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 Maintenance des systèmes - U41 Analyse fonctionnelle et structurelle

Session 2018 • Code sujet : **MY41AFS** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude de la disponibilité énergétique (1 question) **Page 3**

2. Étude du Roof Top (13 questions) **Page 5**

3. Analyse fonctionnelle et structurelle de l'alimentation électrique HTA / BT (7 questions) **Page 11**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 15**

Sujet officiel (PDF) : https://coursbtsms.fr/assets/annales/bts-ms/E4.1 - Analyse fonctionnelle et structurelle/2018/BTS MS - E4.1 - Analyse fonctionnelle et structurelle - Session 2018 - 1-Sujet.pdf

1. Étude de la disponibilité énergétique

La société LIVBAG fabrique des générateurs d'airbags sur des lignes automatisées, avec de fortes contraintes de disponibilité et de continuité de production. Le candidat analyse les flux énergétiques de l'entreprise à partir d'un schéma représentant les équipements, leurs sources et leurs destinations.

Analyse globale des flux

Question Q.1. À l'aide du document technique DT1, compléter le tableau T1 du document réponse DR1 pour les blocs A1 à A7 en indiquant les énergies entrantes et sortantes, la fonction principale, la source et la destination de chaque bloc.

Le tableau distingue la distribution électrique du TGBT, les productions d'air comprimé, les surpresseurs et le traitement d'air des ateliers. Les blocs A3 et A4 fournissent le réseau à 6 bar ; A5 et A6 alimentent les réseaux haute pression. Les sources et destinations indiquées suivent les liaisons du schéma DT1.

Bloc	Énergies entrantes	Énergies sortantes	Fonction principale	Source	Destination
A1	Électricité 400 V triphasé, 50 Hz	Électricité 400 V triphasé, 50 Hz	Distribuer, commander, protéger et sectionner	Transformateur	A2, A3, A4, A6, A7 et lignes de fabrication
A2	Électricité	Énergie laser	Produire le faisceau laser	TGBT	Source laser
A3	Électricité et air ambiant	Air comprimé à 6 bar	Comprimer l'air, 5 compresseurs de 55 kW	TGBT et air ambiant	Réseau d'air comprimé à 6 bar
A4	Électricité et air ambiant	Air comprimé à 6 bar	Comprimer l'air, 6 compresseurs de 110 kW	TGBT et air ambiant	Réseau d'air comprimé à 6 bar
A5	Air comprimé à 6 bar	Air comprimé à 700 bar	Surpresser pneumatiquement l'air	Réseau à 6 bar	Réseau à 700 bar, lignes pyrotechniques
A6	Électricité et air comprimé à 6 bar	Air comprimé à 400 bar	Surpresser l'air, 4 surpresseurs	TGBT et réseau à 6 bar	Réseau à 400 bar, lignes hybrides
A7	Électricité et air extérieur	Air traité, énergie thermique	Chauffer, rafraîchir et ventiler	TGBT et air extérieur	Ateliers de fabrication

Tableau T1 complété

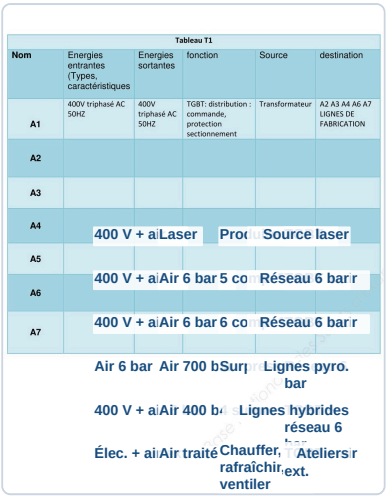


Tableau T1

Nom	Energies entrantes (Types, caractéristiques	Energies sortantes	fonction	Source	destination
A1	400V triphasé AC 50HZ	400V triphasé AC 50HZ	TGBT: distribution : commande, protection sectionnement	Transformateur	A2 A3 A4 A6 A7 LIGNES DE FABRICATION
A2					
A3					
A4					
A5					
A6					
A7					

400 V + a Laser Proc Source laser

400 V + a Air 6 bar 5 co Réseau 6 bar r

400 V + a Air 6 bar 6 co Réseau 6 bar r

Air 6 bar Air 700 b Surp Lignes pyro. bar

400 V + a Air 400 b Lignes hybrides réseau 6

Élec. + ai Air traité Chauffer, rafraîchir, ventiler Ateliers r ext.

