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

Épreuve pratique : E2.1 Installation maintenance et sécurité

Session 2006 • Code sujet : **E2.1** • Durée : **1 h 30**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Adaptation d’impédance d’une liaison de transmission** (8 questions) — **Page 3**

2. **Mesure de la vitesse de propagation et localisation d’un défaut dans un câble** (4 questions) — **Page 7**

3. **Détermination du générateur de Thévenin et adaptation de la charge** (6 questions) — **Page 10**

4. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://bpelectricien.fr/assets/annales/bp-electricien/U21 - Installation maintenance et sécurité/2006/BP Électricien - U21 - Installation maintenance et sécurité - Session 2006 - 5-Sujet.pdf

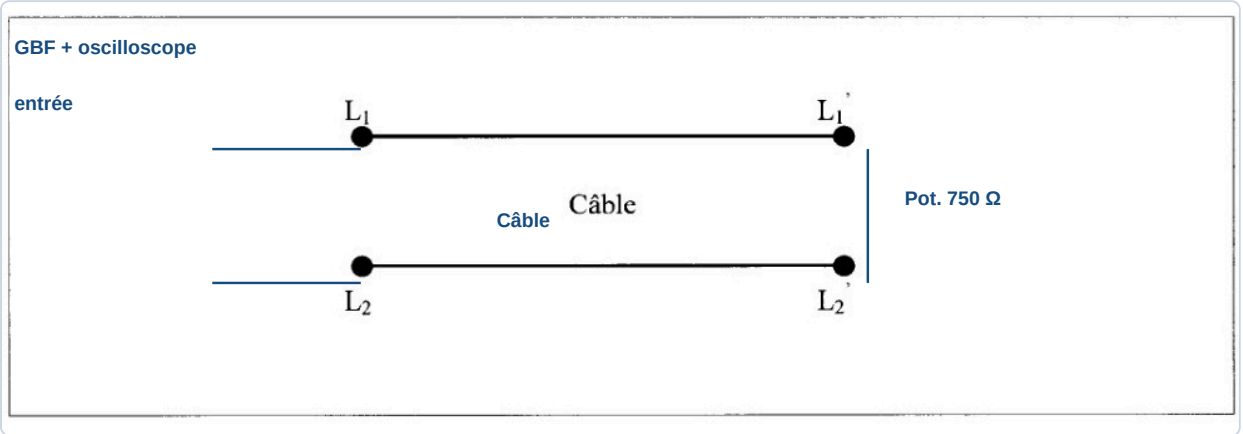
1. Adaptation d’impédance d’une liaison de transmission

Une liaison de transmission de données doit être adaptée à l’aide d’une charge réglable, raccordée à une couronne de câble de 100 m. Le candidat réalise le montage, règle un GBF, observe les signaux à l’oscilloscope et ajuste le potentiomètre pour obtenir une bonne adaptation.

Question 1). Tracer le schéma du montage comprenant le générateur de fonctions, l’oscilloscope et le potentiomètre de 750 Ω raccordé au câble.

Le GBF se branche en parallèle sur les deux conducteurs, côté gauche du câble. L’oscilloscope se branche lui aussi en parallèle à cette entrée pour observer le signal. À l’extrémité droite, connecter le potentiomètre entre les deux conducteurs : il forme la charge réglable. Vérifier que les masses du GBF et de l’oscilloscope sont compatibles et communes, et que les connexions ne court-circuitent pas les conducteurs.

Montage de mesure complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

GBF et oscilloscope en parallèle à l’entrée ; potentiomètre de 750 Ω entre les conducteurs à l’autre extrémité.

Question 2). Régler le GBF pour émettre un signal échelon (carré) d’amplitude Ve = 2,5 V et de fréquence 350 kHz.

Sélectionner la forme d’onde carrée sur le GBF, puis régler la fréquence à 350 kHz et l’amplitude à 2,5 V. Vérifier les deux réglages sur l’afficheur avant le raccordement. La période correspondante est l’inverse de la fréquence : T = 1 / 350 000 ≈ 2,86 µs. Le sujet ne précise pas si l’amplitude est réglée en valeur crête ou crête à crête : conserver la convention affichée par le GBF.

