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 Électricien, veuillez visiter :
bpelectricien.fr/annales-sujets-et-corriges

BP ÉLECTRICIEN • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Électrotechnique

Session 2004 • Code sujet : **Non indiqué sur le sujet** • Durée : **3 heures** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Étude d’un moteur asynchrone entraînant un compresseur** (5 questions) — **Page 3**
2. **Détermination des impédances d’un départ aérien et du courant de court-circuit** (2 questions) — **Page 6**
3. **Bilan de puissances et compensation d’une installation triphasée** (6 questions) — **Page 8**
4. **Questionnaire sur les circuits, les mesures et le moteur à deux vitesses** (7 questions) — **Page 11**
5. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 16**

Sujet officiel (PDF) : https://bpelectricien.fr/assets/annales/bp-electricien/U41 - Electrotechnique appliquée/2004/BP Électricien - U41 - Electrotechnique appliquée - Session 2004 - 2-Sujet.pdf

1. Étude d’un moteur asynchrone entraînant un compresseur

Un compresseur est entraîné par un moteur asynchrone triphasé alimenté par un réseau 230/400 V, 50 Hz. La plaque signalétique et les résultats d’essais à vide et en charge servent à étudier le couplage, la vitesse, les pertes et le rendement du moteur.

Question 1.1. À partir des tensions indiquées sur la plaque signalétique et de la tension du réseau, déterminer le couplage du moteur.

Le réseau 230/400 V fournit 400 V entre phases. La plaque indique 380/660 V : le moteur est prévu pour fonctionner en triangle à 380 V et en étoile à 660 V. Sur ce réseau, on retient donc le couplage triangle. Chaque enroulement reçoit alors la tension composée du réseau, soit 400 V, valeur proche de la tension nominale de 380 V.

Réponse 1.1

1.1 Quel est le couplage de ce moteur ?	/ 1
Couplage : triangle (Δ)	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Couplage triangle (Δ).

Question 1.2. Déterminer la vitesse de synchronisme du moteur.

À 50 Hz, la vitesse de synchronisme est liée au nombre de pôles par la relation $n_s = 120\,f / p$. La vitesse indiquée sur la plaque, 960 tr/min, est légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme, comme attendu pour un moteur asynchrone en charge. Elle correspond à un moteur 6 pôles.

$$n_s = 120 \times 50 / 6 = 1\,000 \text{ tr/min}.$$

Réponse 1.2

1.2 Quelle est la vitesse de synchronisme ?	/ 1
n_s = 1 000 tr/min	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse de synchronisme : 1 000 tr/min.

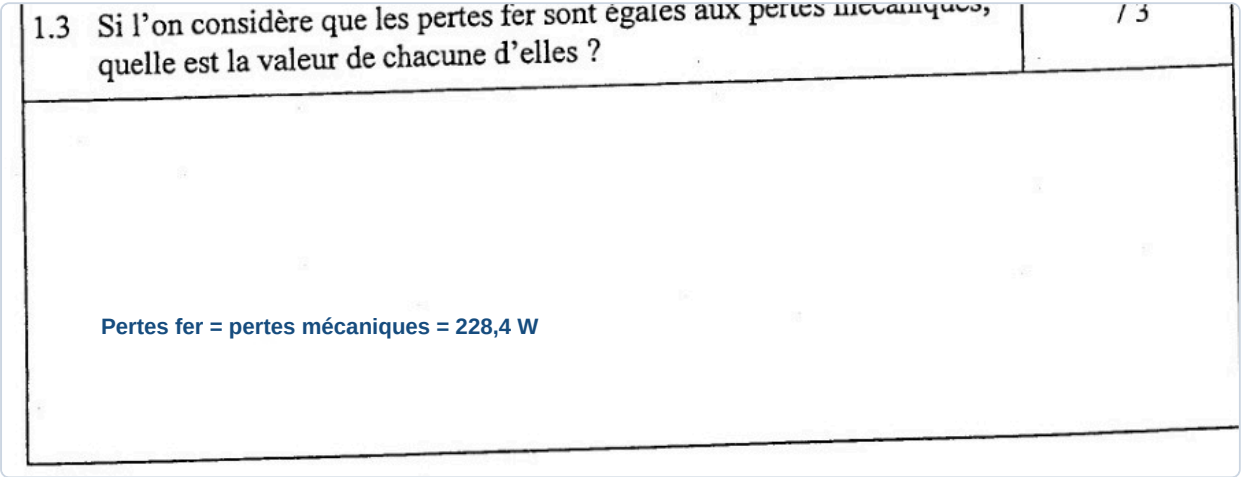
Question 1.3. En considérant que les pertes fer sont égales aux pertes mécaniques, déterminer la valeur de chacune.