✓ RÉPONSE À RETENIR

A2 : laser ; A3 et A4 : air à 6 bar ; A5 : surpression pneumatique à 700 bar ; A6 : surpression à 400 bar ; A7 : traitement d’air des ateliers.

2. Étude du Roof Top

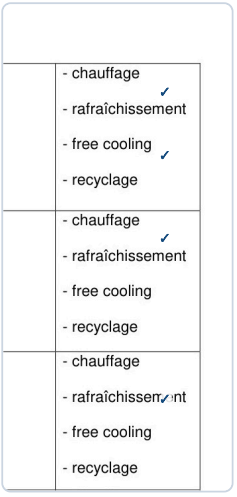
Le Roof Top chauffe, rafraîchit et ventile le hall de fabrication, où la température doit être maintenue à 19 °C et les concentrations de particules limitées. L'étude porte sur ses modes de fonctionnement, ses débits et performances aérauliques, les besoins énergétiques du bâtiment et la vérification de sa sonde de température.

Analyse fonctionnelle

Question Q.2.1.1. À partir des schémas du document réponse DR2 et des modes décrits dans le sujet, déterminer pour chaque schéma s'il s'agit d'un fonctionnement en chauffage, en rafraîchissement, en free cooling ou en recyclage.

Le trajet de l'air et les batteries actives distinguent les modes : absence d'air neuf, recyclage ; batterie froide, rafraîchissement ; batterie chaude, chauffage ; air neuf refroidissant directement le soufflage sans batterie froide, free cooling.

Modes identifiés sur DR2



✓ RÉPONSE À RETENIR

De haut en bas sur DR2 : recyclage, rafraîchissement, chauffage, free cooling.

Analyse in situ

Question Q.2.2.1. Justifier la présence de filtres à haute efficacité sur la reprise et sur l'extraction du Roof Top, en tenant compte des contraintes de fabrication et de qualité de l'air du hall.

La fabrication pyrotechnique peut produire des particules et du carbone. Sur la reprise, le filtre retient ces particules et évite notamment leur dépôt sur les moteurs des ventilateurs. Sur l'extraction, il limite leur rejet vers l'extérieur. Les deux filtres contribuent ainsi à la qualité d'air exigée dans le hall et à la protection du Roof Top.

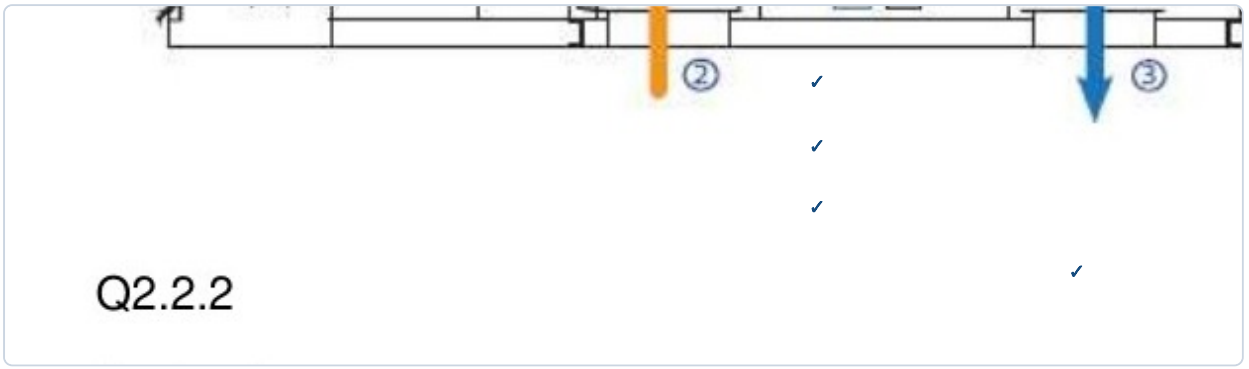
✓ RÉPONSE À RETENIR

Reprise : retenir les particules et protéger les ventilateurs. Extraction : limiter le rejet de particules vers l'extérieur.

Question Q.2.2.2. À partir des contraintes du local et du Roof Top, indiquer pour chacun des modes proposés dans le tableau DR3 s'il est possible ou impossible : chauffage, rafraîchissement, free cooling et recyclage complet.

Le chauffage et le rafraîchissement permettent de maintenir le hall à 19 °C. Le free cooling est possible lorsque l'air extérieur peut assurer le refroidissement. Le recyclage complet est incompatible avec la ventilation continue et l'apport d'air neuf requis pendant l'occupation.

