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

E.2-D : ELECTROTECHNIQUE - unité U24

Session 2011 • Code sujet : **E.2-D** • Durée : **2 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Préparation (4 questions) **Page 3**

2. Mesures (4 questions) **Page 6**

3. Calculs et graphiques (2 questions) **Page 9**

4. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 11**

Sujet officiel (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U24 - Electrotechnique/2011/BP Froid - U24 - Electrotechnique - Session 2011 - 1-Sujet.pdf

1. Préparation

Le candidat doit vérifier, par des mesures et des calculs, le dimensionnement correct d'un moteur asynchrone triphasé, notamment pour un compresseur de groupe froid. La préparation porte sur l'identification du réseau et du moteur, le choix du couplage, la représentation des appareils de mesure et les règles de sécurité.

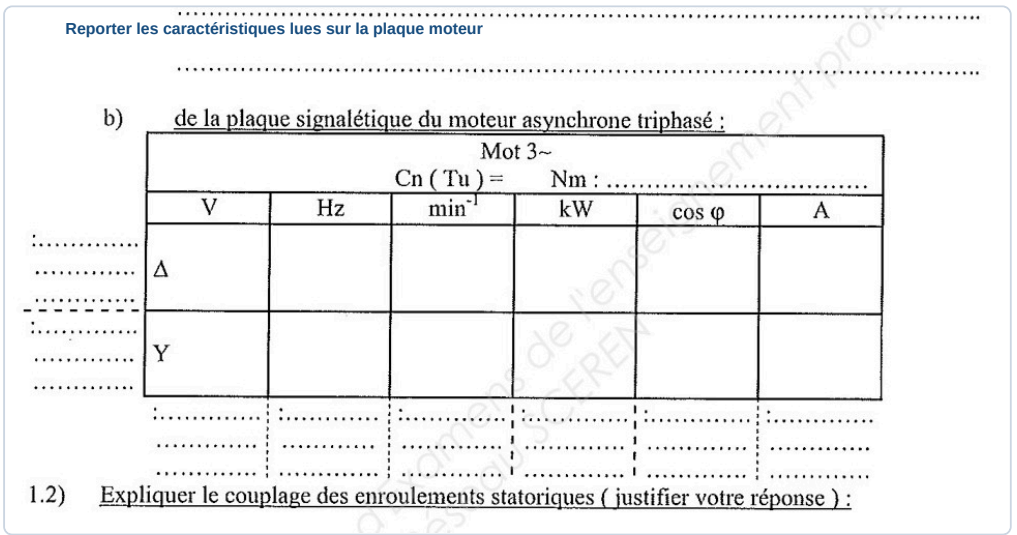
a) et b)

Question 1.1. Relever et identifier les grandeurs caractéristiques du réseau d'alimentation, notamment ses tensions, puis relever les caractéristiques de la plaque signalétique du moteur et les reporter dans le tableau, pour les couplages indiqués.

Le réseau est triphasé 230/400 V~ à 50 Hz : 230 V entre phase et neutre, 400 V entre phases. Reporter les données effectivement inscrites sur la plaque du moteur, dans les lignes correspondant aux couplages Δ et Y. Relever également le type du moteur et le couple nominal si ces indications sont présentes.

Grandeur	Δ	Y
Tension (V)	Selon plaque	Selon plaque
Fréquence (Hz)	Selon plaque	Selon plaque
Vitesse (min^{-1})	Selon plaque	Selon plaque
Puissance (kW)	Selon plaque	Selon plaque
cos φ	Selon plaque	Selon plaque
Intensité (A)	Selon plaque	Selon plaque

Relevé des caractéristiques moteur



✓ RÉPONSE À RETENIR

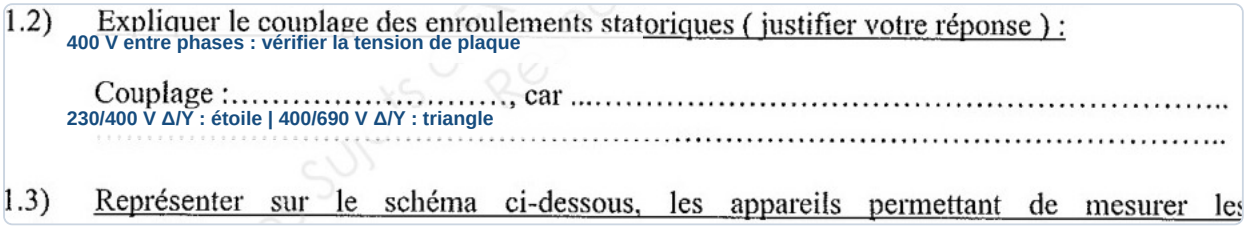
Réseau : 230/400 V~ triphasé, 50 Hz. Compléter les lignes Δ et Y avec les valeurs de la plaque moteur.

