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 BP Froid, veuillez visiter :
bpfroid.fr/annales-sujets-et-corriges

BP FROID • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

E2-D ELECTROTECHNIQUE - Unité U24 (épreuve orale et pratique)

Session 2010 • Code sujet : **E2-D** • Durée : **2 h** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Amélioration du facteur de puissance d’une installation** (3 questions) — **Page 3**
2. **Installation d’un compresseur triphasé** (7 questions) — **Page 5**
3. **Alimentation de la partie commande** (2 questions) — **Page 8**
4. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 9**

Sujet officiel (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U24 - Electrotechnique/2010/BP Froid - U24 - Electrotechnique - Session 2010 - 2-Sujet.pdf

1. Amélioration du facteur de puissance d’une installation

L’installation monophasée 230 V, 50 Hz comprend un système d’éclairage et deux systèmes motorisés, dont les puissances actives et facteurs de puissance sont fournis dans un tableau. L’étude porte sur le bilan des puissances puis sur le calcul de la capacité d’un condensateur pour relever le facteur de puissance.

Question 1.1. À partir des caractéristiques des lampes et des deux moteurs, calculer la puissance active totale Pt et la puissance réactive totale Qt de l’installation.

Les 20 lampes consomment au total 2000 W et, avec un facteur de puissance égal à 1, ne produisent pas de puissance réactive. La puissance active totale est donc la somme des trois puissances actives. Pour chaque moteur, on calcule la puissance réactive avec $\mathbf{Q = P\sqrt{(1/\cos^2\varphi - 1)}}$. La somme des deux valeurs donne Qt. La correction imprimée comporte une erreur d’addition pour Pt : 2000 + 1800 + 1500 vaut 5300 W, et non 4300 W.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **Pt = 5300 W ; Qt ≈ 2961,4 var.**

Question 1.2. Établir le bilan énergétique de l’installation en calculant la puissance apparente totale St, l’intensité totale In et le facteur de puissance cosφ.

On utilise le bilan monophasé : $\mathbf{St = \sqrt{(Pt^2 + Qt^2)}}$, puis $\mathbf{In = St/U}$ et $\mathbf{\cos\varphi = Pt/St}$. Le tableau ci-dessous reprend les valeurs corrigées, avec la tension d’alimentation de 230 V.

Grandeur	Calcul	Valeur
Puissance apparente St	$\sqrt{(5300^2 + 2961{,}4^2)}$	≈ 6071,2 VA
Intensité totale In	6071,2 / 230	≈ 26,4 A
Facteur de puissance cosφ	5300 / 6071,2	≈ 0,873

Le bilan correspond à une installation globalement inductive.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **St ≈ 6071,2 VA ; In ≈ 26,4 A ; cosφ ≈ 0,873.**

Question 1.3. Calculer la capacité du condensateur permettant de relever le facteur de puissance de l’ensemble de l’installation à 0,94.

À facteur de puissance corrigé de 0,94, la puissance réactive restante vaut $\mathbf{Q' = Pt \times \tan(\arccos 0{,}94)}$. Le condensateur doit compenser la différence entre Qt et Q′. À 50 Hz, la pulsation est $\omega = 2\pi f \approx 314$ rad/s. En appliquant la relation indiquée dans le sujet, $\mathbf{Qc = U^2\omega C}$, on isole C : $\mathbf{C = (Qt - Q')/(230^2 \times 314)}$. La correction imprimée utilise Pt = 4300 W ; avec la somme correcte Pt = 5300 W, la capacité est plus faible.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

C ≈ 62,5 µF.

2. Installation d’un compresseur triphasé

L’étude porte sur l’installation d’un compresseur triphasé Leroy-Somer à partir de sa plaque signalétique et d’un réseau d’alimentation 3 × 400 V. Elle mobilise le contrôle d’isolement, le choix et la réalisation du couplage des enroulements, ainsi que l’exploitation des caractéristiques nominales du moteur.

Test d’isolement

Question 2.1.1. Indiquer quel appareil utiliser pour contrôler l’isolement du moteur.