Modes à cocher dans le tableau DR3



✓ RÉPONSE À RETENIR

Possibles : chauffage, rafraîchissement et free cooling. Impossible : recyclage complet.

Question Q.2.2.3. À l'aide du document technique DT2, déterminer le débit maximum de soufflage du Roof Top et le débit maximum d'air neuf.

Pour le modèle 333, DT2 indique un débit maximal de soufflage de 35 000 m³/h. Le débit maximal d'air neuf étant limité à 50 % du débit soufflé, on obtient : $35\,000 \times 50/100 = 17\,500$ m³/h.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Soufflage maximal : 35 000 m³/h. Air neuf maximal : 17 500 m³/h.

Question Q.2.2.4. En considérant que la caractéristique des volets d'air est linéaire, déterminer le pourcentage d'ouverture des volets et le reporter sur le document réponse DR3.

Le débit maximal d'air neuf est la moitié du débit de soufflage maximal. Avec une caractéristique linéaire, le volet d'air neuf s'ouvre donc à 50 %. Le débit restant est assuré par l'air repris : le volet de recyclage s'ouvre également à 50 %.

Ouverture des volets à inscrire sur DR3

Mode	Possible	Impossible
- chauffage 50 %	50 %	
- rafraichissement		
- free cooling		

✓ RÉPONSE À RETENIR

Volet d'air neuf : 50 %. Volet de recyclage : 50 %.

Performance du réseau aéraulique

Question Q.2.3.1. À partir des huit mesures de vitesse et de température réalisées dans la gaine terminale de soufflage, déterminer la vitesse moyenne et la température moyenne de l'air soufflé, puis reporter les résultats sur DR4.

Les quatre valeurs de chaque série sont relevées deux fois. Ainsi, la vitesse moyenne vaut $(5{,}4 + 5{,}9 + 6{,}5 + 6{,}2) \times 2/8 = 6{,}0$ m/s. La température moyenne vaut $(30 + 31 + 33 + 31) \times 2/8 = 31{,}25$ °C.

Moyennes à inscrire sur DR4

	(m.s^{-1})	(°C)		(m.s^{-1}) 6,0	(°C)
1	5.4	30	5	5.4	30
2	5.9	31	6	5.9 31,25	31
3	6.5	33	7	6.5	33

ga Ø=

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse moyenne : 6,0 m/s. Température moyenne : 31,25 °C.

Question Q.2.3.2. À partir des mesures et du diamètre de la gaine terminale, déterminer le débit total de soufflage du Roof Top, le comparer aux débits minimal et maximal de la documentation constructeur et reporter les résultats sur DR4.

La section de la gaine de diamètre 0,6 m vaut $\pi \times 0{,}6^2/4 = 0{,}2827$ m². Le débit calculé est $6{,}0 \times 0{,}2827 \times 3\,600 \approx 6\,107$ m³/h. DT2 donne, pour le modèle 333, un débit minimal de 27 000 m³/h et maximal de 35 000 m³/h : le débit mesuré dans cette gaine terminale est inférieur au minimum constructeur.

Débits à inscrire sur DR4

Vitesse moyen 27 000	6 107	m.s^{-1}
Température moyenne =		°C

35 000

✓ RÉPONSE À RETENIR

Débit mesuré : environ 6 107 m³/h. Débits constructeur : 27 000 à 35 000 m³/h.

Besoins énergétiques

Question Q.2.4.1. Déterminer la puissance moyenne réelle nécessaire au chauffage du bâtiment pour les mois indiqués, à partir des puissances thermiques apportées par le process et des déperditions totales de la zone, puis compléter le tableau DR4.

Pour chaque mois, les besoins réels sont les déperditions moins les 50 kW apportés par le process. Un résultat négatif indique un excédent de chaleur.

Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Besoins réels (kW)	−30,9	15,8	44,4	48,3	39,7	10,1	−13,8

Besoins réels mensuels à reporter sur DR4

Q2.3.2

Débit total mini de soufflage ($m^3.h^{-1}$)	Débit total de soufflage ($m^3.h^{-1}$)	Débit total maxi de soufflage ($m^3.h^{-1}$)
	−30,9 15,8 44,4 48,3 39,7 10,1 −13,8	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Oct. −30,9 ; nov. 15,8 ; déc. 44,4 ; janv. 48,3 ; févr. 39,7 ; mars 10,1 ; avr. −13,8 kW.

Question Q.2.4.2. Commenter la valeur obtenue pour le mois d'octobre.

