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

Electrotechnique, Unité U24

Session 2009 • Code sujet : **E.2-D** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude du moteur asynchrone M1 (4 questions) **Page 3**

2. Étude du transformateur 230 V / 24 V (5 questions) **Page 6**

3. Questionnement oral : mesures électriques (2 questions) **Page 9**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 10**

Sujet officiel (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U24 - Electrotechnique/2009/BP Froid - U24 - Electrotechnique - Session 2009 - 1-Sujet.pdf

1. Étude du moteur asynchrone M1

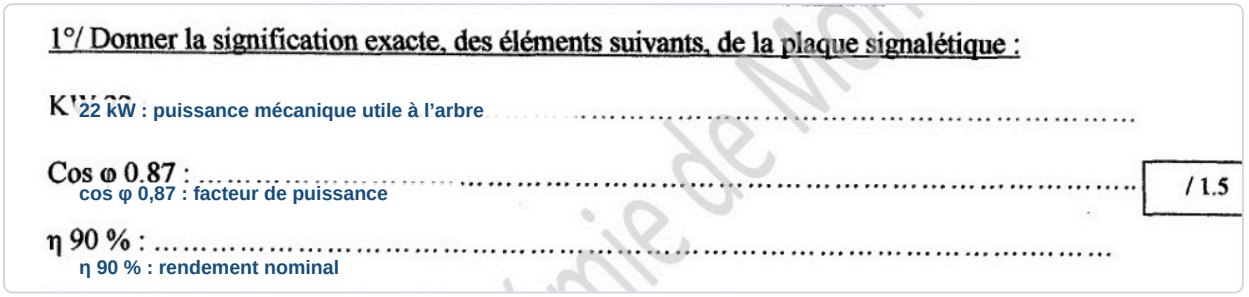
L'installation étudiée est un groupe moto-compresseur d'air comprimé, dont le compresseur à pistons bi-étagé est entraîné par un moteur asynchrone triphasé de 22 kW sous 400 V. Les questions portent sur la lecture de sa plaque signalétique, le calcul de grandeurs électriques et le câblage de son démarrage étoile-triangle.

Partie A : Étude du moteur asynchrone M1

Question 1. Donner la signification exacte des indications « kW 22 », « cos φ 0,87 » et « η 90 % » figurant sur la plaque signalétique du moteur.

La plaque donne les caractéristiques nominales du moteur. **22 kW** désigne la puissance mécanique utile disponible à l'arbre, et non la puissance électrique absorbée. **cos φ = 0,87** est le facteur de puissance en régime nominal : il relie la puissance active à la puissance apparente. **η = 90 %** est le rendement nominal, rapport entre la puissance utile délivrée et la puissance électrique absorbée. Ces valeurs caractérisent le moteur dans ses conditions normales de fonctionnement.

Signification des indications de la plaque



✓ RÉPONSE À RETENIR

22 kW : puissance mécanique utile nominale ; cos φ = 0,87 : facteur de puissance ; η = 90 % : rendement nominal.

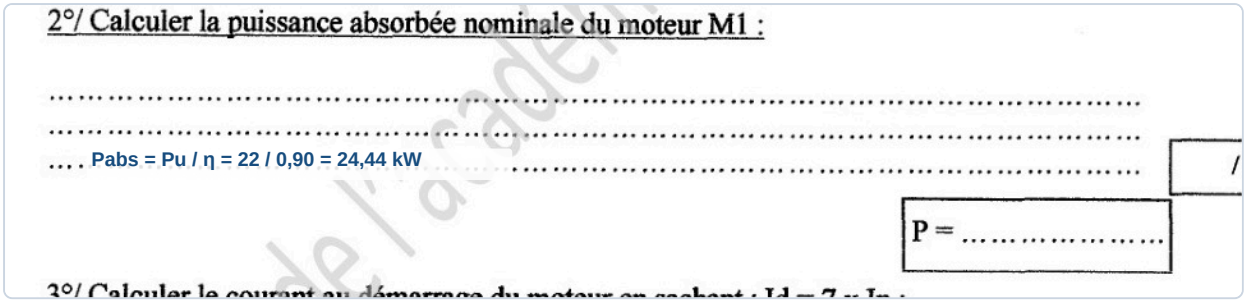
Question 2. Calculer la puissance absorbée nominale du moteur M1 à partir des données de sa plaque signalétique.