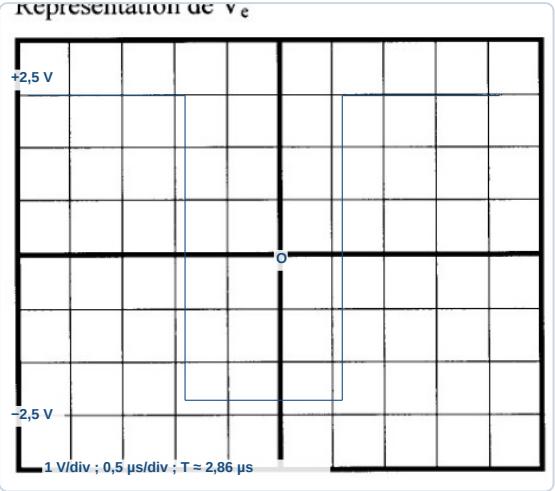
✓ RÉPONSE À RETENIR

GBF : signal carré, 350 kHz, amplitude 2,5 V ; période ≈ 2,86 µs.

Question 3). Représenter le signal Ve sur le quadrillage, indiquer les échelles d'amplitude et de temps, puis préciser les origines.

Choisir une échelle verticale de 1 V/div et une échelle horizontale de 0,5 µs/div. Placer l'origine au croisement des axes épais. Si les 2,5 V indiqués sont l'amplitude crête, les niveaux sont +2,5 V et −2,5 V, soit 2,5 divisions de part et d'autre de l'axe horizontal. La période de 2,86 µs occupe environ 5,71 divisions ; tracer un créneau périodique de rapport cyclique 1/2.

Signal carré Ve



✓ RÉPONSE À RETENIR

Échelles : 1 V/div et 0,5 µs/div. Origine au croisement des axes ; niveaux ±2,5 V si 2,5 V désigne l'amplitude crête.

Question 4). Une fois le montage réalisé, le signal d'entrée devient Ve2. Préciser la condition que doit respecter la forme de ce nouveau signal pour obtenir une bonne adaptation.

Une bonne adaptation se reconnaît à l'absence de réflexion sur la ligne. Le signal observé doit donc présenter des fronts nets et des paliers stables, sans écho, dépassement ni oscillation après les fronts. La condition électrique correspondante est que la résistance de charge soit égale à l'impédance caractéristique du câble. On ajuste la charge en observant l'évolution du signal à l'oscilloscope.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ve2 doit être un créneau stable, sans écho ni oscillation : la charge est adaptée à l'impédance caractéristique du câble.

Question 5). Réaliser le montage du schéma et le présenter à la vérification de l'examinateur.

Raccorder le GBF aux deux conducteurs à une extrémité du câble et brancher l'oscilloscope en parallèle à cette entrée. Connecter le potentiomètre entre les conducteurs à l'autre extrémité. Avant la vérification de l'examinateur, contrôler la continuité, le serrage des connexions et l'absence de court-circuit. Respecter les références de masse

des appareils et effectuer le câblage hors tension lorsque les conditions de manipulation le permettent.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Montage câblé selon le schéma, puis présenté à la vérification de l'examinateur.

Question 6). Agir sur le potentiomètre de charge pour satisfaire la condition de la question 4, puis expliquer la méthode utilisée.