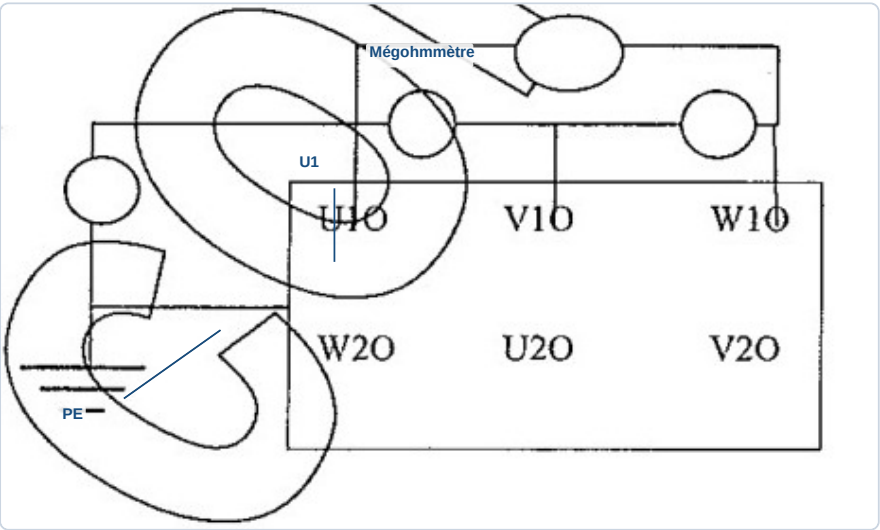
Le contrôle de la résistance d’isolement se réalise avec un **mégohmmètre**, aussi appelé contrôleur d’isolement. Il applique une tension d’essai et mesure la résistance entre les conducteurs concernés, ou entre un conducteur et la terre. Avant le test, mettre le moteur hors tension, le déconnecter de l’alimentation et vérifier l’absence de tension. Respecter la tension d’essai prescrite pour l’équipement.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Appareil à utiliser : un mégohmmètre, moteur hors tension et déconnecté du réseau.

Question 2.1.2. Compléter le schéma de branchement nécessaire à la réalisation d’une mesure d’isolement.

Pour le schéma de mesure d’isolement, brancher le mégohmmètre entre une borne d’enroulement et la terre : par exemple, une pointe sur U1 et l’autre sur PE. Le moteur doit être hors tension et séparé de l’alimentation. Pour les autres essais, déplacer les pointes sur les bornes indiquées, sans modifier cette méthode de branchement.

Branchement du mégohmmètre entre U1 et PE



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Brancher le mégohmmètre entre U1 et PE pour mesurer l’isolement de l’enroulement par rapport à la terre.

Question 2.1.3. Effectuer, en présence de l’examinateur, toutes les mesures d’isolement demandées : entre U1 et V1, U1 et W1, V1 et W1, puis entre PE et chacune des bornes U1, V1 et W1.

Effectuer les essais au mégohmmètre sur le moteur hors tension, déconnecté et protégé contre toute remise sous tension. Relever chaque lecture sans lui substituer une valeur théorique.

1. Mesurer entre U1-V1, U1-W1 et V1-W1.
2. Mesurer entre PE et U1, V1 puis W1.
3. Après les essais, décharger les enroulements et consigner les six résultats.

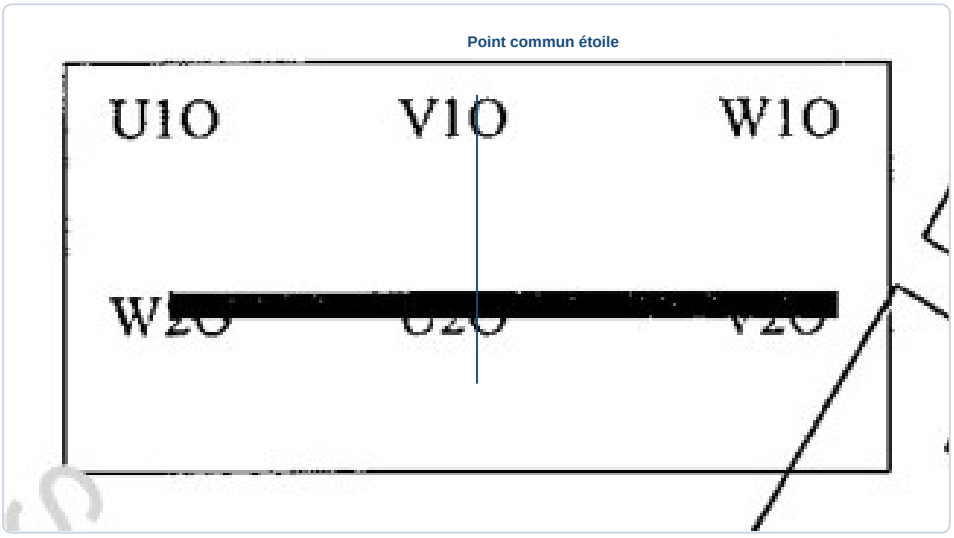
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consigner les six mesures : U1-V1, U1-W1, V1-W1, PE-U1, PE-V1 et PE-W1.