Question 1.2. Expliquer et justifier le couplage des enroulements statoriques du moteur.

Le réseau fournit 400 V entre phases. En étoile, chaque enroulement reçoit environ $400/\sqrt{3} = 231$ V ; en triangle, il reçoit 400 V. Il faut donc choisir le couplage qui applique à chaque enroulement sa tension nominale, d'après la plaque moteur.

Exemples : une plaque 230/400 V Δ/Y conduit au couplage étoile sur ce réseau ; une plaque 400/690 V Δ/Y conduit au couplage triangle. Vérifier la plaque avant le raccordement.

Justification du couplage



✓ RÉPONSE À RETENIR

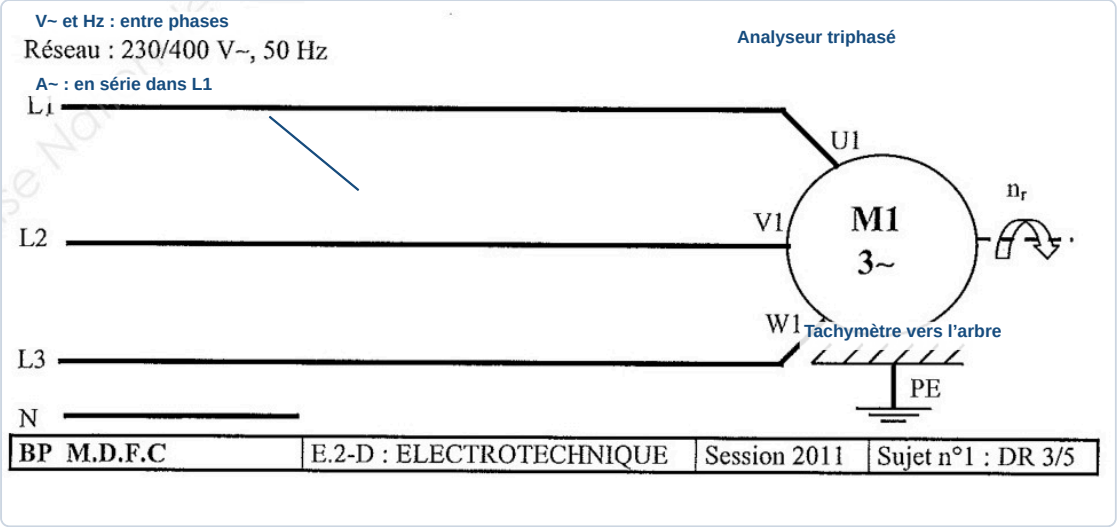
Sur réseau 400 V entre phases : choisir le couplage correspondant à la tension nominale des enroulements, selon la plaque moteur.

Question 1.3. Sur le schéma fourni, représenter les appareils permettant de mesurer les caractéristiques indiquées sur la plaque signalétique, à l'aide des appareils mis à disposition.

Pour les grandeurs électriques, effectuer les raccordements hors tension, puis remettre sous tension pour relever les mesures avec les appareils adaptés. La tension et la fréquence se mesurent entre deux phases ; le courant se mesure dans une phase. Un analyseur triphasé mesure aussi les puissances et le facteur de puissance demandés sur la fiche. Mesurer la vitesse avec un tachymètre dirigé vers l'arbre.

1. Voltmètre et fréquencemètre : en parallèle entre phases.
2. Ampèremètre : en série dans une phase, ou pince autour d'un seul conducteur.
3. Analyseur : raccordement conforme à sa notice.
4. Tachymètre : viser l'extrémité d'arbre.

Appareils de mesure sur le schéma moteur



✓ RÉPONSE À RETENIR

V~ et Hz entre phases ; A~ en série dans une phase ; analyseur triphasé pour les puissances et cos φ ; tachymètre sur l'arbre.

