Fils de Bobinage

Lil BREVET

Preview

Évolution des Processus de mise en œuvre

ELECTRONIQUE AMR

FILS DE BOBINAGE

L'ÉVOLUTION DES PRODUITS

ET

DES PROCESSUS

DE MISE EN ŒUVRE

Lil BREVET

Edition Mars 2015

Indice 1.42

01250 SAINT JUST

- FRANCE -

PRÉAMBULE

Le Métier du Bobinage est un vieux métier qui ne voit pas souvent de révolution ou même d'évolution technologique.

Comme tous les métiers établis de longues dates, le Métier du Bobinage dispose d'une énorme expérience et d'un grand potentiel.

Les progrès vertigineux en Conversion d'Énergie, Onduleurs, Hacheurs, Variateurs de Vitesses, Alimentations à découpage ... font que les circuits bobinés doivent évoluer en fonction des nouveaux éléments de commutation du marché.

Ce recueil a pour but de présenter l'État de l'Art actuel et les évolutions majeures dont bénéficie la fabrication des Machines tournantes, des Transformateurs et plus généralement des Bobinages.

Ces évolutions importantes n'ont pu voir le jour que grâce à l'Électronique de Puissance et grâce aux développements des Polymères Hautes Performances.

M a r s 2 0 1 5

L i l B R E V E T

Table des matières

- 1 - GÉNÉRALITÉS 9
- Introduction 10
- Les exigences en isolation électrique 11
- Les différents vernis d'émaillage 12
- Différents produits et leurs applications 13
- Normes (Standards) 14
- La définition de besoin en fils émaillés (1) 15
- La définition de besoin en fils émaillés (2) 16
- La définition de besoin en Isolation Électrique (1) 17
- La définition de besoin en Isolation Électrique (2) 18
- La définition de besoin en Isolation Électrique (3) 19
- Les différents Polymères qui intéressent l'isolation électrique (1) 20
- Les différents Polymères qui intéressent l'isolation électrique (2) 21
- Les différents Polymères qui intéressent l'isolation électrique (3) 22
- Classes de Températures des Appareils 11
- Le vieillissement des Polymères (1) 24
- Le vieillissement des Polymères (2) 25
- Le vieillissement des Polymères (3) 26
- Cristallinité des Polymères 27
- Thermoplastiques et Thermodurcissables (2) 28
- Thermoplastiques et Thermodurcissables (1) 29
- Fabricants Européens de Fils Émaillés et de Litz 30

2 - THERMO-ADHÉRENTS 12

- Le Fil Thermo-adhérent 32
- Les principaux Avantages (1) 33
- Les principaux Avantages (2) 34
- Mise en Oeuvre 35
- Les Fondamentaux en Effet Joule 36
- Les Applications (1) 37
- Les Applications (2) 38
- Les machines 39
- Les outils de la Qualité 40
- Comparaison entre Étuvage et polymérisation par Effet Joule 41
- Comparaison entre Étuvage et polymérisation par Effet Joule 42
- Éléments de Calcul (1) 43
- Éléments de Calcul (2) 44
- Éléments de Calcul (3) 45
- Moyens d’essais (1) 46
- Moyens d’essais (2) 47
- Moyens d’essais (3) 48
- Résistance Thermique (Rth) 13
- Résistance Thermique (Rth) d'un fil émaillé 14
- mesure de la Résistance Thermique (Rth) d'un fil émaillé 51
- Résistance Thermique d'un bobinage Thermo-Adhérent 52
- Comportement Thermique d'un bobinage Thermo-Adhérent 53
- Polymérisation par Effet Joule et en Etuve des Vernis 54
- Polymérisation en Etuve des Résines et Vernis 55
- Comparaison entre Étuvage et polymérisation par Effet Joule 15