Couplage des enroulements

Question 2.2.1. Pour un réseau d’alimentation 3 × 400 V, compléter le couplage sur la plaque à bornes et justifier la réponse.

La plaque indique 230/400 V : chaque enroulement est prévu pour 230 V. Sur un réseau triphasé 400 V, le couplage étoile applique environ 230 V à chaque enroulement. Relier donc ensemble les trois bornes W2, U2 et V2, puis alimenter U1, V1 et W1 par les trois phases. La barrette horizontale du schéma matérialise le point commun de l’étoile.

Repérage du couplage étoile



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Couplage étoile : relier W2, U2 et V2 ensemble ; raccorder les phases à U1, V1 et W1.

Question 2.2.2. Réaliser le couplage du moteur en présence de l'examinateur.

Réaliser le couplage étoile moteur hors tension, après vérification de l'absence de tension. Poser les barrettes pour relier ensemble W2, U2 et V2, puis raccorder les trois phases respectivement à U1, V1 et W1. Vérifier le serrage des bornes, l'absence de brins libres et la mise en place du capot avant tout essai. La mise sous tension est effectuée selon les consignes de l'examinateur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Relier W2, U2 et V2 par les barrettes, puis raccorder les phases à U1, V1 et W1.

Caractéristiques moteur

Question 2.3.1. En analysant la plaque du compresseur triphasé, déterminer sa vitesse de synchronisme.

La plaque indique une fréquence de 50 Hz et une vitesse nominale de 1430 tr/min. La vitesse nominale est inférieure à la vitesse de synchronisme à cause du glissement. Le moteur asynchrone est à quatre pôles, soit deux paires de pôles ; sa vitesse de synchronisme se calcule avec la fréquence et le nombre de pôles : $N_s = 120 f / p$.

$N_s = 120 \times 50 / 4 = 1500 \text{ tr/min}.$

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vitesse de synchronisme du moteur : 1500 tr/min.

Question 2.3.2. L'intensité sous 400 V et le rendement étant illisibles sur la plaque, calculer le rendement du moteur à son point nominal.

La plaque donne 7,56 A sous 230 V, 400 V et un facteur de puissance de 0,85. En étoile sous 400 V, le courant de ligne vaut $7,56 / \sqrt{3} = 4,36$ A. La puissance absorbée est $P_a = \sqrt{3} \times 400 \times 4,36 \times 0,85 = 2567,6$ W. Avec la puissance utile nominale de 1,9 kW, le rendement vaut $\eta = 1900 / 2567,6 \approx 0,74$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rendement nominal : $\eta \approx 0,74$, soit environ 74 %.

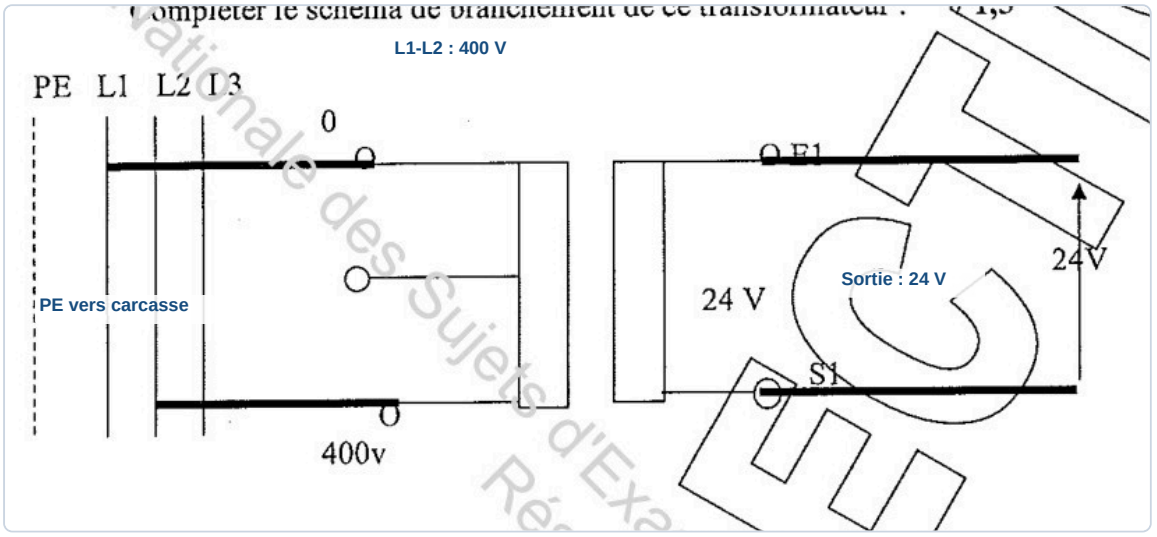
3. Alimentation de la partie commande

Pour des raisons de sécurité, la partie commande du compresseur est alimentée par un transformateur de 250 VA, dont le primaire est de 400 V et le secondaire de 24 V. Il faut compléter son schéma de branchement sur le réseau 3 × 400 V avec terre, puis calculer les calibres des protections au primaire et au secondaire.

