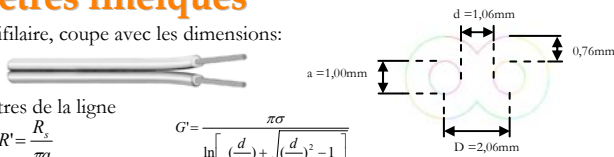


Modélisation dédiée aux problèmes de réflectométrie pour la localisation et la caractérisation de défauts de câblage.

Résumé La fiabilité des systèmes embarqués est un enjeu essentiel pour les constructeurs. Le faisceau électrique est considéré comme un élément critique de sûreté. Dans ce travail la propagation filaire est simulée à l'aide de la méthode des différences finies dans le domaine temporel (FDTD). L'algorithme génétique (AG) est utilisé pour résoudre le problème inverse, qui consiste à localiser et caractériser les défauts à partir d'un réflectogramme. Cette méthode peut aussi être exploitée pour reconstruire la topologie d'un réseau.

Paramètres linéiques

Ligne bifilaire, coupe avec les dimensions:



Paramètres de la ligne

$$R' = \frac{R_s}{\pi a}$$

$$G' = \frac{\pi \sigma}{\ln \left[\left(\frac{d}{2a} \right) + \sqrt{\left(\frac{d}{2a} \right)^2 - 1} \right]}$$

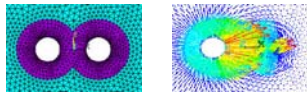
$$L' = \frac{\mu}{\pi} \ln \left[\left(\frac{d}{2a} \right) + \sqrt{\left(\frac{d}{2a} \right)^2 - 1} \right]$$

$$C' = \frac{\pi \epsilon}{\ln \left[\left(\frac{d}{2a} \right) + \sqrt{\left(\frac{d}{2a} \right)^2 - 1} \right]}$$

Calcul de l'impédance Z par la méthode des éléments finis

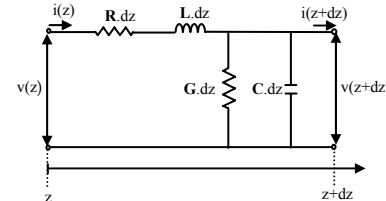
$$Z = \frac{1}{c \sqrt{C_0 C}}$$

$C_0 = 2,79 \cdot 10^{11}$ F/mètre



Modèle de Propagation

Modèle à constantes réparties d'une ligne



Les lois du circuit sont gouvernées par les équations des télégraphistes

$$-\frac{\partial v(z,t)}{\partial z} = Ri(z,t) + L \frac{\partial i(z,t)}{\partial t}$$

$$-\frac{\partial i(z,t)}{\partial z} = Gv(z,t) + C \frac{\partial v(z,t)}{\partial t}$$

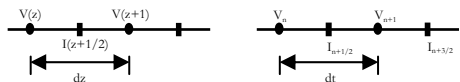
Défauts du câblage

- Défauts Francs : Court-circuit, Circuit ouvert.
- Changement d'impédance dû à : Vieillesse, usure par frottement. Dommages provoqués par l'entretien. Humidité de l'isolant,...



Modélisation

Résolution des équations de propagation par la méthode FDTD



Discretisation dans l'espace.

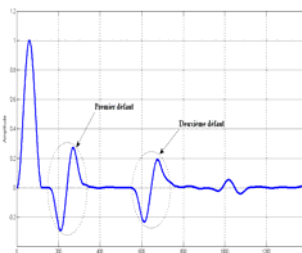
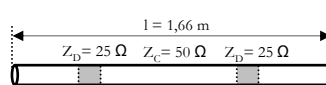
Discretisation dans le temps.

$$i^{n+1/2}(z+1/2) = -\frac{dt}{L} \frac{v^n(z+1) - v^n(z)}{dz} + i^{n-1/2}(z+1/2)$$

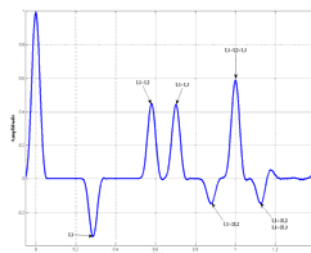
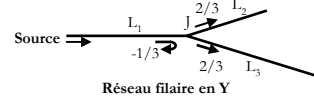
$$v^{n+1}(z) = -\frac{dt}{C} \frac{i^{n+1/2}(z+1/2) - i^{n+1/2}(z-1/2)}{dz} + v^n(z)$$

Modèle dédié à la détection de défauts du câblage dans des lignes simples et des réseaux.

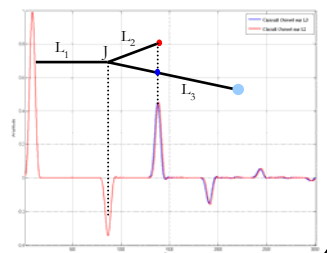
Une ligne affectée par deux défauts



Réseau chargé circuit ouvert

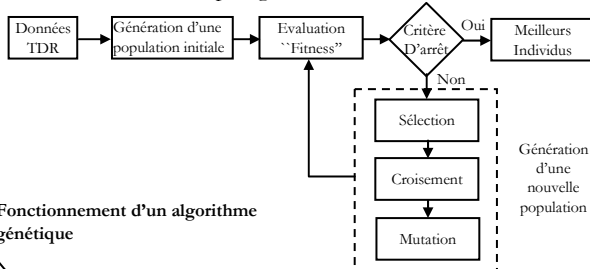


Réflectogramme du réseau en Y, deux défauts (circuit ouvert) situés à 50cm du plan d'injection sur le tronçon L₂ et sur le tronçon L₃. L₁=30cm, L₂=20cm et L₃=43cm.



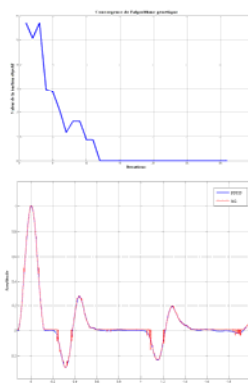
Résolution du Problème Inverse

Analyse de signaux réfléchis par le réflectogramme et résolution d'un problème inverse par l'algorithmes génétiques. Localisation, caractérisation (R,L,C et G) des défauts. Reconstruction de la topologie des réseaux.

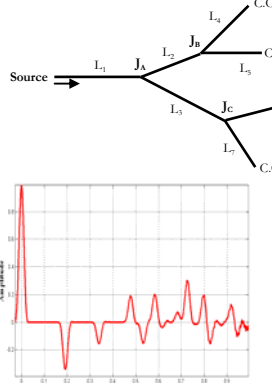


Fonctionnement d'un algorithme génétique

Caractérisation : impédance des défauts et localisation.



Reconstruction de la topologie d'un réseau filaire.



Paramètres de l'algorithme génétique :

- Taille de la population : 40
- Nombre d'itérations : 40
- Nombre de paramètres : 7 (L₁, L₂, L₃, L₄, L₅, L₆ et L₇)
- Nombre de bits : 7

Résultats :

- L₁ = 0.2032m L₄ = 0.1510m
- L₂ = 0.1335m L₅ = 0.3572m
- L₃ = 0.2671m L₆ = 0.2671m
- L₇ = 0.3920m

Réflectogramme du réseau filaire avec les longueurs L₁=20cm, L₂=15cm, L₃=25cm, L₄=15cm, L₅=35cm, L₆=27cm et L₇=40cm