La plaque indique une puissance utile nominale de 22 kW et un rendement de 90 %, soit 0,90. La puissance absorbée est la puissance électrique reçue par le moteur. Le rendement vérifie $P_u = \eta P_a bs$, donc :

$$P_{abs} = \frac{P_u}{\eta} = \frac{22}{0{,}90} = 24{,}44\ \text{kW}.$$

La puissance absorbée est supérieure à la puissance utile en raison des pertes dans le moteur.

Puissance absorbée nominale



✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance électrique absorbée nominale : $24{,}44\ \text{kW}$, soit environ $24{,}4\ \text{kW}$.

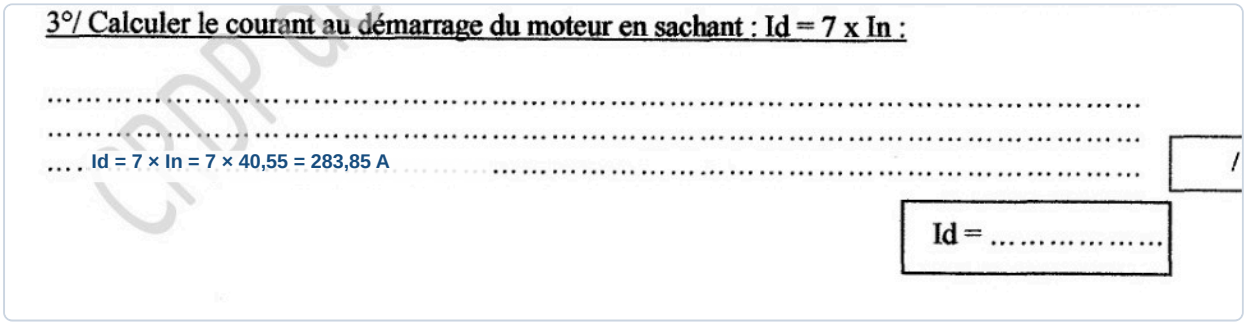
Question 3. Calculer le courant de démarrage du moteur en sachant que Id = 7 × In.

Le courant nominal indiqué sur la plaque pour une alimentation de 400 V est de 40,55 A. L'énoncé donne le courant de démarrage comme sept fois le courant nominal. On applique directement cette relation :

$I_d = 7 \times I_n = 7 \times 40{,}55 = 283{,}85\ \text{A}$.

Ce résultat est le courant de démarrage direct correspondant à la relation fournie. Il ne tient pas compte d'une éventuelle réduction du courant de ligne due au démarrage étoile-triangle.

Courant de démarrage du moteur



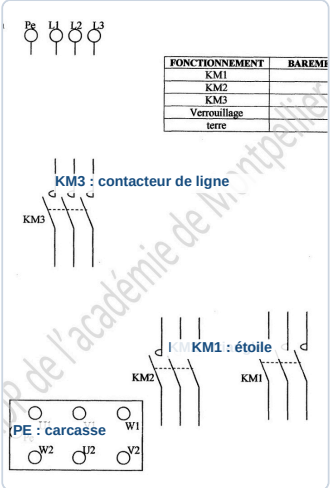
✓ RÉPONSE À RETENIR

Courant de démarrage calculé : $283{,}85\ \text{A}$, soit environ $284\ \text{A}$.

Question 4. Compléter le schéma du circuit de puissance afin d'obtenir un couplage étoile avec KM1, un couplage triangle avec KM2 et l'alimentation avec KM3. Ne pas oublier le verrouillage.

KM3 est le contacteur de ligne : raccorder L1, L2 et L3 à U1, V1 et W1. Pour l'étoile, KM1 réunit ensemble les bornes W2, U2 et V2. Pour le triangle, KM2 réalise les liaisons U1-W2, V1-U2 et W1-V2. Ces deux contacteurs ne doivent jamais être fermés simultanément : prévoir leur verrouillage électrique et mécanique. Relier également le conducteur PE à la carcasse du moteur.