Question 3.1. Sachant que le réseau de distribution est de 3 × 400 V avec terre, compléter le schéma de branchement du transformateur 400 V / 24 V.

Le primaire du transformateur doit recevoir 400 V : raccorder ses deux bornes entre deux phases, ici L1 et L2. Le conducteur de protection PE est relié à la carcasse métallique. Le secondaire fournit 24 V entre ses deux bornes de sortie. Le schéma source indique déjà les bornes et les tensions ; les repères ajoutés précisent les raccordements à compléter.

Repères de branchement du transformateur



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Primaire entre L1 et L2 : 400 V. PE relié à la carcasse. Secondaire : 24 V.

Question 3.2. Calculer le calibre des protections à installer au primaire et au secondaire du transformateur.

Pour un transformateur monophasé, la puissance apparente vérifie **S = U × I**. Le courant nominal primaire vaut **I_1 = S/U_1 = 250/400 = 0,625 A**. Le courant nominal secondaire vaut **I_2 = S/U_2 = 250/24 = 10,42 A**, soit **10,4 A** à un chiffre après la virgule. Ces résultats donnent les calibres calculés demandés.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Primaire : 0,625 A. Secondaire : 10,4 A.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2010)

Bilan de l'épreuve : Épreuve orale et pratique E2-D d'électrotechnique, unité U24 du BP Monteur dépanneur en froid et climatisation, session 2010 : durée 2 h, coefficient 2. Elle traite l'amélioration du facteur de puissance, l'installation d'un compresseur triphasé et l'alimentation de sa commande par transformateur. Elle évalue bilans électriques, dimensionnement, lecture de plaque, schémas, mesures d'isolement et gestes de couplage.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La puissance apparente totale se calcule par St = √(Pt² + Qt²), puis le facteur de puissance par cosφ = Pt / St.
- Pour chaque charge, la puissance réactive se calcule par Q = P tanφ, avec φ déterminé à partir du facteur de puissance.
- La compensation vérifie Qc = Qt - Q't et, en monophasé, C = Qc / (U²ω), avec ω = 2πf.
- Pour un transformateur idéal, S = U1I1 = U2I2 ; un moteur 230/400 V se couple en étoile sur un réseau triphasé 400 V.

Points de vigilance & attentes du jury

- Additionner séparément les puissances actives et réactives, et conserver les unités W, var, VA et A.
- Pour le condensateur, utiliser le facteur de puissance cible et la pulsation correspondant à la fréquence du réseau.
- Comparer les tensions inscrites sur la plaque du moteur à la tension du réseau avant de choisir et justifier le couplage.
- Respecter les points de mesure d'isolement indiqués et réaliser les manipulations pratiques en présence de l'examinateur.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la puissance apparente totale à partir des puissances active et réactive ?

Additionnez séparément les puissances actives et réactives pour obtenir Pt et Qt, puis calculez St = √(Pt² + Qt²). Le facteur de puissance global se déduit ensuite de cosφ = Pt / St.

Q : Comment choisir le couplage d'un moteur indiqué 230/400 V sur un réseau 3 × 400 V ?

Le couplage étoile convient au réseau 400 V : chaque enroulement reçoit alors environ 230 V. Vérifiez les tensions de la plaque et réalisez le branchement conformément au schéma de la plaque à bornes.

Q : Quel temps est prévu pour l'épreuve et comment répartir le travail ?

La durée officielle est de 2 h. Le tableau conseille 40 minutes pour la première partie, 40 minutes pour la deuxième et 25 minutes pour la troisième, soit 1 h 45 au total.

Q : Quels éléments sont évalués lors des tâches pratiques sur le compresseur ?

Le barème évalue le choix de l'appareil et le schéma de mesure, les mesures d'isolement, la justification et la réalisation du couplage, puis les calculs liés aux caractéristiques nominales du moteur.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U24 - Electrotechnique/2010/BP Froid - U24 - Electrotechnique - Session 2010 - 2-Sujet.pdf

Ressources BP Froid : 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.