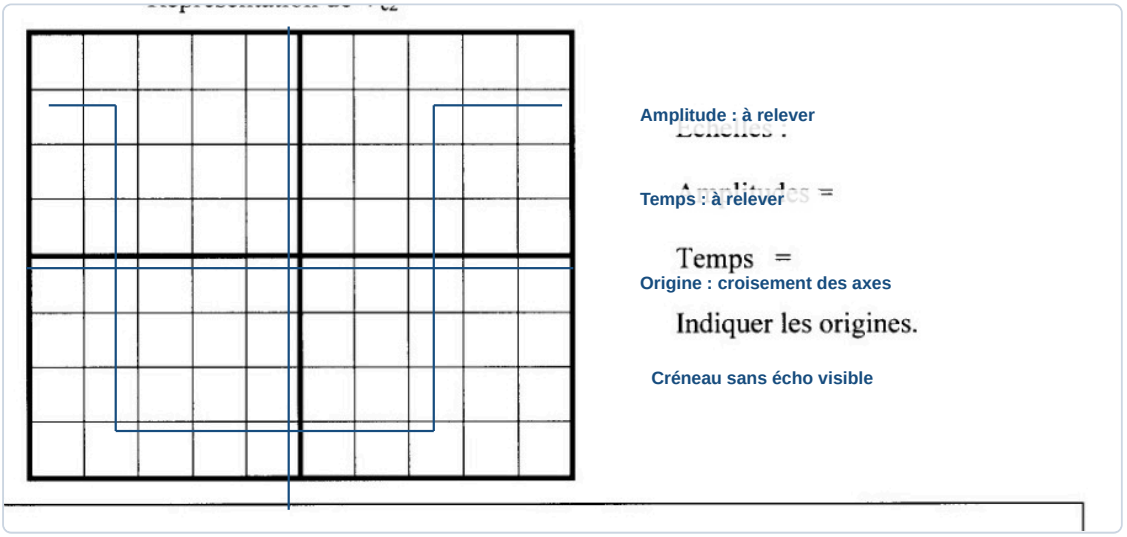
Émettre le signal carré et observer le signal à l'oscilloscope. Faire varier progressivement le potentiomètre de charge en surveillant les réflexions visibles sur le créneau. Retenir le réglage pour lequel les échos et les oscillations disparaissent et les paliers deviennent stables. Ce réglage réalise l'adaptation : la résistance de charge est alors égale à l'impédance caractéristique du câble. La valeur est celle obtenue par réglage expérimental.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Régler le potentiomètre jusqu'à supprimer les réflexions observées : Rcharge = Zc.

Question 7). Relever l'oscillogramme du signal Ve2 à l'entrée de la liaison, indiquer les échelles et les origines, comparer Ve et Ve2, puis formuler une conclusion.

Relever sur l'oscilloscope le signal Ve2 après le réglage de la charge. Indiquer l'origine au croisement des axes et noter les calibres effectivement utilisés ; les valeurs de la question 3 peuvent être conservées si elles conviennent. Comparer Ve et Ve2 : une adaptation correcte donne un créneau sans écho ni oscillations visibles. L'amplitude réelle de Ve2 se relève à l'écran, car le document ne fournit pas de valeur mesurée.

Oscillogramme attendu de Ve2



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ve2 présente un créneau stable sans réflexions visibles ; les calibres et l'amplitude sont ceux relevés à l'oscilloscope.

Question 8). Indiquer l’opération physique effectuée sur ce circuit.

L’opération physique réalisée est l’adaptation d’impédance de la liaison par une charge terminale réglable. Lorsque la charge est égale à l’impédance caractéristique du câble, l’énergie incidente est absorbée par la terminaison et les réflexions sont minimisées. Le réglage est vérifié en observant le signal à l’oscilloscope.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Adaptation d’impédance de la liaison par une charge terminale égale à l’impédance caractéristique du câble.