3 - BOBINAGES 13

- Le fil émaillé dans les bobinages 58
- Le Transformateur 59
- Le Transformateur 60
- Le circuit électrique du transformateur 61
- L'isolation fonctionnelle du transformateur 62
- Les fils du transformateur (1) 63
- Les fils du transformateur (2) 64
- Sections et formes des conducteurs du transformateur 65
- Le bobinage du transformateur 66
- Les contraintes du transformateur 67
- Mise en oeuvre des bobinages dans le transformateur (1) 68
- Mise en oeuvre des bobinages dans le transformateur (2) 69
- Défaillance électriques dans le transformateur (2) 70
- Choix des fils dans le transformateur (2) 71
- Les courants de Foucault dans le transformateur (1) 14
- Les courants de Foucault dans le transformateur (2) 73
- Les machines tournantes 14
- Les différentes machines tournantes (1) 75
- Les différentes machines tournantes (2) 76
- Les alternateurs (1) 77
- Les alternateurs (2) 78
- Les alternateurs (3) 79
- Les moteurs à courant continu (CC) 80
- Les moteurs à courant alternatif (AC) 81
- Les moteurs Asynchrones 82

4 - DU CUIVRE À L'ALUMINIUM 15

- Introduction à l' Aluminium 84
- Le procédé Cosdem 85
- Connexion des Fils méplats et des câbles transposés 86
- Qualité et gain de temps 87
- Historique (1) 88
- Historique (2) 89
- L'Aluminium 90
- Tableau d'équivalence Cuivre - Aluminium 91
- Connecter L'Aluminium 92
- Connecter L'Aluminium 93
- Connecter L'Aluminium 94
- Connecter L'Aluminium 95
- Connections ... 96
- Moyens d'essais 97
- Votre application ... 98

5 - FILS DE LITZ ET CONVERSION D'ÉNERGIE 16

- Introduction à la conversion d'énergie 100
- la conversion d'énergie 101
- Notions de Base en Conversion d'Énergie 17
- Les Composants (1) 18
- Les Composants (2) 104
- Applications des convertisseurs (1) 105
- Applications des convertisseurs (2) 106
- Structure de quelques Convertisseurs (1) 107
- Structure de quelques Convertisseurs (2) 108

- Un peu de Magnétisme 109
- Les Pertes dans les Transformateurs 110
- Les pertes Cuivre (1) 111
- Les pertes Cuivre (2) 112
- Calcul d'épaisseur en fonction de la Fréquence (1) 17
- Calcul d'épaisseur en fonction de la Fréquence (2) 18
- Calcul de la Résistance en HF 18
- Programme de détermination d'un câble de Litz 116
- Mesure de RAC / RDC (1) 117
- Mesure de RAC / RDC (2) 118
- Calcul du Taux de remplissage (1) 119
- Calcul du Taux de remplissage (2) 19
- Effets de Bord 121
- Programme de calcul du choix des cosses 122
- Conclusions sur les Fils de Litz (1) 20
- Conclusions sur les Fils de Litz (2) 21

6 - LA CONNECTIQUE ET LES OUTILS DE LA QUALITÉ 22

- Introduction à la connectique 126
- Les différents connecteurs (1) 127
- Les différents connecteurs (2) 128
- Puissance et Connectique (1) 129
- Puissance et Connectique (3) 130
- Les Matériaux conducteurs 131
- Les Matériaux isolants 132
- La Connexion et les Normes (1) 133
- La Connexion et les Normes (2) 134

- La Connexion et les Normes (3) 135
- La Connexion et les Normes (4) 136
- Les Essais et les Normes (1) 137
- Les Essais et les Normes (2) 138
- Les Essais mécaniques (1) 139
- Les Essais mécaniques (2) 140
- Les Coupes Micrographiques 141
- Les Essais Électriques et de Vieillissement 142
- La Connexion des Fils Émaillés (1) 143
- La Connexion des Fils Émaillés (2) 144
- La Connexion des Fils Émaillés (3) 145
- La Connexion des Fils Émaillés (4) 146

7 - LA CEM ET LA PROTECTION DES PERSONNES 23

- Introduction à la CEM 148
- Ne pas confondre CEM et NF C15-100 149
- La Protection des Personnes 150
- Les Schémas de Liaison à la Terre 151
- La Compatibilité ElectroMagnétique (1) 152
- La Compatibilité ElectroMagnétique (2) 153
- La Compatibilité ElectroMagnétique (3) 154
- La Compatibilité ElectroMagnétique (4) 155
- La Compatibilité ElectroMagnétique (5) 156
- La Compatibilité ElectroMagnétique (6) 157
- Les Règles de l'Art en CEM (1) 158
- Les Règles de l'Art en CEM (2) 159
- Les Règles de l'Art en CEM (3) 160