Le moteur étant couplé en triangle, la résistance mesurée entre deux bornes vaut deux tiers de la résistance d'un enroulement. Ainsi, la perte Joule statorique à vide vaut $1{,}5 \times r \times I^2$.

Calcul	Valeur
Perte Joule statorique à vide	$1{,}5 \times 1 \times 4{,}7^2 = 33{,}135$ W
Pertes fer et mécaniques réunies	$490 - 33{,}135 = 456{,}865$ W

Les deux pertes étant égales, chacune représente la moitié de la somme restante.

Réponse 1.3


1.3 Si l'on considère que les pertes fer sont égales aux pertes mécaniques, quelle est la valeur de chacune d'elles ? / 3

Pertes fer = pertes mécaniques = 228,4 W

✓ RÉPONSE À RETENIR

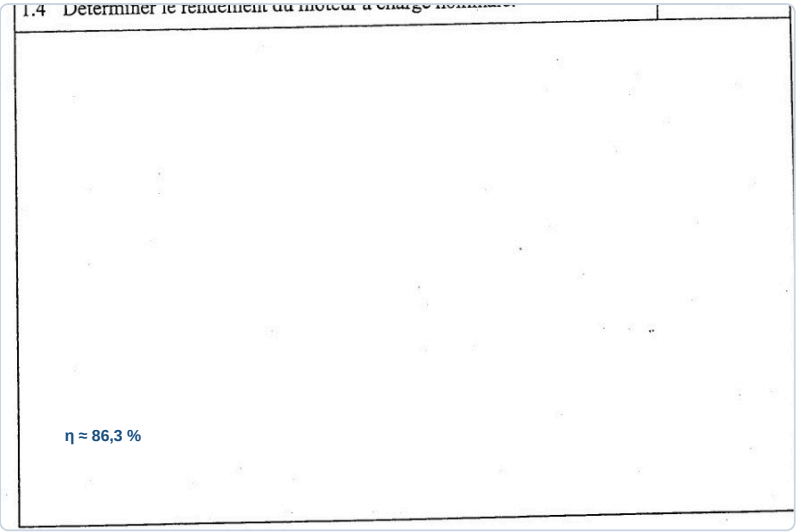
Pertes fer et pertes mécaniques : 228,4 W chacune.

Question 1.4. Déterminer le rendement du moteur à charge nominale.

1. Puissance absorbée : $P_{abs} = \sqrt{3} \times 380 \times 14 \times 0{,}82 = 7\,555{,}9$ W.
2. Pertes Joule statoriques : $1{,}5 \times 1 \times 14^2 = 294$ W. Les pertes fer valent 228,4 W et le glissement est $(1\,000 - 960) / 1\,000 = 0{,}04$.
3. La puissance utile vaut $(P_{abs} - P_{Js} - P_{fer}) \times (1 - g) - P_{méc} = 6\,523{,}7$ W.

Le rendement est le rapport de cette puissance utile à la puissance absorbée.

Réponse 1.4



✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement à charge nominale : η ≈ 86,3 %.