En octobre, le process apporte 50 kW alors que les déperditions sont de 19,1 kW. Les apports dépassent les pertes de 30,9 kW : aucun chauffage n'est nécessaire ce mois-là.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Octobre : excédent thermique de 30,9 kW, donc aucun besoin de chauffage.

Maintenance

Question Q.2.5.1. Pour une température extérieure de 0 °C et avec le process à l'arrêt, déterminer à l'aide de DT3 la température de soufflage attendue, puis donner votre avis sur la température mesurée de 23 °C.

À 0 °C extérieur, DT3 indique 30,4 °C de soufflage lorsque le process est à l'arrêt. La mesure de 23 °C est inférieure de 7,4 °C. Cet écart important peut expliquer le local trop froid et justifie le contrôle de la sonde et de sa chaîne de mesure.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Valeur attendue : 30,4 °C. Mesure : 23 °C, soit 7,4 °C trop bas.

Question Q.2.5.2. Définir le processus opératoire et les moyens nécessaires pour vérifier la sonde de température de soufflage de type QAM 2120.0.40.

Mettre l'installation en sécurité, repérer puis déconnecter la sonde du circuit. Mesurer sa résistance à l'ohmmètre et, simultanément, la température de l'air à proximité avec un thermomètre étalonné. Comparer le couple résistance-température à la caractéristique LG-Ni 1000 du DT4. Vérifier aussi le câblage, reconnecter la sonde et contrôler la valeur affichée par le régulateur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Déconnecter la sonde, mesurer sa résistance et la température réelle, puis comparer à la caractéristique LG-Ni 1000.

Question Q.2.5.3. À partir des documents techniques DT3 et DT4, déterminer la température TSth correspondant à la résistance mesurée de 1130 Ω pour la sonde QAM 2120.0.40.

La QAM 2120.0.40 utilise un élément LG-Ni 1000. Sur la caractéristique du DT4, repérer 1 130 Ω puis lire la température correspondante : l'interpolation graphique donne environ 26 °C.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> TSth ≈ 26 °C pour une résistance de 1 130 Ω.

Question Q.2.5.4. Comparer les températures TSr et TSth, puis conclure.

La température mesurée au soufflage est TSr = 23 °C, tandis que la résistance de la sonde correspond à TSth ≈ 26 °C. L'écart est d'environ 3 °C. La sonde ou sa chaîne de mesure présente un décalage ; vérifier le câblage et l'entrée du régulateur.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

TSr = 23 °C ; TSth ≈ 26 °C. Écart : environ 3 °C, signe d’un décalage de mesure.

3. Analyse fonctionnelle et structurelle de l’alimentation électrique HTA / BT

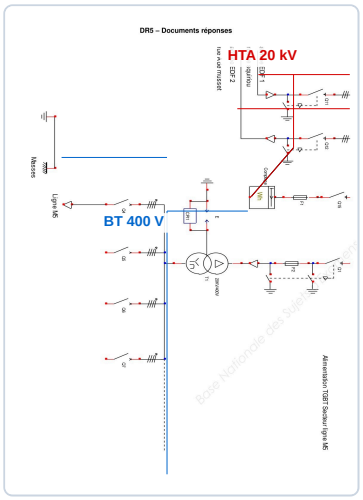
L’étude porte sur l’alimentation électrique de l’entreprise, depuis les arrivées EDF en haute tension jusqu’au transformateur, au TGBT et à la ligne M5. Le candidat repère les niveaux de tension et les appareils de distribution, puis analyse le régime IT et ses conséquences lors de défauts d’isolement.

Alimentation électrique HTA / BT

Question Q.3.1. Sur le schéma du document réponse DR5, encadrer en rouge les lignes transportant l’énergie électrique haute tension 20 kV et en bleu celles transportant l’énergie électrique basse tension 400 V.

Sur le DR5, encadrer en rouge les arrivées EDF 20 kV, leurs appareils de coupure et de protection, puis le conducteur jusqu’au primaire de T1. En bleu, suivre le secondaire 400 V de T1 vers le jeu de barres basse tension, puis les départs du TGBT, notamment celui de la ligne M5. Les deux couleurs distinguent ainsi les réseaux de part et d’autre du transformateur.

