodes techniques nécessaires; il ne faut pas ajouter de seuil de tolérance qui n'est pas imprimé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscira.fr/assets/annales/bts-cira/E5.2 - Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation/2018/BTS CIRA - E5.2 - Analyse d'une installation d'instrumentation, contrôle et régulation - Session 2018 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Contrôle Industriel et Régulation Automatique : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.