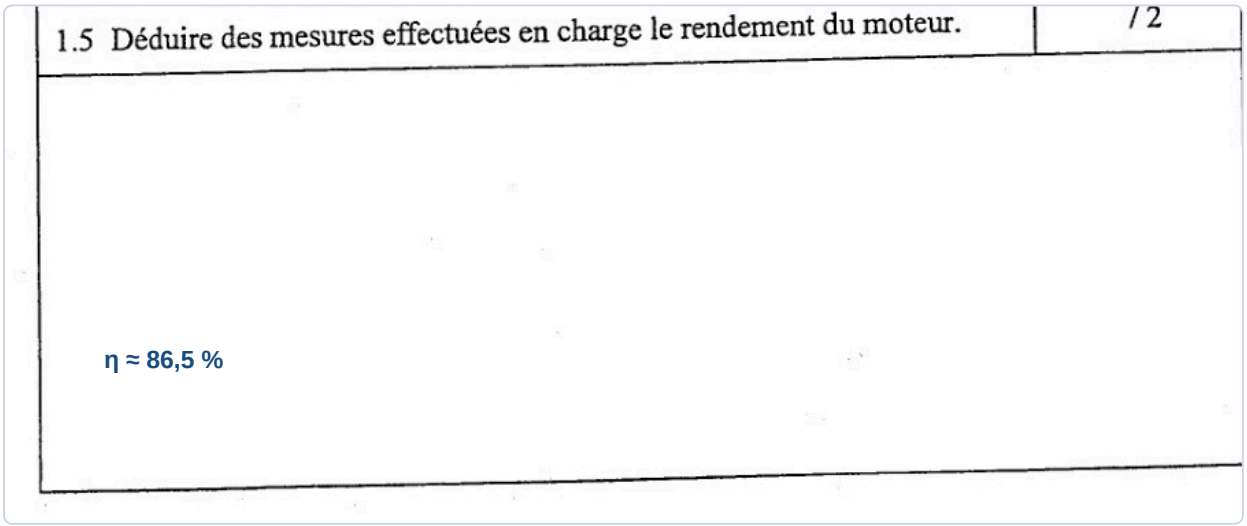
Question 1.5. À partir de l'essai en charge, du couple résistant de 65 Nm et des indications positives des deux wattmètres, 5 300 W et 2 250 W, déduire le rendement du moteur.

À la vitesse nominale de 960 tr/min, la puissance utile transmise au compresseur est $P_u = T \times 2\pi n / 60$. Avec un couple de 65 Nm, elle vaut environ 6 534,5 W. Les deux indications positives des wattmètres s'additionnent pour donner la puissance absorbée totale :

$$P_{abs} = 5\,300 + 2\,250 = 7\,550\ W.$$

Le rendement en charge est le rapport de la puissance utile à cette puissance absorbée.

Réponse 1.5



✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement en charge : η ≈ 86,5 %.

2. Détermination des impédances d’un départ aérien et du courant de court-circuit

Le sujet présente un départ aérien issu d’un poste HTB/HTA, avec les caractéristiques d’un transformateur et de deux tronçons de ligne. Un schéma équivalent sert à déterminer les réactances et la résistance, puis à calculer le courant de court-circuit biphasé au point A.

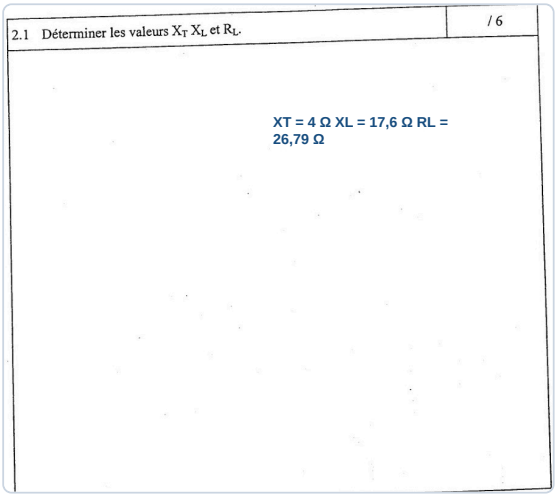
Question 2.1. Déterminer les valeurs de X_T, X_L et R_L du schéma équivalent du réseau.

Les impédances sont ramenées au côté 20 kV. Les deux tronçons de ligne étant en série, leurs résistances et leurs réactances s’additionnent. On applique les données du transformateur et les caractéristiques de chaque tronçon :

Grandeur	Calcul	Valeur
X_T	0,10 × 20 000² / 10 000 000	4 Ω
X_L	0,4 × (30 + 14)	17,6 Ω
R_L	33 × 30 / 75 + 33 × 14 / 34	26,79 Ω

Les autres résistances et réactances sont négligées conformément au schéma équivalent.

