

CONTEXTE

- Utilisation de dispositifs pyrotechniques dans le domaine spatial pour assurer diverses opérations (séparation d'éléments structuraux, déverrouillage de mécanismes, activation de sous-systèmes, ...)
- Génération de vibrations intenses risquant d'engendrer des dysfonctionnements électriques des équipements embarqués (changements d'état des relais, fissures des composants magnétiques, ...)



OBJECTIFS DE RECHERCHE

- Reproduire sur base de critères d'équivalence les environnements vibratoires perçus par les équipements électroniques utilisés dans le cadre d'applications spatiales
- Élaborer une méthode numérique de prédiction des niveaux de choc causés par divers moyens d'excitation
- Développer des modèles de composants électriques, tels que des relais électromagnétiques, en vue de comprendre et prédire leurs dysfonctionnements électriques lors de sollicitations vibratoires intenses

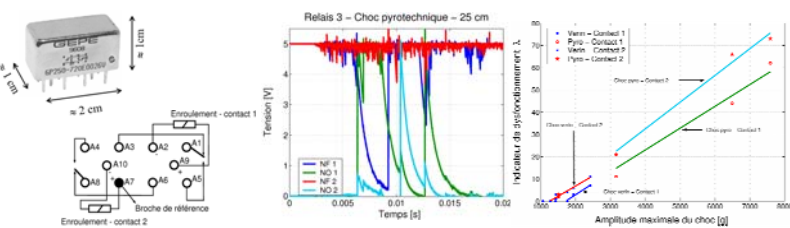
Développement de dispositifs de test – Alcatel Etca

- Les dispositifs de test sont principalement composés d'un ensemble de plaques en acier ou en aluminium suspendues verticalement ou horizontalement à une structure tubulaire à l'aide d'élingues en acier
- L'équipement à tester est vissé sur l'une des plaques du dispositif de test
- L'excitation est réalisée soit par un vérin pneumatique, soit par la détonation d'une charge explosive (12g/m pentrite)



Comportement aux chocs de relais – Application au GP250

- Relais hermétique bistable polarisé possédant deux contacteurs
- Relevé des évolutions temporelles des tensions lors du choc
- Définition d'un indicateur de dysfonctionnements électriques λ associé au nombre de micro ouvertures observées lors du choc.

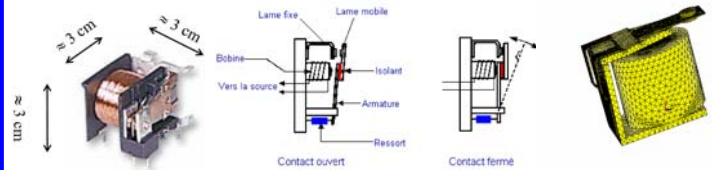


Perspectives

- Réalisation d'essais complémentaires de chocs sur le relais PED PXC-1203
- Application de la méthodologie à des relais plus compacts tels que les relais GP250
- Simulation des niveaux de choc ressentis à l'intérieur des boîtiers électroniques
- Optimisation du mode de report des composants électroniques sur les PCB (Printed Circuit Board)

Modélisation de relais – Application au PED PXC-1203

- Élaboration d'un modèle dynamique du contacteur en vue de prédire les niveaux d'accélération minimaux conduisant à des dysfonctionnements électriques du relais



Modèle de base du relais – oscillateur unidimensionnel

Équation du mouvement

$$-m(\ddot{y} + \ddot{a}) - c\dot{y} - ky + F_{c0} = 0$$

• F_{c0} : Précontrainte
• \ddot{a} : Accélération à la base du relais
• y : Déplacement relatif

Introduction de la position d'équilibre statique y_{eq} :

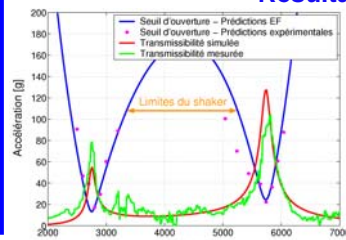
$$\ddot{Y} + 2\xi\omega_0\dot{Y} + \omega_0^2 Y = -a \text{ avec } Y = y - y_{eq}$$

Condition d'ouverture : $|Y_{max}| = |a_{min}| \Rightarrow A_{min} = \frac{F_{c0}}{m} \sqrt{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + \left(2\xi\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$

Modèle EF multi physiques du relais (Ansys)

- **Structure:** éléments volumiques « magnéto-structure » (Solid 62)
- **Air et bobine:** éléments volumiques magnétiques (Solid 97)
- **Force de Contact:** raideur unilatérale (Combin 14)

Résultats numériques



Équation du mouvement

$$[M] \{\ddot{q}\} + [C] \{\dot{q}\} + [K] \{q\} = -[M] \{\ddot{R}\} a(t)$$

Excitation harmonique

$$[-\omega^2 [M] + j\omega [C] + [K]] \{\ddot{Q}\} = -[M] \{\ddot{R}\} A$$