2. Mesure de la vitesse de propagation et localisation d’un défaut dans un câble

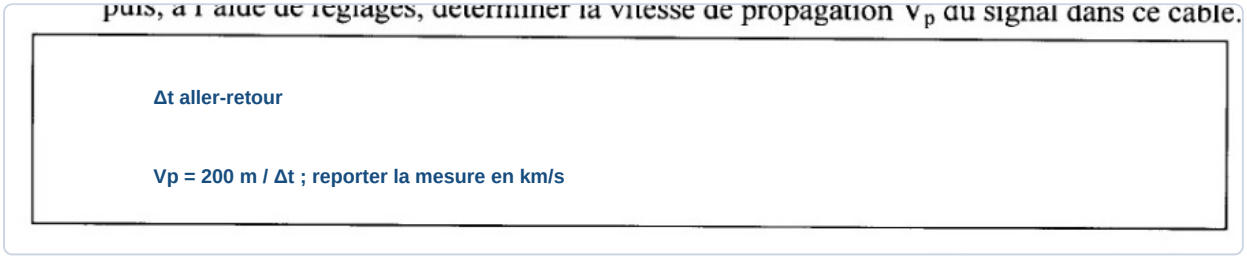
À l’aide d’un réflectomètre, d’une notice et d’un câble étalon de 100 m, le candidat détermine la vitesse de propagation du signal puis la constante diélectrique du câble. Il utilise ensuite ces caractéristiques pour localiser et identifier un défaut sur une liaison téléphonique de longueur X.

Détermination de la vitesse de propagation

Question 1.1. Raccorder le réflectomètre au câble étalon de 100 m, effectuer les réglages nécessaires et déterminer la vitesse de propagation Vp du signal dans ce câble.

Raccorder le réflectomètre à une extrémité du câble étalon de 100 m, puis régler l’appareil selon sa notice. Lancer une impulsion et relever le temps t entre l’émission et l’écho de l’extrémité. Ce temps correspond à un parcours aller-retour de 200 m. Calculer la vitesse de propagation en divisant cette distance par t, exprimé en secondes, puis convertir le résultat en km/s. Reporter la valeur mesurée dans la case V_p.

Mesure de la vitesse de propagation



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

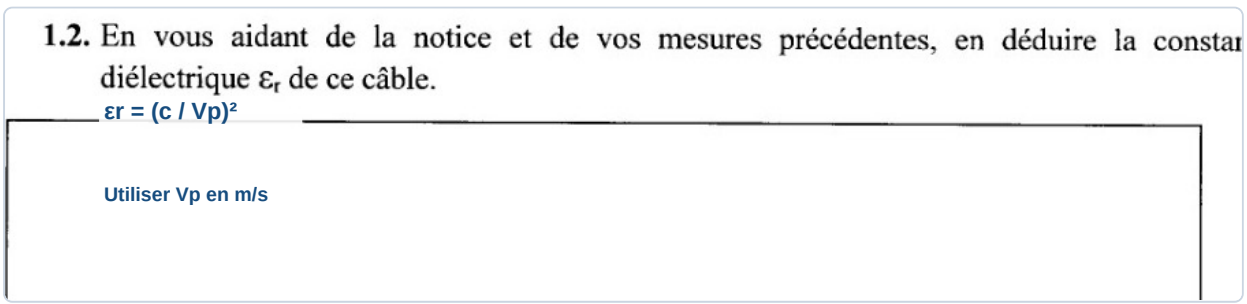
V_p = 200 m / t aller-retour ; exprimer t en secondes et V_p en km/s.

Constante diélectrique

Question 1.2. En vous aidant de la notice et des mesures précédentes, déduire la constante diélectrique εr du câble.

À partir de la vitesse mesurée à la question 1.1, déterminer le facteur de vélocité du câble, puis en déduire sa constante diélectrique. Pour un câble dont la perméabilité relative est voisine de 1, la vitesse vérifie $V_p = c / \sqrt{\varepsilon_r}$, où c est la vitesse de la lumière. Isoler ε_r et utiliser V_p en m/s. Si la notice donne directement le facteur de vélocité $k = V_p/c$, calculer $\varepsilon_r = 1/k^2$.

Relation pour la constante diélectrique



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\varepsilon_r = (c / V_p)^2$, avec $c \approx 3{,}00 \times 10^8$ m/s et V_p en m/s.

Localisation du défaut

Question 2.1. À l'aide du réflectomètre, déterminer la distance à laquelle se trouve le défaut.

Brancher le réflectomètre sur le câble défectueux et régler son facteur de vélocité à partir de la valeur déterminée à la question 1.1. Lancer la mesure et repérer l'écho associé au défaut. Si l'appareil affiche directement la distance, reporter cette lecture en mètres. S'il affiche le temps aller-retour Δt, calculer la distance simple entre l'appareil et le défaut : le signal parcourt deux fois cette distance. Reporter la valeur obtenue dans la case D.