Valeurs des impédances


2.1 Déterminer les valeurs X_T X_L et R_L. / 6

XT = 4 Ω XL = 17,6 Ω RL = 26,79 Ω

✓ RÉPONSE À RETENIR

Côté 20 kV, les valeurs équivalentes du schéma sont : X_T = 4 Ω, X_L = 17,6 Ω et R_L = 26,79 Ω.

Question 2.2. Calculer la valeur du courant de court-circuit biphasé au point A.

Au point A, l’impédance d’une phase vaut $Z = \sqrt{(R_L^2 + (X_T + X_L)^2)}$. Avec les valeurs non arrondies, $Z = \sqrt{(26{,}7882^2 + 21{,}6^2)} \approx 34{,}4118\ \Omega$. Le court-circuit biphasé met deux impédances de phase en série sous 20 kV : $I_{cc2} = 20\,000 / (2 \times 34{,}4118) \approx 290{,}6\ A$.

Courant de court-circuit biphasé

2.2 Calculer la valeur du courant de court-circuit biphasé au point A.	/ 4
Icc2(A) ≈ 290,6 A	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Au point A, le courant de court-circuit biphasé calculé est I_{cc2} ≈ 290,6 A, soit environ 291 A.

3. Bilan de puissances et compensation d'une installation triphasée

Une installation alimentée en triphasé 230/400 V, 50 Hz comprend un four de 2 kW et deux moteurs dont les puissances, facteurs de puissance et rendements sont indiqués sur le schéma. Les questions portent sur les puissances des moteurs, le bilan de l'installation complète et sa compensation par condensateurs.

Question 3.1. Calculer les différentes puissances absorbées par le moteur M1 à partir des caractéristiques indiquées sur le schéma.

Sur le schéma, M_1 fournit 2 kW utiles, avec un rendement de 82 % et cos φ = 0,85. Sa puissance active absorbée est donc **P = 2/0,82 = 2,44 kW**. Puis **S = P/0,85 = 2,87 kVA** et **Q = P tan φ = 1,51 kvar**, avec tan φ = √(1 − 0,85²)/0,85. Ces puissances décrivent le fonctionnement nominal du moteur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> M_1 : P = 2,44 kW ; Q = 1,51 kvar ; S = 2,87 kVA.

Question 3.2. Calculer les différentes puissances absorbées par le moteur M2 à partir des caractéristiques indiquées sur le schéma.

Le schéma donne pour M_2 une puissance utile de 3 kW, un rendement de 80 % et cos φ = 0,75. La puissance active absorbée vaut donc 3/0,80 = 3,75 kW. Les autres puissances se déduisent de ce bilan et du facteur de puissance :

Grandeur	Calcul	Valeur
Active P	3/0,80	3,75 kW
Apparente S	3,75/0,75	5,00 kVA
Réactive Q	3,75 × √(1 − 0,75²)/0,75	3,31 kvar

Il s'agit des puissances absorbées à charge nominale.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> M_2 : P = 3,75 kW ; Q = 3,31 kvar ; S = 5,00 kVA.

Question 3.3. Par la méthode de Boucherot, déterminer l'intensité en ligne au départ de l'installation en fonctionnement complet, avec le four en service et les deux moteurs à charge nominale.

La méthode de Boucherot additionne séparément les puissances actives et réactives. Le four absorbe 2 kW, considéré résistif, donc Q = 0. On obtient P_{tot} = 2 + 2/0,82 + 3/0,80 = 8,189 kW et Q_{tot} = 1,512 + 3,307 = 4,819 kvar. Ainsi $S_{tot} = \sqrt{(P_{tot}^2 + Q_{tot}^2)}$ = 9,502 kVA. Sous 400 V triphasé, I = S/(√3 × 400) = 13,71 A.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Courant de ligne au départ de l'installation : **I ≈ 13,71 A**.