Repères du câblage étoile-triangle



✓ RÉPONSE À RETENIR

KM3 : contacteur de ligne ; KM1 : W2-U2-V2 réunis ; KM2 : U1-W2, V1-U2, W1-V2 ; verrouillage KM1-KM2 ; PE à la carcasse.

2. Étude du transformateur 230 V / 24 V

Le circuit de commande électrique et pneumatique fonctionne sous une tension alternative de 24 V, fournie par un transformateur T1 de 230 V / 24 V et 63 VA. Les questions portent sur l'interprétation de son symbole, son branchement au réseau disponible et l'analyse de son fonctionnement.

Partie B : Étude du transformateur

Question 1. Indiquer la signification du symbole figurant sur la plaque signalétique du transformateur.

Le symbole des deux carrés concentriques désigne un transformateur de **classe II**, à double isolation. Cette protection contre les chocs électriques repose sur une isolation renforcée ou double, et non sur la mise à la terre de la carcasse. Le transformateur ne doit donc pas être raccordé au conducteur PE au titre de sa protection électrique. Le symbole ne désigne ni la tension de sortie ni le rapport de transformation.

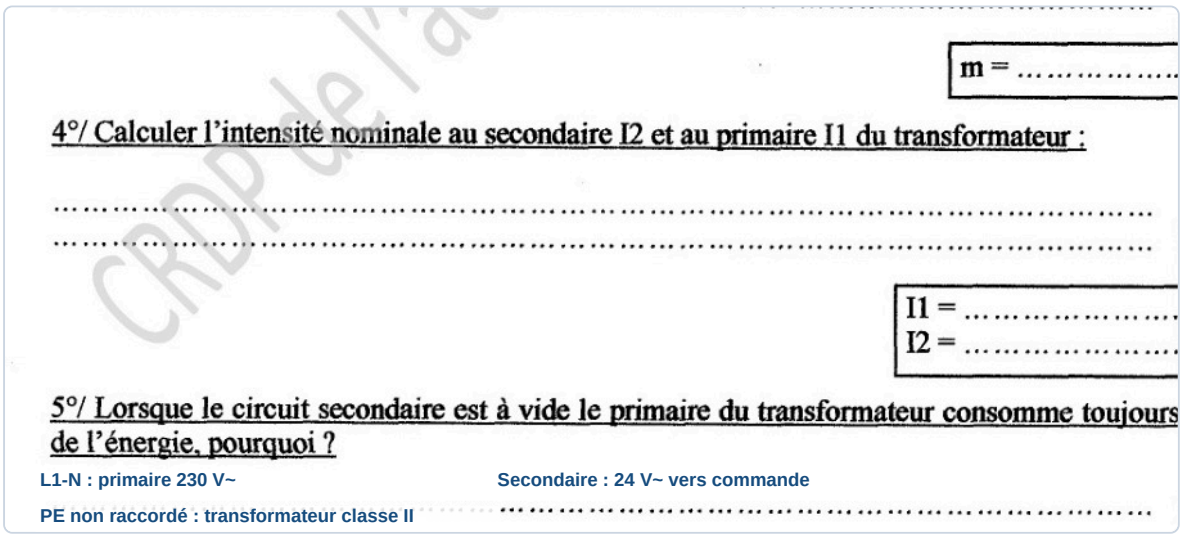
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Classe II : transformateur à double isolation.

Question 2. Réaliser le schéma de branchement du transformateur en utilisant le réseau triphasé disponible : 3 phases, neutre et conducteur de protection.

Le réseau disponible fournit 230 V entre une phase et le neutre, et 400 V entre deux phases. Il faut donc alimenter le primaire 230 V entre L1 et N. Le secondaire est isolé du réseau et ses deux bornes alimentent le circuit de commande en 24 V alternatif. Le symbole de classe II signifie que le PE ne se raccorde pas au transformateur.

1. Raccorder L1 et N aux deux bornes du primaire 230 V.
2. Raccorder les deux bornes secondaires au circuit de commande.
3. Laisser le PE sans connexion au transformateur de classe II.

Branchement du transformateur



✓ RÉPONSE À RETENIR

Primaire : L1-N, 230 V~. Secondaire : deux fils vers la commande. PE non raccordé au transformateur de classe II.

