

Controle : Capteurs et Mesures en Télécommunications (L3 Telecom.)

Correction Détaillée et Bareme

Q1 : Vrai ou Faux (4 points)

1. La **Justesse** et la **Fidélité** signifient la même chose en métrologie.
Faux ✓ (0.5 point) *Justification : La justesse (accuracy) se réfère à la proximité avec la valeur vraie, tandis que la fidélité (precision) se réfère à la reproductibilité des mesures. Ce sont des concepts distincts mais complémentaires(0.5 point).*
2. Un **capteur passif** génère son propre signal de sortie électrique sans avoir besoin d'une source d'alimentation externe.
Faux ✓ (0.5 point) *Justification : C'est la définition d'un capteur actif (self-generating). Un capteur passif nécessite une source d'alimentation externe pour fonctionner et module ce signal d'excitation.*
3. La **Résolution** d'un système de mesure est le plus petit changement de la grandeur d'entrée que le système peut détecter(0.5 point).
Vrai ✓ (0.5 point) *Justification : Définition correcte. La résolution est la plus petite variation discernable que l'instrument peut afficher ou détecter(0.5 point).*
4. La **Linéarité** décrit à quel point la sortie d'un capteur suit une relation linéaire avec l'entrée sur toute son étendue de mesure.
Vrai ✓ (0.5 point) *Justification : La linéarité quantifie l'écart maximal entre la courbe de réponse réelle et une droite idéale(0.5 point).*

Q2 : Mots à Trouver (4 points)

"Dans le domaine des mesures en télécommunications, les capteurs agissent comme des **transducteurs** (0.5 point) qui convertissent des grandeurs physiques en signaux électriques. Ces instruments sont caractérisés par des caractéristiques **statiques** (pour les signaux variant lentement) et des caractéristiques **dynamiques** (pour les signaux variant rapidement). Un paramètre clé, la **sensibilité**, définit le changement de sortie par unité de changement d'entrée. Pour garantir des mesures fiables, un **étalonnage** régulier est essentiel, maintenant une chaîne de **traçabilité** vers les étalons internationaux. Certains systèmes modernes utilisent également des capteurs **logiciel** qui infèrent des mesures par des algorithmes plutôt que par transduction physique directe."

Q3 : Compléter les Phrases (4 points)

1. L'**Hystérésis** dans un capteur fait référence à...
la différence dans la valeur de sortie pour la même valeur d'entrée, selon que cette valeur est atteinte en augmentant ou en diminuant l'entrée.
2. La principale différence entre un **analyseur de spectre** et un **oscilloscope** est que...
l'analyseur de spectre affiche l'amplitude en fonction de la fréquence (domaine fréquentiel), tandis que l'oscilloscope affiche la tension en fonction du temps (domaine temporel).

3. **Le Réflectométrie Optique dans le Domaine Temporel (OTDR)** est utilisé en télécommunications pour...
localiser des défauts, mesurer les pertes et caractériser les fibres optiques en analysant la lumière rétrodiffusée et réfléchie.
4. Un **capteur logiciel** diffère d'un capteur matériel en ce que...
il ne contient pas d'élément physique de transduction ; il calcule ou infère une valeur à partir d'autres données ou mesures existantes en utilisant des algorithmes.

Q4 : Questions à Choix Multiples (4 points)

1. **Quel instrument est le plus adapté pour mesurer les composantes fréquentielles d'un signal RF complexe ?**
C) Analyseur de Spectre ✓ (0.5 point) *Justification* : L'analyseur de spectre est spécifiquement conçu pour afficher l'amplitude des signaux en fonction de la fréquence (0.5 point).
2. **Un thermocouple est classé comme quel type de capteur ?**
B) Capteur actif auto-générateur ✓ (0.5 point) *Justification* : Le thermocouple génère lui-même une tension (effet Seebeck) sans alimentation externe (0.5 point).
3. **Que signifie "MOS" dans les mesures de qualité VoIP ?**
C) Mean Opinion Score ✓ (0.5 point) *Justification* : Score d'opinion moyen, métrique standard pour évaluer la qualité perçue de la voix (0.5 point).
4. **Quelle caractéristique décrit la capacité d'un capteur à répondre à des entrées changeant rapidement ?**
C) Bande Passante ✓ (0.5 point) *Justification* : La bande passante définit la plage de fréquences que le capteur peut mesurer avec précision (0.5 point) .

Q5 : Questions à Réponse Courte (4 points)

1. Différence entre erreurs systématiques et aléatoires

Erreurs systématiques (0.5 point) :

- *Reproductibles, constantes dans des conditions identiques* ✓
- *Causées par des défauts d'étalonnage, des biais de méthode* ✓
- *Exemple en télécom : décalage constant d'un wattmètre mal étalonné* ✓

Erreurs aléatoires (0.5 point) :

- *Imprévisibles, fluctuent de manière statistique* ✓
- *Causées par le bruit, les interférences, les variations environnementales* ✓
- *Exemple en télécom : bruit thermique dans un récepteur RF* ✓

2. Deux principes de transduction et applications

1. Principe piézoélectrique (0.5 point) :

- *Conversion contrainte mécanique → charge électrique ✓*
- *Application : Microphone pour téléphonie, capteur de vibration dans les équipements ✓*

2. Principe photoélectrique (0.5 point) :

- *Conversion lumière → courant électrique (photodiode) ✓*
- *Application : Récepteur de fibre optique, mesure de puissance optique ✓*

Autres réponses acceptables : résistif (RTD pour température), capacitif (écran tactile), etc.

3. Importance de la bande passante d'un oscilloscope(1 point)

- *La bande passante détermine la fréquence maximale mesurable avec précision ✓*
- *Pour les signaux numériques, elle affecte la fidélité des fronts de montée ✓*
- *Règle empirique : Bande passante $\geq 0,35 / t_r$ (temps de montée) ✓*
- *Une bande passante insuffisante atténue les hautes fréquences, déforme le signal ✓*
- *Impact sur les mesures d'intégrité du signal, détection des réflexions ✓*

4. Avantages d'un VNA vs analyseur de spectre(1 point)

1. **Mesure de phase** : Le VNA mesure amplitude ET phase, pas seulement amplitude ✓
2. **Paramètres S** : Permet de caractériser complètement les réseaux à 2 ports (S_{11} , S_{21} , etc.) ✓
3. **Analyse de l'adaptation** : Mesure précise du ROS/TOS, de la perte de retour ✓
4. **Étalonnage avancé** : Méthodes SOLT/TRL pour éliminer les erreurs systématiques ✓
5. **Domaine temporel** : Conversion inverse de Fourier pour localiser des défauts ✓