Question 3.4. Déterminer le facteur de puissance cos φ de l'installation dans les conditions de fonctionnement indiquées à la question 3.3.

Le facteur de puissance global se calcule à partir des puissances totales obtenues par Boucherot, et non par une moyenne des cos φ des récepteurs. La puissance apparente vaut 9,502 kVA, tandis que la puissance active totale vaut 8,189 kW.

- cos φ = P_{tot}/S_{tot} = 8,189/9,502 ;
- la charge reste inductive puisque Q_{tot} est positif.

Le résultat caractérise l'installation complète, four et moteurs en service.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Facteur de puissance global : **cos φ ≈ 0,862**.

Question 3.5. Calculer la valeur de la batterie de condensateurs nécessaire pour compenser l'installation et obtenir une tangente de l'angle de déphasage tg φ égale à 0,4.

La puissance active ne change pas lors de la compensation. Pour obtenir tg φ = 0,4, la puissance réactive résiduelle doit être $Q' = 0{,}4P_{tot}$. La batterie fournit donc $Q_C = Q_{tot} - Q' = 4{,}819 - 0{,}4 \times 8{,}189 = 1{,}543$ kvar. En triangle sous 400 V, chaque condensateur est soumis à 400 V : $C = Q_C/(3 \times 2\pi f U^2)$, avec f = 50 Hz, soit environ 10,2 µF par branche.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Batterie nécessaire : **1,54 kvar**, soit **3 condensateurs d'environ 10,2 µF couplés en triangle**.

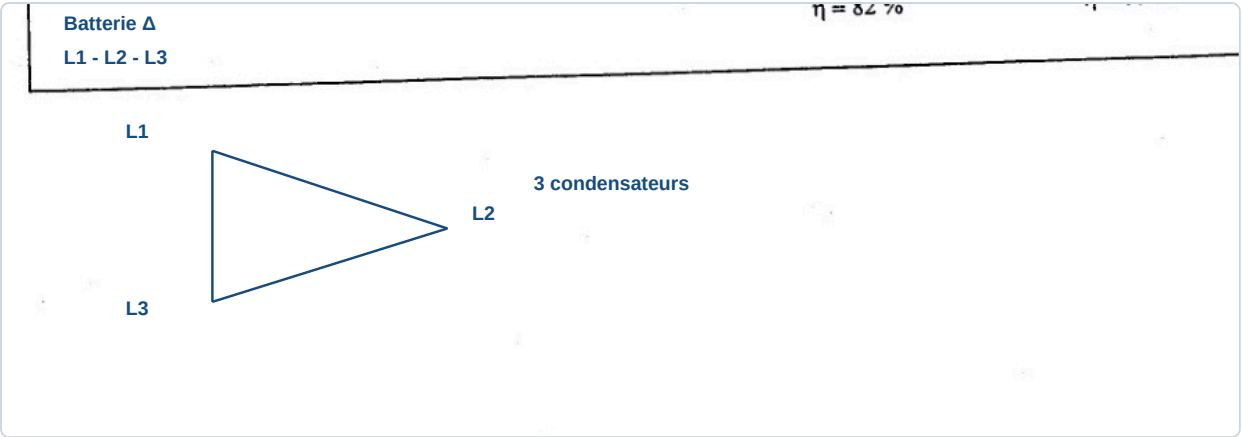
Question 3.6. Représenter sur le schéma le branchement de la batterie de condensateurs et indiquer son couplage correct.

La batterie se branche en dérivation sur l'alimentation triphasée, en aval du départ de l'installation. Le couplage demandé est le triangle : chaque condensateur est placé entre deux phases et aucun n'est relié au neutre.

1. Raccorder un condensateur entre L1 et L2.
2. Raccorder un condensateur entre L2 et L3.
3. Raccorder le troisième entre L3 et L1.

Le visuel reporte ce montage sur le schéma de la page 10.

Batterie triphasée couplée en triangle



✓ RÉPONSE À RETENIR

Branchement en dérivation sur les trois phases ; batterie de condensateurs couplée en triangle.

