TD n° 2 : Estimation probabiliste de fiabilité des systèmes

Master Ingénierie du Véhicule Electrique
Année 2020-2021
B. Monsuez

Manipulation des grandeurs dénotant la fiabilité d'un système

Exercice 1 : Transformation et manipulation des probabilités

Question 1 : Sachant que le Mean Time To Failure est définit comme MTTF$\equiv \int_0^\infty t\, f(t)dt$, démontrez que pour $\lim_{t\to\infty} t\, R(t) = 0$, il est possible d'avoir la formule :

$$\text{MTTF} \equiv \int_0^\infty R(t)dt$$

est vérifiée. (Pensez à faire une intégration par partie).

Question 2 : Sachant que le Mean Time To Repair est définit comme MTTR$\equiv \int_0^\infty t\, g(t)dt$, démontrez que pour $\lim_{t\to\infty} t\, \overline{G}(t) = 0$, il est possible d'avoir la formule :

$$\text{MTTR} \equiv \int_0^\infty \overline{G}(t)dt$$

Question 3 : Montrer que le niveau de disponibilité est toujours supérieur au niveau de fiabilité. Montrer que le niveau d'indisponibilité est toujours plus petit que le niveau de défaillance. Justifier de manière informelle ces résultats.

Exercice 2 : Estimation du niveau de disponibilité d'une batterie

Nous supposons que nous avons une batterie de conception modulaire dont les éléments peuvent être changés indépendamment les uns des autres. Nous supposons qu'une batterie est composée de 20 de ces éléments.

Nous supposons que ces relations ont été démontrées :

$$r(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

$$F(t) = 1 - e^{-\int_0^t r(u)du}$$

$$R(t) = e^{-\int_0^t r(u)du}$$

$$f(t) = r(t)e^{-\int_0^t r(u)du}$$

Question 1 Nous supposons que nous avons un taux de défaillance constant appelé λ, calculer le MTTF à partir de λ.

Question 2 Nous supposons avoir un taux de réparation constant que nous notons μ, calculer le MTTR à partir de μ.

Nous supposons que le MTTF d'un élément de la batterie est de deux ans. Nous supposons que le MTTR d'un élément de la batterie (temps d'intervention pour remplacer l'élément) est de 30 minutes.

- Déterminez les valeurs λ et μ.
- Déterminez le niveau de fiabilité de la batterie sur un an et sur 5 ans.
- Déterminez le niveau d'indisponibilité de la batterie sur un an et sur 5 ans.
- Déterminez le nombre d'interventions nécessaires sur la batterie pour une période de 5 ans.
- Vérifiez que le niveau d'indisponibilité est bien plus petit que le niveau de dysfonctionnement de la batterie.

Question 3 Au fonctionnement normal de la batterie, nous considérons désormais la possibilité que lorsqu'une opération d'échange se produise, la batterie puisse-t-être endommagé par un court-circuit. Dans ce cas de figure la batterie ne pourra plus être réparée. Pour simplifier, nous supposons que la probabilité de détérioration de la batterie lors de l'intervention est constante et qu'elle correspond à un taux de 1/1000.

- Construisez le diagramme de dégradation de la batterie.
- Déterminez la probabilité de destruction de la batterie sur une période de 5 ans.

Arbre de défaillance

Exercice 3** : **Réalisation d'un arbre de défaillance à partir d'une situation actuelle

Nous supposons que nous avons un système d'entrée par des feux sur une voie rapide automatisée (ie. Une fois injectée sur la voie, le véhicule est conduit automatiquement).

Nous supposons que pour une raison quelconque le feu d'accès à la voie rapide automatisée reste très longtemps au rouge (ce qui laisserait supposer un dysfonctionnement), que le trafic est excessivement dense et en conséquence, un conducteur décide d'ignorer ce feu et de s'insérer dans le trafic de la voie rapide automatisée.

Question 1 : Faite l'analyse des séquences d'évènements possibles pouvant amener :

-. Soit à une insertion réussie dans le flux des véhicules,

-. Soit à une mise en sécurité du système (le véhicule entrant et le véhicule sur la voie rapide sont stoppés à temps.

-. Soit à une collision.

Dans un premier temps, construire l'arbre d'évènement associé à cette situation. Une fois, cet arbre d'évènements construit, construisez l'arbre de défaillances associé à cette situation.