Distance du défaut

D = Vp × Δt / 2

D = ——— mètre

Δt : temps aller-retour

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

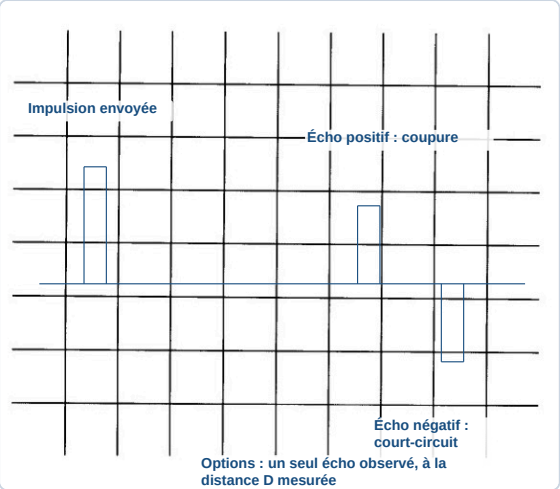
D = distance affichée par le réflectomètre, ou $D = V_p \times \Delta t / 2$ si l'appareil affiche le temps aller-retour.

Interprétation du signal

Question 2.2. Représenter la forme du signal donné par le réflectomètre, indiquer l'emplacement du défaut sur la courbe, puis préciser le type de défaut.

Sur la grille, le premier écho correspond à l'impulsion envoyée. L'écho retardé apparaît à la distance D relevée à la question 2.1 ; sa position doit être reportée selon l'échelle du réflectomètre. Pour une impulsion incidente positive, une réflexion vers le haut indique une discontinuité de forte impédance, typiquement une coupure ; une réflexion vers le bas indique une faible impédance, typiquement un court-circuit. Retenir uniquement la forme et le signe réellement observés : les deux tracés du visuel sont des possibilités, pas deux défauts simultanés.

Réflectogramme : signatures possibles



✓ RÉPONSE À RETENIR

Placer l'écho à la distance D mesurée : écho positif pour une coupure, écho négatif pour un court-circuit, avec une impulsion incidente positive.

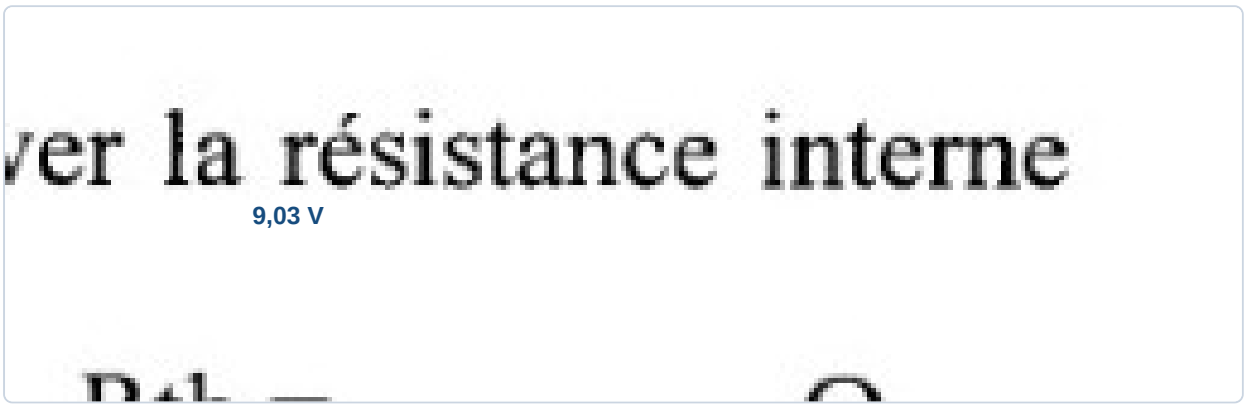
3. Détermination du générateur de Thévenin et adaptation de la charge

Le candidat étudie un circuit électrique alimenté sous 20 V et chargé par un potentiomètre. Il détermine la force électromotrice et la résistance interne équivalentes, représente le circuit de Thévenin, puis compare la puissance dissipée pour différentes valeurs de charge.