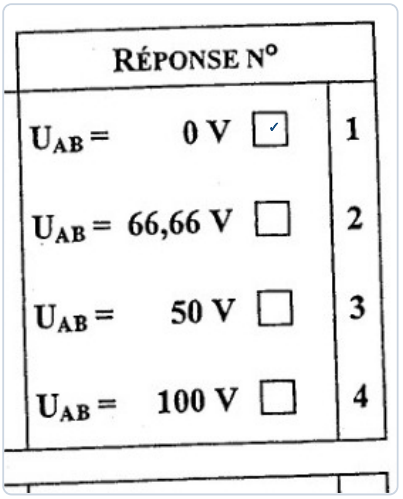
4. Questionnaire sur les circuits, les mesures et le moteur à deux vitesses

Ce questionnaire demande de cocher la bonne réponse à partir de schémas de circuits résistifs et alternatifs et de mesures électriques. Il comprend aussi l'étude de mesures à l'ohmmètre sur un moteur asynchrone triphasé à deux vitesses.

Question 4.1. À partir du circuit diviseur alimenté sous 200 V et des résistances indiquées, déterminer la tension U_AB et cocher la bonne réponse.

Les deux diviseurs sont alimentés sous 200 V. Depuis la borne inférieure, la tension en A vaut $200 \times \frac{450}{150+450} = 150\,\text{V}$, et celle en B vaut $200 \times \frac{150}{50+150} = 150\,\text{V}$. A et B sont équipotentiels : leur différence de potentiel est nulle.

Réponse 4.1



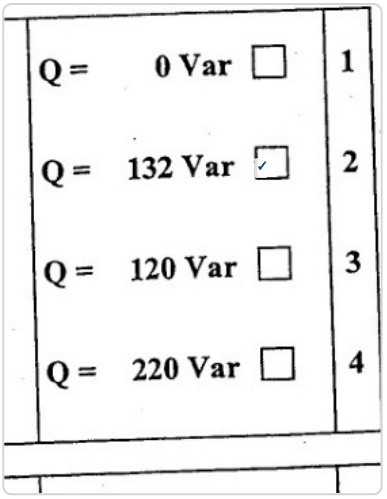
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$U_{AB} = 0\,\text{V}$, réponse n° 1.

Question 4.2. Pour le récepteur Z alimenté sous 220 V, avec une intensité de 1 A et une puissance active de 176 W, déterminer la puissance réactive Q et cocher la bonne réponse.

La puissance apparente vaut $S = UI = 220 \times 1 = 220\,\text{VA}$. Le triangle des puissances donne $Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{220^2 - 176^2} = 132\,\text{var}$. Cette valeur correspond à la deuxième proposition.

Réponse 4.2



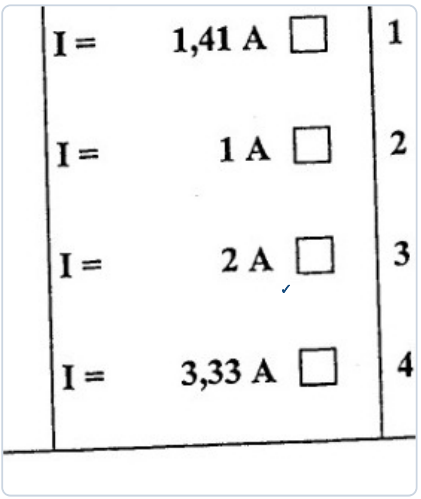
✓ RÉPONSE À RETENIR

$Q = 132\,\text{var}$, réponse n° 2.

Question 4.3. Pour le circuit comprenant R1 = 20 Ω, Rb = 40 Ω et Xb = 80 Ω, alimenté sous 200 V, déterminer l'intensité du courant et cocher la bonne réponse.

Les résistances en série donnent $R = 20 + 40 = 60\,\Omega$. La réactance de la bobine est en quadrature avec la résistance, donc $Z = \sqrt{60^2 + 80^2} = 100\,\Omega$. Le courant vaut alors $I = 200/100 = 2\,\text{A}$, soit la troisième proposition.

Réponse 4.3



✓ RÉPONSE À RETENIR

$I = 2\,\text{A}$, réponse n° 3.