Réseaux HTA et BT repérés sur le DR5



✓ RÉPONSE À RETENIR

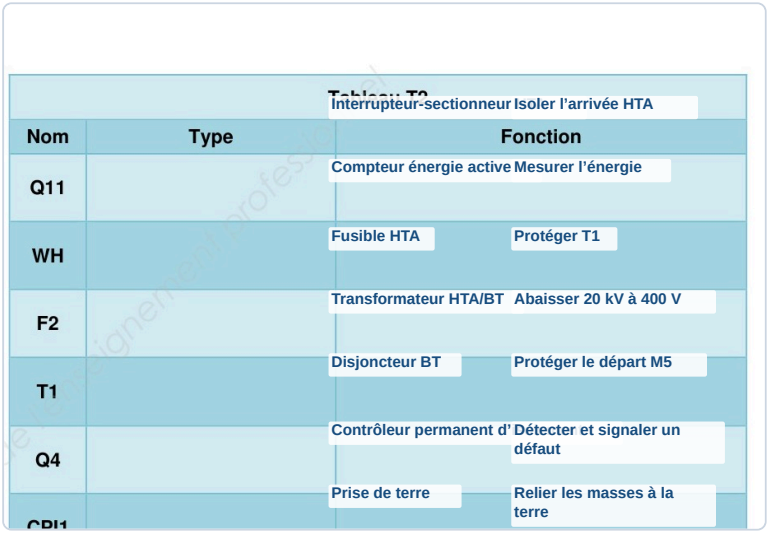
Rouge : réseau HTA 20 kV jusqu’au primaire de T1. Bleu : réseau BT 400 V depuis le secondaire de T1 jusqu’au TGBT et aux départs.

Question Q.3.2. **À partir du schéma DR5, déterminer le type et la fonction des appareils de distribution électrique Q11, WH, F2, T1, Q4, CPI1 et E, puis compléter le tableau T2 du document réponse DR6.**

Nom	Type	Fonction
Q11	Interrupteur-sectionneur HTA	Isoler et couper l'arrivée HTA
WH	Compteur d'énergie active	Mesurer l'énergie consommée
F2	Fusible HTA	Protéger le transformateur
T1	Transformateur HTA/BT	Abaisser 20 kV à 400 V
Q4	Disjoncteur BT	Protéger le départ M5
CPI1	Contrôleur permanent d'isolement	Détecter et signaler un défaut
E	Prise de terre	Relier les masses à la terre

Ces appareils assurent la coupure, la protection, le comptage et la transformation de l'énergie. Le CPI1 surveille l'isolement du réseau, tandis que la prise de terre relie les masses à la terre. Les fonctions et les types sont reportés dans les colonnes correspondantes du tableau T2 du DR6.

Tableau T2 complété sur le DR6



✓ RÉPONSE À RETENIR

Q11 : interrupteur-sectionneur HTA ; WH : compteur ; F2 : fusible HTA ; T1 : transformateur ; Q4 : disjoncteur BT ; CPI1 : contrôleur permanent d'isolement ; E : prise de terre.

Régime du neutre

Question Q.3.3. À partir du document réponse DR5, indiquer le régime du neutre de l'entreprise et expliquer sa signification.

Le régime représenté est IT. Le neutre de la source est isolé de la terre, ou relié à celle-ci par une impédance élevée ; les masses de l'installation sont reliées à la terre. Au premier défaut d'isolement, le courant reste faible et le CPI1 le signale sans imposer une coupure immédiate. Cette disposition permet de poursuivre temporairement l'exploitation, à condition de rechercher rapidement le défaut.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Régime IT : neutre isolé de la terre ou relié par forte impédance ; masses reliées à la terre.

Défauts d'isolement

Question Q.3.4. À partir du schéma DR5, indiquer ce qui se produit lors d'un premier défaut d'isolement sur la phase 1 de la ligne M5 et préciser quels appareils agissent.

Lors d'un premier défaut entre la phase 1 de M5 et une masse reliée à la terre, le régime IT limite le courant de défaut. La protection contre les surintensités ne provoque donc pas la coupure de la ligne. Le CPI1 détecte et signale la baisse d'isolement. L'installation reste alimentée, mais le défaut doit être localisé puis supprimé avant qu'un second défaut ne survienne.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La ligne M5 reste alimentée ; le CPI1 détecte et signale le premier défaut, sans déclenchement de Q4.

Question Q.3.5. À partir du schéma DR5, indiquer ce qui se produit lors d'un deuxième défaut d'isolement sur la phase 2 de la ligne M5 et préciser quels appareils agissent.