Question 3. Calculer le rapport de transformation en sachant que U20 = 25,3 V, U20 étant la tension secondaire à vide.

Le rapport demandé est le rapport entre la tension secondaire à vide et la tension primaire nominale. La plaque indique une tension primaire de 230 V et l'énoncé donne la tension secondaire à vide de 25,3 V. On calcule donc :

$m = \frac{U_{20}}{U_1} = \frac{25,3}{230} = 0,11.$

Le rapport est sans unité. Ici, le secondaire fournit une tension environ 9,1 fois plus faible que celle du primaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$m = 0,11.$

Question 4. Calculer l'intensité nominale au secondaire I2 et au primaire I1 du transformateur.

La plaque indique une puissance apparente nominale de 63 VA, une tension primaire de 230 V et une tension secondaire de 24 V. Pour chaque enroulement, le courant nominal se calcule avec la relation de puissance apparente d'un transformateur monophasé : $S = UI$, donc $I = S/U$. Les valeurs obtenues sont :

Enroulement	Calcul	Courant nominal
Secondaire	$63/24$	$I_2 = 2,63\ A$
Primaire	$63/230$	$I_1 = 0,274\ A$

✓ RÉPONSE À RETENIR

$I_2 = 2,63\ A$; $I_1 = 0,274\ A$.

Question 5. Expliquer pourquoi le primaire du transformateur consomme toujours de l'énergie lorsque le circuit secondaire est à vide.

À vide, le secondaire ne débite pas, mais le primaire reste soumis à sa tension nominale. Il absorbe alors un faible courant à vide, nécessaire à la création du flux magnétique alternatif dans le noyau. Ce courant entraîne une consommation réelle, même sans récepteur raccordé. Elle compense principalement les pertes fer du noyau, dues à l'hystérésis et aux courants de Foucault, ainsi que les pertes par effet Joule dans l'enroulement primaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le courant à vide établit le flux et compense les pertes fer du noyau et les pertes Joule du primaire.

3. Questionnement oral : mesures électriques

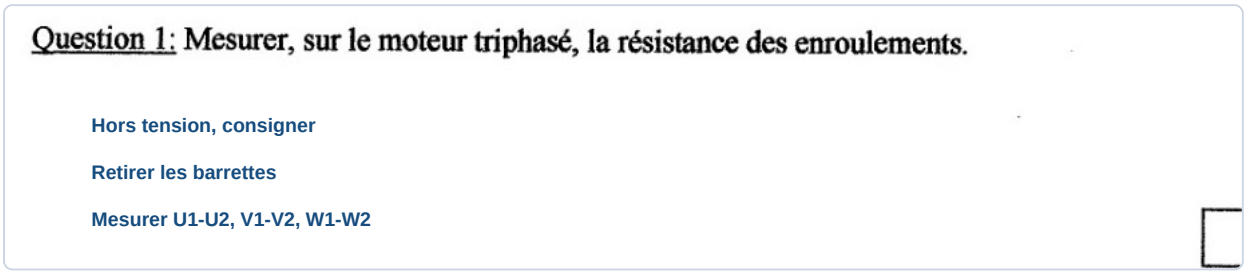
Le candidat réalise deux mesures sur les équipements du groupe moto-compresseur. Il doit mesurer la résistance des enroulements du moteur triphasé, puis la résistance d'isolement du transformateur.

Partie C : Questionnement oral

Question 1. Mesurer, sur le moteur triphasé, la résistance des enroulements.

Mettre le moteur hors tension, le consigner et vérifier l'absence de tension. Dans la boîte à bornes, repérer les six bornes, retirer les barrettes et isoler les enroulements. Avec un ohmmètre adapté aux faibles résistances, mesurer séparément U1-U2, V1-V2 et W1-W2. Comparer les trois résultats : ils doivent être proches, compte tenu de la précision de l'appareil. Reposer ensuite les barrettes dans leur configuration initiale.