Question 1). À l'aide d'un voltmètre, déterminer la valeur de la force électromotrice du circuit et renseigner Eth.

Charge débranchée, le voltmètre se place aux bornes de sortie du circuit : il mesure la tension à vide, égale à la force électromotrice de Thévenin. Le schéma donne une branche de 180 Ω en série avec 820 Ω, en parallèle avec 680 Ω, après la résistance de 330 Ω. La tension mesurée doit être proche de la valeur calculée.

Valeur de Eth



✓ RÉPONSE À RETENIR

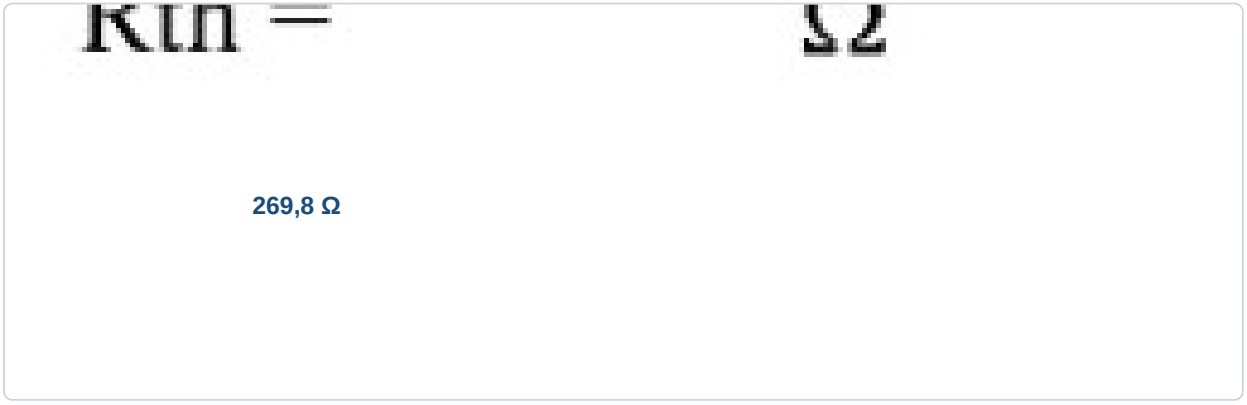
Eth ≈ 9,03 V

Question 2). Déconnecter le générateur et utiliser un ohmmètre pour déterminer la résistance interne du circuit, Rth.

1. Déconnecter l'alimentation du circuit avant toute mesure de résistance.
2. Débrancher la charge, puis mesurer à l'ohmmètre entre ses bornes de raccordement.

Vu depuis ces bornes, le 820 Ω est en parallèle avec la série du 180 Ω et du parallèle 330 Ω / 680 Ω. La mesure obtenue correspond à Rth.