Si un second défaut apparaît sur la phase 2 de M5 alors que le premier défaut persiste sur la phase 1, le courant circule entre phases par les masses et les conducteurs de protection. Ce double défaut se comporte comme un court-circuit. La protection contre les surintensités du départ agit alors : le disjoncteur Q4 déclenche et coupe l'alimentation de la ligne M5.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le double défaut provoque un court-circuit : Q4 déclenche et coupe l'alimentation de M5.

Régime IT

Question Q.3.6. Indiquer l'intérêt principal du régime IT.

L'intérêt principal du régime IT est la continuité de service au premier défaut d'isolement. Le CPI1 signale ce défaut, mais l'alimentation n'est pas interrompue automatiquement. La production peut donc se poursuivre pendant la recherche du défaut. Cette continuité n'est que temporaire : le défaut doit être localisé et éliminé rapidement pour éviter qu'un second défaut ne provoque la coupure de l'installation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Assurer la continuité de service au premier défaut d'isolement, sans coupure immédiate de la production.

Question Q.3.7. Indiquer la contrainte du régime IT du point de vue de la maintenance.

La contrainte de maintenance est de rechercher et de supprimer rapidement tout premier défaut signalé par le CPI1. Comme l'installation reste alimentée, le défaut peut persister sans arrêt visible de la production. Il faut donc surveiller l'alarme, localiser méthodiquement le circuit concerné et intervenir dans des conditions de sécurité adaptées. Un second défaut pourrait entraîner le déclenchement des protections et l'arrêt de la ligne.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Localiser et éliminer rapidement le premier défaut signalé par le CPI1, avant qu'un second défaut ne provoque l'arrêt.

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

Bilan de l'épreuve : Épreuve BTS Maintenance des systèmes, U41 Analyse fonctionnelle et structurelle, session 2018, code MY41AFS, durée 2 heures, coefficient 2. Le sujet s'appuie sur la fabrication de générateurs pyrotechniques d'airbags chez LIVBAG. Il évalue l'analyse des flux énergétiques, l'étude et la maintenance d'un Roof Top, ainsi que l'analyse d'une alimentation HTA/BT et du régime IT.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Un bilan énergétique décrit, pour chaque bloc, ses énergies entrantes et sortantes, sa fonction, sa source et sa destination.
- Dans une gaine circulaire, Q = vitesse moyenne × section, avec section = $\pi D^2/4$; convertir ensuite le débit en m^3/h.
- Le besoin thermique réel s'établit par le bilan entre les déperditions de la zone et les apports thermiques du process.
- En régime IT, le premier défaut d'isolement est signalé sans coupure immédiate ; il doit être localisé et réparé.

Points de vigilance & attentes du jury

- Suivre les flèches des schémas pour distinguer les sources d'énergie, les équipements de transformation et les destinations.
- Utiliser le diamètre de la gaine en mètres et vérifier les unités lors du calcul du débit volumique.
- Pour la température de soufflage, choisir la ligne correspondant à l'état du process : en fonctionnement ou à l'arrêt.
- Identifier l'élément de mesure de la sonde QAM 2120.0.40 comme un LG-Ni 1000 avant de lire sa caractéristique.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le débit d'air à partir des mesures dans la gaine ?

Calculez la moyenne des vitesses mesurées, puis multipliez-la par la section circulaire $\pi D^2/4$ pour obtenir un débit en m^3/s. Multipliez ensuite par 3600 pour convertir le résultat en m^3/h.

Q : Comment vérifier la sonde de température QAM 2120.0.40 ?

Cette référence utilise un élément LG-Ni 1000. Après avoir isolé la sonde du circuit de mesure, mesurez sa résistance avec un ohmmètre, puis comparez-la à la caractéristique résistance-température du document technique.

Q : Comment gérer le temps pendant cette épreuve de deux heures ?

Le sujet conseille 15 minutes pour l'étude des flux, 60 minutes pour le Roof Top et 30 minutes pour l'alimentation électrique. Gardez le temps restant pour vérifier les calculs, les unités et les documents réponses.

Q : Quels critères le jury attend-il pour les réponses sur le régime IT ?

Aucun barème détaillé par question n'est imprimé. Appuyez-vous sur le schéma, identifiez les appareils concernés et distinguez le premier défaut, signalé sans coupure immédiate, du deuxième défaut sur une autre phase.

Sujet officiel associé (PDF) : https://coursbtsms.fr/assets/annales/bts-ms/E4.1 - Analyse fonctionnelle et structurelle/2018/BTS MS - E4.1 - Analyse fonctionnelle et structurelle - Session 2018 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Maintenance des Systèmes : 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.