Question 1.4. Énoncer les règles de sécurité permettant d'effectuer les mesures prévues.

Les mesures présentent des risques électriques et mécaniques. Les raccordements et changements de branchement se font hors tension, par une personne habilitée, avec des appareils adaptés à la tension et en bon état.

- Contrôler les cordons, les pointes de touche et les calibres avant la mesure.
- Porter les EPI requis et éviter tout contact avec les parties nues sous tension.
- Maintenir les protections en place et éloigner mains, vêtements et câbles des parties tournantes.
- Après les mesures, couper et condamner l'alimentation avant de retirer les appareils.

Règles de sécurité à inscrire



✓ RÉPONSE À RETENIR

Raccordements hors tension, appareils adaptés et vérifiés, mesures sous habilitation avec EPI, protections en place et éloignement des parties tournantes.

2. Mesures

Le candidat choisit les calibres, justifie ses choix et prépare le raccordement des appareils de mesure sur le moteur asynchrone triphasé. Il effectue ensuite les relevés à pleine charge et compare certaines mesures aux indications de la plaque signalétique.

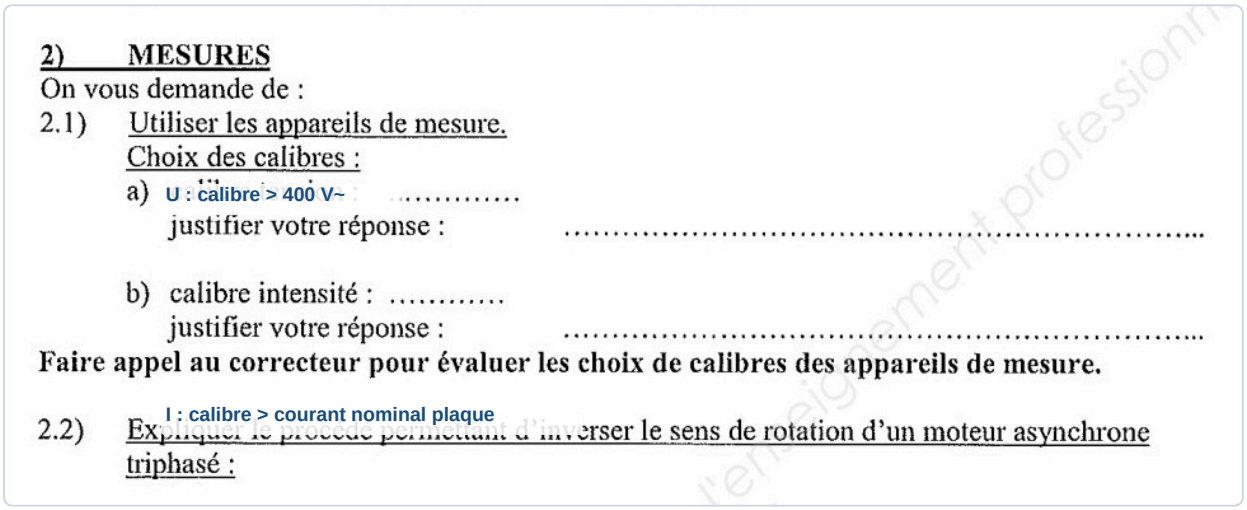
a) et b)

Question 2.1. Choisir les calibres de tension et d'intensité des appareils de mesure, puis justifier chacun de ces choix.

Le réseau indiqué est de 230/400 V~ : une mesure entre phases peut donc atteindre 400 V. Choisir un calibre supérieur à cette valeur, par exemple 600 V si ce calibre est disponible. Pour l'intensité, relever d'abord le courant nominal sur la plaque et prendre un calibre supérieur, adapté au courant alternatif. Le calibre exact dépend des appareils mis à disposition et du couplage retenu.

Grandeur	Choix	Critère
Tension	Supérieur à 400 V~	Mesure entre phases
Intensité	Supérieur au courant nominal	Valeur de plaque et appareil disponible

Critères de choix des calibres


2) MESURES
On vous demande de :
2.1) Utiliser les appareils de mesure.
Choix des calibres :
a) U : calibre > 400 V~ .....
justifier votre réponse : .....
b) calibre intensité : .....
justifier votre réponse : .....
Faire appel au correcteur pour évaluer les choix de calibres des appareils de mesure.
2.2) I : calibre > courant nominal plaque
Expliquer le procédé permettant d'inverser le sens de rotation d'un moteur asynchrone triphasé :

✓ RÉPONSE À RETENIR

Tension : calibre supérieur à 400 V~. Intensité : calibre supérieur au courant nominal indiqué sur la plaque.