Valeur de Rth



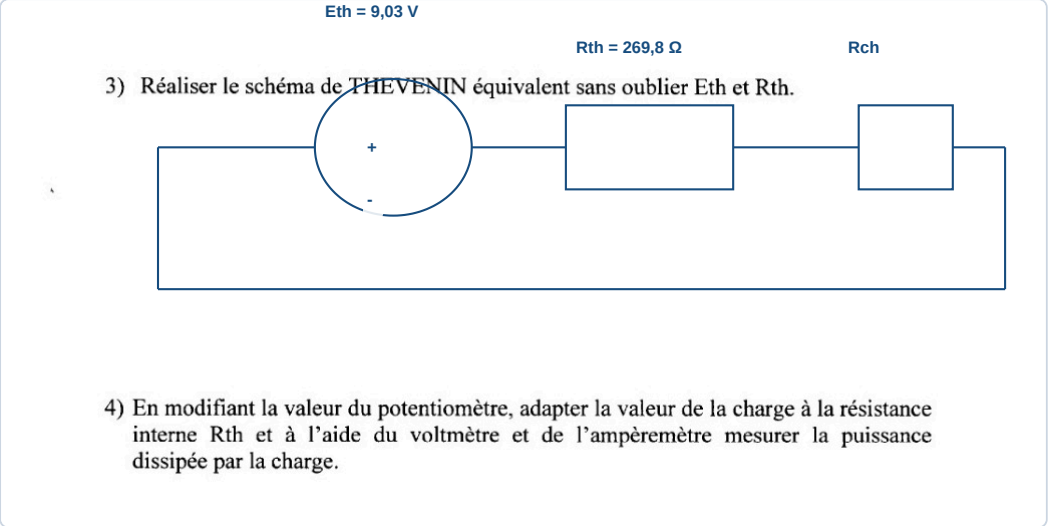
✓ RÉPONSE À RETENIR

Rth ≈ 269,8 Ω

Question 3). Réaliser le schéma de Thévenin équivalent en indiquant Eth et Rth.

Remplacer le circuit étudié par son équivalent de Thévenin : une source idéale de tension Eth en série avec Rth. Raccorder ensuite la charge Rch aux bornes de sortie. Respecter la polarité du générateur équivalent, avec sa borne positive du côté de la borne supérieure de la charge. Les valeurs à reporter sont celles trouvées aux questions 1 et 2.

Schéma équivalent de Thévenin



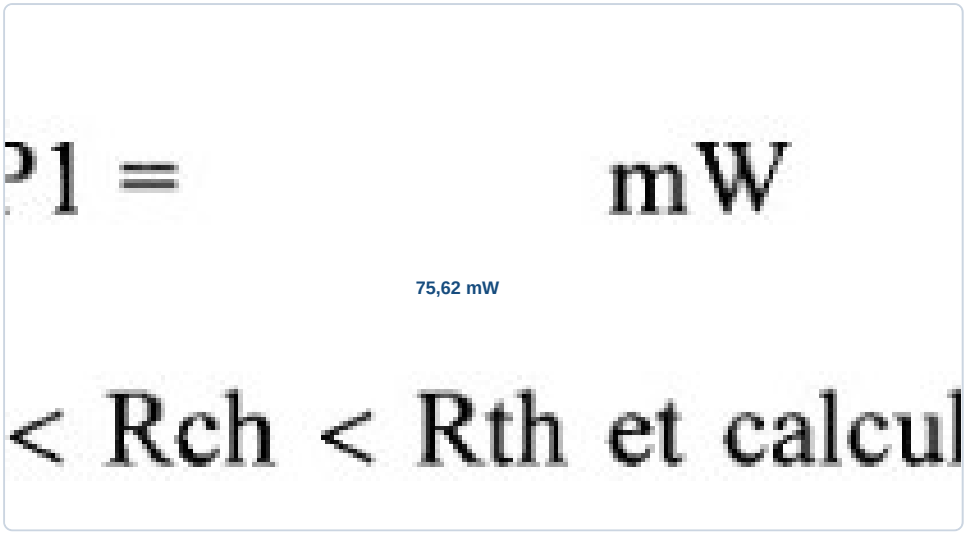
✓ RÉPONSE À RETENIR

Source Eth ≈ 9,03 V en série avec Rth ≈ 269,8 Ω, alimentant Rch.

Question 4). Modifier la valeur du potentiomètre pour adapter la charge à la résistance interne Rth, puis mesurer la puissance dissipée par la charge avec un voltmètre et un ampèremètre.

Régler le potentiomètre pour obtenir Rch = Rth ≈ 269,8 Ω. Sous adaptation, la tension aux bornes de la charge vaut Eth/2 ≈ 4,52 V et le courant vaut Eth/(2Rth) ≈ 16,74 mA. En pratique, mesurer ces deux grandeurs, puis calculer la puissance par P1 = U × I. La valeur théorique est aussi donnée par $Eth^2/(4Rth)$.