Mesure des enroulements du moteur



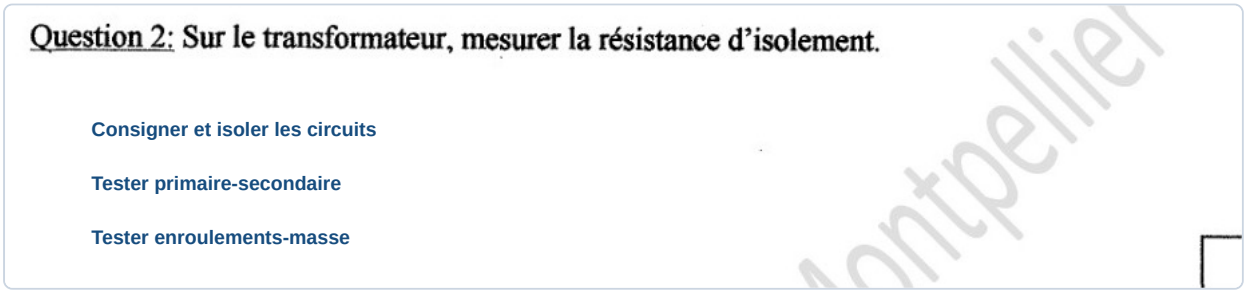
✓ RÉPONSE À RETENIR

Mesurer séparément U1-U2, V1-V2 et W1-W2 : les trois résistances doivent être équilibrées.

Question 2. Sur le transformateur, mesurer la résistance d'isolement.

Mettre le transformateur hors tension, le consigner et vérifier l'absence de tension. Déconnecter ses circuits primaire et secondaire ainsi que tout équipement susceptible d'être endommagé. Au mégohmmètre, regrouper les bornes de chaque enroulement et mesurer l'isolement entre primaire et secondaire, puis entre chaque enroulement et la masse. Choisir la tension d'essai selon les prescriptions du constructeur. Après chaque essai, décharger les enroulements avant de reconnecter le circuit.

Mesure d'isolement du transformateur



✓ RÉPONSE À RETENIR

Au mégohmmètre, contrôler l'isolement primaire-secondaire et celui de chaque enroulement par rapport à la masse.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2009)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve d'électrotechnique du BP Monteur dépanneur en froid et climatisation, session 2009, porte le code E.2-D et dure 2 heures, coefficient 2. Elle étudie un groupe moto-compresseur, son moteur asynchrone et son transformateur de commande. Les compétences évaluées concernent la lecture de plaques, les calculs électriques, le câblage étoile-triangle et les mesures de contrôle.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La puissance absorbée nominale se calcule à partir de la puissance utile et du rendement : Pabs = Putile / η.
- En triphasé, la puissance active s'écrit P = √3 × U × I × cos φ, avec des valeurs cohérentes de tension et de courant.
- Le courant de démarrage indiqué dans le sujet se calcule par Id = 7 × In.
- Le rapport de transformation se détermine à partir des tensions primaire et secondaire, en précisant la convention utilisée.

Points de vigilance & attentes du jury

- Relever sur la plaque les valeurs correspondant au réseau et au couplage utilisés.
- Présenter les formules, les unités et les résultats, sans confondre puissance utile et puissance absorbée.
- Respecter les fonctions de KM1, KM2 et KM3 ainsi que le verrouillage lors du câblage étoile-triangle.
- Pour les mesures, sélectionner un appareil adapté et sécuriser le circuit avant l'intervention.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la puissance absorbée nominale du moteur ?

La plaque indique la puissance utile et le rendement. Divisez la puissance utile par le rendement écrit sous forme décimale : Pabs = Putile / η. Vérifiez les unités et exprimez le résultat en watts ou en kilowatts.

Q : Comment calculer le courant de démarrage demandé ?

Relevez le courant nominal correspondant à la tension et au couplage considérés, puis appliquez la relation donnée : Id = 7 × In. Le courant de démarrage obtenu s'exprime en ampères.

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

L'épreuve répartit 20 points entre l'étude du moteur, celle du transformateur et deux questions orales. Traitez soigneusement les lectures de plaque et calculs, puis gardez du temps pour les schémas et la vérification des unités.

Q : Quels critères de notation sont explicitement annoncés ?

Le sujet évalue l'exactitude des réponses, l'application des phénomènes électriques et la conduite des calculs avec la compréhension des résultats. Il ne précise pas de norme technique particulière pour les mesures orales.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U24 - Electrotechnique/2009/BP Froid - U24 - Electrotechnique - Session 2009 - 1-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.