Question 2.2. Expliquer le procédé permettant d'inverser le sens de rotation du moteur asynchrone triphasé, puis raccorder les appareils de mesure.

Pour inverser la rotation, couper et consigner l'alimentation, puis permuter deux conducteurs de phase parmi L1, L2 et L3. Ne jamais modifier le câblage sous tension. Raccorder les appareils hors tension, en respectant leurs bornes et leur catégorie de sécurité, puis contrôler les connexions avant la remise sous tension.

1. Voltmètre et fréquencemètre : en parallèle entre deux phases.
2. Ampèremètre : en série dans une phase; avec une pince, entourer un seul conducteur.

3. Mesures de puissance : utiliser un analyseur triphasé raccordé selon son schéma, avec les entrées de tension et les capteurs de courant correctement orientés.

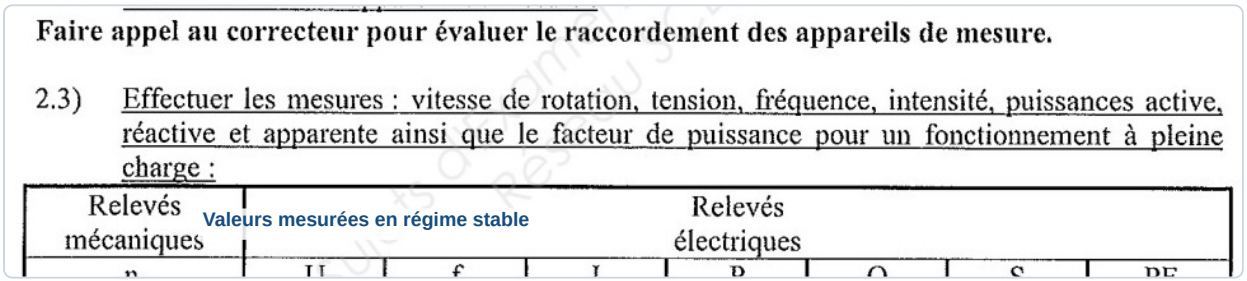
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Permuter deux phases hors tension. Tension et fréquence en parallèle; courant en série ou par pince sur un seul conducteur.

Question 2.3. À pleine charge, effectuer et consigner les mesures de vitesse de rotation, tension, fréquence, intensité, puissances active, réactive et apparente, ainsi que du facteur de puissance.

Faire fonctionner le moteur à pleine charge et attendre un régime stable. Relever la vitesse au tachymètre, puis lire les grandeurs électriques sur les appareils raccordés au réseau triphasé. Reporter les lectures réellement obtenues dans le tableau, avec les unités indiquées. Les valeurs de plaque ne remplacent pas les mesures : elles serviront à l'interprétation de la question suivante.

Grandeur	Unité	Relevé
Vitesse n_r	min^{-1}	Lecture réelle
U, f, I	V, Hz, A	Lectures réelles
P, Q, S	W, VAR, VA	Lectures réelles
cos φ	Sans unité	Lecture réelle

Relevés à pleine charge


Faire appel au correcteur pour évaluer le raccordement des appareils de mesure.

2.3) Effectuer les mesures : vitesse de rotation, tension, fréquence, intensité, puissances active, réactive et apparente ainsi que le facteur de puissance pour un fonctionnement à pleine charge :

Valeurs mesurées en régime stable

Relevés mécaniques	Relevés électriques						
n	U	f	I	P	Q	S	PF

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Consigner les relevés à pleine charge : n_r, U, f, I, P, Q, S et cos φ.

Question 2.4. Interpréter les résultats des mesures en les comparant aux indications de la plaque signalétique concernant la vitesse, la tension, la fréquence, l'intensité et le facteur de puissance.

Comparer chaque relevé à la valeur de plaque correspondant au couplage réellement utilisé. Le réseau du sujet est donné pour 230/400 V~ et 50 Hz : vérifier que tension et fréquence conviennent au moteur, sans supposer que sa tension nominale est nécessairement 400 V. À pleine charge, le courant doit être cohérent avec le courant nominal. Une vitesse légèrement inférieure à la vitesse synchrone est normale pour un moteur asynchrone; le facteur de puissance se compare à la valeur de plaque.