Puissance P1



✓ RÉPONSE À RETENIR

P1 ≈ 75,62 mW

Question 5). Modifier la valeur de la charge en respectant 0 Ω < Rch < Rth, puis calculer la nouvelle puissance dissipée par la charge.

Paramètre	Valeur choisie
Rch	180 Ω
Rth	269,8 Ω
Vérification	0 Ω < 180 Ω < 269,8 Ω

On choisit ici une charge de 180 Ω, réglable avec le potentiomètre de 750 Ω. Calculer avec la relation du générateur de Thévenin : P2 = Eth²Rch/(Rth + Rch)². La puissance obtenue est inférieure à celle mesurée à l'adaptation.

Puissance P2



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pour Rch = 180 Ω : P2 ≈ 72,61 mW

a) et b)

Question 6). Comparer les puissances obtenues aux questions 4 et 5, déterminer laquelle est la plus importante, puis conclure sur l'adaptation du circuit avec la charge.

La comparaison porte sur les deux puissances calculées : P1 ≈ 75,62 mW pour Rch = Rth et P2 ≈ 72,61 mW pour Rch = 180 Ω. La plus grande puissance est donc obtenue à l'adaptation. Pour un générateur de Thévenin résistif, le transfert de puissance vers la charge est maximal lorsque la résistance de charge est égale à la résistance interne.

- Puissance la plus importante : P1.
- Condition d'adaptation : Rch = Rth.

Conclusion sur l'adaptation



✓ RÉPONSE À RETENIR

P1 > P2 : puissance maximale lorsque Rch = Rth ≈ 269,8 Ω.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2006)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve pratique E2.1 de mesures du Brevet professionnel Installation en télécommunications, session 2006, dure 1 h 30. Deux mesures tirées au hasard parmi huit sont réalisées en 45 minutes chacune, pour une note totale sur 20. Les sujets présentés portent sur l'adaptation d'une liaison, la réflectométrie d'un câble et le générateur de Thévenin, mobilisant réglages, mesures et interprétation.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Pour une charge résistive, l'adaptation de puissance est obtenue lorsque Rch = Rth.
- La puissance électrique mesurée pour une charge se calcule par P = U × I.
- En réflectométrie, la distance du défaut se déduit du temps aller-retour et de la vitesse de propagation dans le câble.
- Pour un diélectrique non magnétique, la constante relative vérifie approximativement $\varepsilon r = (c/Vp)^2$.

Points de vigilance & attentes du jury

- Respecter le temps indicatif de 45 minutes pour chacune des deux mesures tirées au sort.
- Vérifier les raccordements et faire contrôler le montage par l'examinateur lorsque cela est demandé.
- Sur chaque oscillogramme, préciser les échelles, les origines et le signal représenté.
- Présenter les mesures et résultats avec les unités demandées, puis expliciter les comparaisons et conclusions.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer la puissance dissipée par la charge dans le sujet 3 ?

Mesurez la tension aux bornes de la charge et le courant qui la traverse, puis calculez P = U × I. Vérifiez les unités avant de convertir le résultat en milliwatts, unité indiquée dans le sujet.

Q : Comment le réflectomètre permet-il de localiser le défaut ?

Le réflectomètre repère une réflexion provoquée par une discontinuité sur le câble. La distance se déduit du temps de retour de cette réflexion et de la vitesse de propagation déterminée avec le câble étalon.

Q : Comment répartir le temps pendant l'épreuve ?

L'épreuve prévoit deux mesures tirées au sort, chacune traitée en 45 minutes, soit 1 h 30 au total. Organisez chaque période entre le montage, les réglages, les mesures, leur exploitation et la rédaction des réponses.

Q : Quel barème est indiqué pour les sujets présentés ?

La page de présentation indique une note sur 10 pour chaque mesure, puis un total sur 20 pour les deux mesures. Aucun détail de points par question n'est imprimé pour les sujets présentés.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpelectricien.fr/assets/annales/bp-electricien/U21 - Installation maintenance et sécurité/2006/BP Électricien - U21 - Installation maintenance et sécurité - Session 2006 - 5-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.