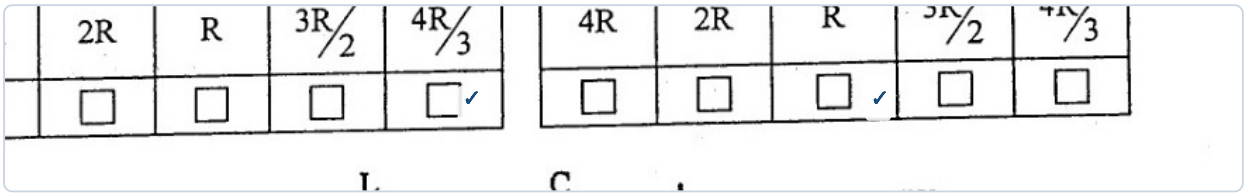
Question 4.4. Pour les schémas du moteur asynchrone triphasé à deux vitesses, déterminer l'indication de l'ohmmètre pour les mesures représentées en petite vitesse et en grande vitesse, puis cocher les bonnes réponses.

On réduit le réseau entre les deux bornes de l'ohmmètre, en tenant compte des barrettes dessinées sur chaque bornier.

Vitesse	Résistance équivalente	Choix
Petite	$2R$ en parallèle avec $4R$, soit $4R/3$	$4R/3$
Grande	Deux branches $R/2$ en série, soit R	R

Les choix à cocher sont donc $4R/3$ en petite vitesse et R en grande vitesse.

Réponses 4.4



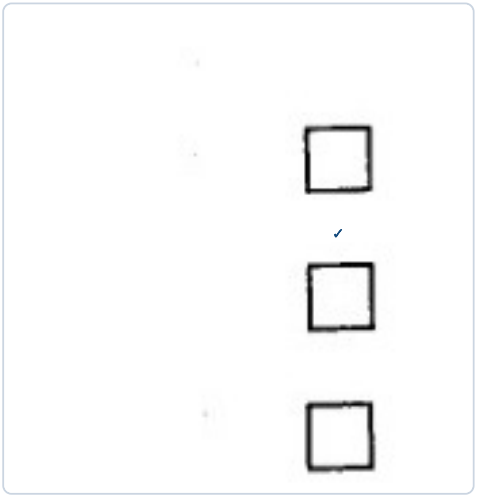
✓ RÉPONSE À RETENIR

Petite vitesse : $4R/3$. Grande vitesse : R.

Question 4.5. À partir du circuit représenté, indiquer si la tension mesurée par le voltmètre V2 est égale à 2 V1, égale à 0 ou égale à V1.

V2 mesure la tension aux bornes de l'association série de la bobine et du condensateur. Le schéma indique $X_L = X_C = 20\,\Omega$: leurs tensions se compensent en phaseur. La tension mesurée par V2 est donc nulle.

Réponse 4.5



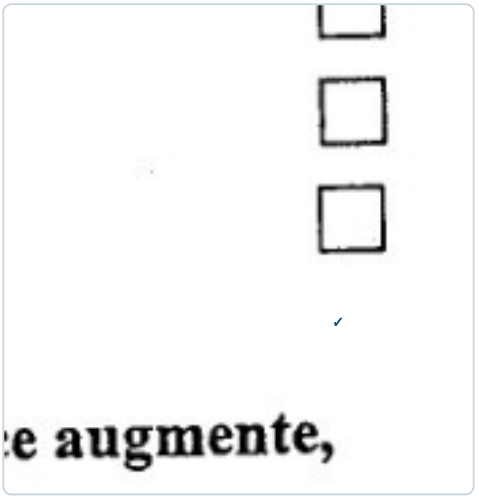
✓ RÉPONSE À RETENIR

$V_2 = 0$, deuxième proposition.

Question 4.6. Indiquer si le facteur de puissance de l'ensemble augmente, ne varie pas ou diminue lorsque l'interrupteur K est fermé.

À la fermeture de K, le condensateur est mis en parallèle avec la résistance. La puissance active de la résistance reste inchangée, tandis que le condensateur ajoute une puissance réactive. La puissance apparente augmente sans hausse de la puissance active : le facteur de puissance P/S diminue.