- Signaler tout écart important ou dépassement du courant nominal.
- Conclure à partir des valeurs effectivement mesurées et de la plaque.

Comparaison aux valeurs de plaque

(min⁻¹)	(V)	(Hz)	(A)	(W)	(VAR)	(VA)	cosφ
.....					.....	.....	.....

Comparer les relevés à la plaque et au couplage utilisé.

Faire appel au correcteur pour évaluer les mesures.

2.4) Interpréter les résultats des mesures en les comparant aux indications de la plaque signalétique en ce qui concerne : la vitesse, la tension, la fréquence, l'intensité, le facteur de puissance.

.....

.....

✓ RÉPONSE À RETENIR

Conclure selon la plaque et le couplage utilisé; à pleine charge, la vitesse reste inférieure à la vitesse synchrone.

3. Calculs et graphiques

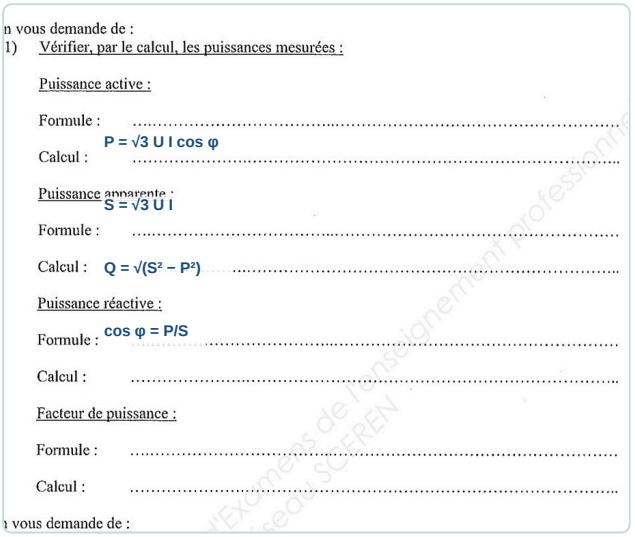
À partir des relevés précédents, le candidat vérifie par le calcul les puissances mesurées et le facteur de puissance. Il construit ensuite le triangle des puissances à l'échelle, puis détermine graphiquement l'angle de déphasage et le facteur de puissance.

Question 3.1. Vérifier par le calcul les puissances active, apparente et réactive mesurées, ainsi que le facteur de puissance. Indiquer pour chaque grandeur la formule et le calcul effectué.

Pour le moteur triphasé équilibré, substituer les relevés de tension composée U, courant I et facteur de puissance du tableau 2.3. Vérifier ensuite les puissances mesurées avec les relations ci-dessous ; Q est positive pour une charge inductive.

- Active : $P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi$
- Apparente : $S = \sqrt{3} \times U \times I$
- Réactive : $Q = \sqrt{(S^2 - P^2)}$
- Facteur de puissance : $\cos \varphi = P/S$

Formules de vérification des puissances


n vous demande de :
1) Vérifier, par le calcul, les puissances mesurées :

Puissance active :

Formule : .....

Calcul : P = √3 U I cos φ .....

Puissance apparente :

Formule : S = √3 U I .....

Calcul : Q = √(S² – P²) .....

Puissance réactive :

Formule : cos φ = P/S .....

Calcul : .....

Facteur de puissance :

Formule : .....

Calcul : .....