Réponse 4.6



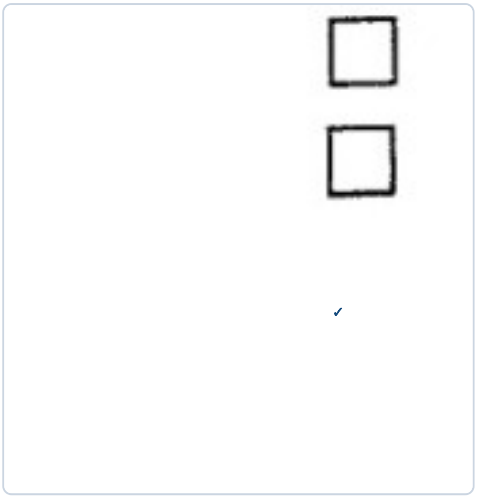
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le facteur de puissance diminue.

Question 4.7. Dans le circuit représenté, indiquer si l'intensité I augmente, ne varie pas ou diminue lorsque la fréquence augmente.

À la fréquence indiquée, $X_L = X_C = 20\,\Omega$: le circuit série est à la résonance et son impédance est minimale. Si la fréquence augmente, X_L augmente et X_C diminue. La réactance résultante augmente, donc l'impédance totale augmente et le courant diminue à tension constante.

Réponse 4.7



✓ RÉPONSE À RETENIR

L'intensité I diminue.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2004)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve du BP Électrotechnique, option Production et Distribution, correspond à la session 2004, dure 3 heures et a un coefficient 2. Le sujet, sans code repère imprimé, comporte quatre problèmes notés sur 40 puis ramenés sur 20. Il étudie un moteur de compresseur, un départ HTB/HTA, une installation triphasée et des circuits électriques, en évaluant calculs, mesures et analyse.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- En triphasé équilibré, P = √3 U I cos φ, avec U la tension composée et I le courant de ligne.
- Avec deux wattmètres, la puissance active totale est la somme des indications : P = P1 + P2.
- La méthode de Boucherot consiste à additionner séparément les puissances actives et réactives des récepteurs.
- La puissance réactive capacitive de compensation vaut Qc = P(tg φ initiale - tg φ visée).

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer tension simple et tension composée avant de déterminer le couplage du moteur.
- Pour le rendement, identifier les puissances absorbée et utile et vérifier la cohérence des unités.
- Avec Boucherot, sommer séparément P et Q avant de calculer la puissance apparente et le courant.
- Lire les schémas et les points de mesure avec soin, notamment pour les questions sur le moteur à deux vitesses.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la puissance active totale avec deux wattmètres ?

Lorsque les deux indications sont positives, la puissance active totale est leur somme : P = P1 + P2. Conservez les indications en watts, puis utilisez cette puissance comme puissance absorbée pour le calcul du rendement.

Q : Comment appliquer la méthode de Boucherot à l'installation triphasée ?

Additionnez les puissances actives des récepteurs, puis leurs puissances réactives. Pour les moteurs, tenez compte du rendement afin de passer de la puissance utile à la puissance absorbée. Calculez ensuite la puissance apparente résultante et le courant de ligne.

Q : Comment le sujet est-il réparti et combien de points vaut-il ?

Le barème répartit les 40 points entre quatre problèmes : 10, 10, 13 et 7 points. La feuille prévoit également une note sur 20. L'épreuve dure 3 heures et associe des calculs de technologie à un questionnaire.

Q : Qu'attend le jury pour les calculs et les réponses au questionnaire ?

Le sujet attribue des points à chaque question, mais ne précise pas de norme extérieure particulière. Présentez les calculs utiles, les unités et les résultats clairement, puis cochez la réponse choisie pour chaque question du questionnaire.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpelectricien.fr/assets/annales/bp-electricien/U41 - Electrotechnique appliquée/2004/BP Électricien - U41 - Electrotechnique appliquée - Session 2004 - 2-Sujet.pdf
Ressources BP Électricien : 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.