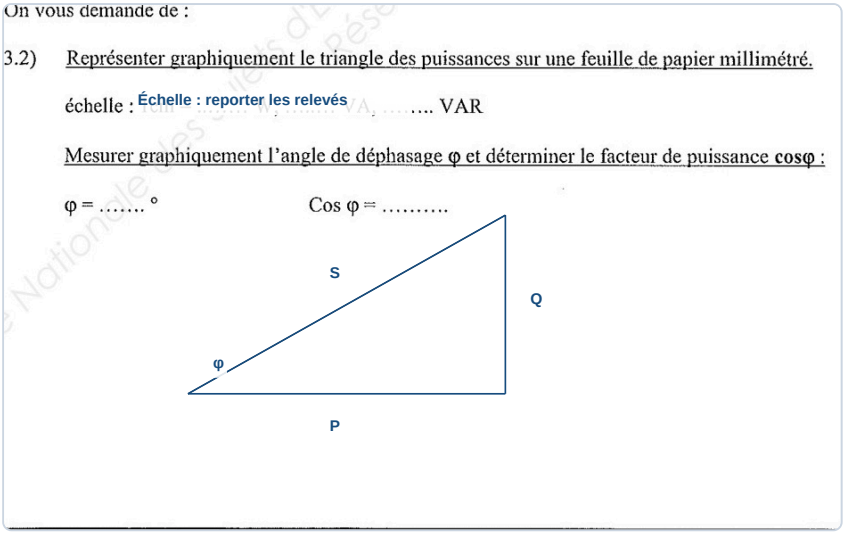
n vous demande de :

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $P = \sqrt{3}\, UI \cos \varphi$; $S = \sqrt{3}\, UI$; $Q = \sqrt{(S^2 - P^2)}$; $\cos \varphi = P/S$.

Question 3.2. Représenter le triangle des puissances sur papier millimétré en précisant l'échelle choisie, puis mesurer graphiquement l'angle de déphasage φ et déterminer le facteur de puissance cos φ.

Tracer P horizontalement, puis Q perpendiculairement à P. Fermer le triangle par S, l’hypoténuse. Choisir une échelle identique pour les puissances et reporter P, Q et S selon leurs relevés. Mesurer l’angle φ entre P et S ; vérifier le facteur de puissance par cos φ = P/S.

Triangle des puissances, schéma de principe



✓ RÉPONSE À RETENIR

Triangle rectangle : P en base, Q en hauteur, S en hypoténuse ; cos φ = P/S.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2011)

Bilan de l'épreuve : Épreuve d'électrotechnique E.2-D, unité U24 du BP Monteur dépanneur en froid et climatisation, session 2011, d'une durée de 2 heures et de coefficient 2. Le sujet étudie le moteur asynchrone triphasé, pour vérifier son dimensionnement. Il évalue l'identification, la préparation sécurisée, les mesures, leur interprétation, les calculs de puissance et la représentation graphique du triangle des puissances.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- En triphasé équilibré, la puissance apparente est S = √3 × U × I, avec U et I les valeurs efficaces de ligne.
- La puissance active triphasée est P = √3 × U × I × cos φ, exprimée en watts.
- La puissance réactive triphasée est Q = √3 × U × I × sin φ, exprimée en var.
- Le facteur de puissance vaut cos φ = P / S ; le triangle des puissances relie P, Q et S.

Points de vigilance & attentes du jury

- Relever les tensions du réseau et les données de plaque avant de justifier le couplage.
- Choisir et justifier les calibres de tension et d'intensité avant de raccorder les appareils.
- Respecter les règles de sécurité et solliciter le correcteur aux étapes où le sujet le demande.
- Consigner les relevés avec leurs unités et vérifier la cohérence des mesures, des calculs et du graphique.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment vérifier les puissances triphasées à partir des mesures ?

Pour un système triphasé équilibré, utilisez les valeurs efficaces de ligne : P = √3UI cos φ, S = √3UI et Q = √3UI sin φ. Présentez la formule et le calcul pour chaque puissance, avec les unités W, VA et var.

Q : Comment choisir le couplage du moteur à partir de sa plaque ?

Comparez les tensions indiquées pour les couplages étoile et triangle aux tensions du réseau et aux tensions nominales du moteur. Justifiez le couplage retenu à partir des indications de la plaque avant de procéder au raccordement.

Q : Comment organiser le travail pendant les deux heures d'épreuve ?

Suivez l'ordre du sujet : préparation, mesures, puis calculs et graphique. Notez immédiatement les relevés, appelez le correcteur aux étapes prévues et gardez du temps pour vérifier les unités, les formules et la cohérence des résultats.

Q : Quels critères sont évalués par le correcteur ?

La fiche répartit les points sur l'identification, le couplage, la représentation des appareils, la sécurité, les calibres, le raccordement, les mesures, leur interprétation, les calculs et le triangle graphique. Total est sur 200, puis ramené à une note sur 20.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpfroid.fr/assets/annales/bp-froid/U24 - Electrotechnique/2011/BP Froid - U24 - Electrotechnique - Session 2011 - 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.