- Les Règles de l'Art en CEM (4) 161
- Les Risques 162
- La Boîte à Outils (1) 163
- La Boîte à Outils (2) 164
- Les Connexions Vissées (1) 165
- Les Connexions Vissées (2) 166

8 - OUTILS STATISTIQUES DE LA QUALITÉ 24

- Introduction à la Maîtrise du développement 168
- Six Sigma (6) 169
- Capabilités (1) 170
- Capabilités (2) 25
- Capabilités (3) 172
- Capabilités (3) 173
- Distribution de Weibull (1) 174
- Distribution de Weibull (2) 175
- Distribution de Weibull (3) 176
- Gestion de projet (1) 177
- Gestion de projet (2) 178
- Loi d'Arrhénius 179
- AMDEC (1) 180
- AMDEC (2) 181
- AMDEC Principe (1) 182
- AMDEC Principe (2) 183
- AMDEC Déroulement de la méthode (1) 184
- AMDEC Déroulement de la méthode (2) 26
- Guide de l' AMDEC 34

- Formulaire d' AMDEC 35
- Tableau d'évaluation d' AMDEC 36
- Programme d' AMDEC AMR 37

9 - COV - REACH ET RoHS 27

- Préambule 35
- Introduction aux C.O.V. (1) 36
- Introduction aux C.O.V. (2) 37
- Articles et Généralités 38
- Définition des termes 39
- En quoi sont concernés les fils de bobinage ? 40
- Schéma de Maîtrise des Émissions (1) 41
- Schéma de Maîtrise des Émissions (2) 42
- Introduction à REACH (1) 43
- Introduction à REACH (2) 44
- À qui s'adresse REACH ? 45
- Contexte 46
- Définition (1) 47
- Définition (2) 48
- En quoi sont concernés les Fils de Bobinage ? 49
- Confidentialité et Substituts 50
- Dates 51
- RoHS 35
- Glossaire 28
- Bibliographie 32

1 - GÉNÉRALITÉS

INTRODUCTION

Les fils émaillés de bobinage, en Cuivre mais également en Aluminium, sont isolés grâce à différents vernis d'émaillage de caractéristiques adaptées à leur usage en fonction de différentes normes CEI ou UL (NEMA), concernant principalement la Classe de Température.

En effet, la Température conditionne toutes les autres caractéristiques :

- Diélectriques
- Mécaniques
- Chimiques
- Résistances aux rayonnements ionisants
- Vieillissement

L'isolation d'un fil est déterminée suivant le besoin :

- Ses caractéristiques dimensionnelles (épaisseur de l'émail ou grade du fil)
- Ses contraintes mécaniques (Tenue de l'émail sur le conducteur, etc ...)
- La Tension de claquage et le nombre de défauts électriques
- Ses caractéristiques Thermiques (Classe de T°C, Thermoplasticité, etc ...)
- Ses caractéristiques chimiques (résistance aux solvants, huiles, réfrigérants, etc...)
- Ses éventuelles résistances aux rayonnement ionisants (Nucléaire, etc ...)

Les exigences des utilisateurs étant tellement diverses, qu'il est nécessaire d'établir des Normes ou Standards en fonction des spécifications de besoin.

L' IEC 60317 avec ses Spécifications pour Types Particuliers de Fils de Bobinage permet d'établir une classification en fonction de la très grande diversité des produits.

CLASSES DE TEMPÉRATURES DES APPAREILS

Il ne faut pas confondre :

- la Classe de Température d'un appareil (Moteur) suivant la directive **ATEX**

	CLASSE DE TEMPÉRATURE SUIVANT EN 50014					
CLASSE DE TEMPÉRATURE	T1	T2	T3	T4	T5	T6
TEMPÉRATURE DE SURFACE	450°C	300°C	200°C	135°C	100°C	85°C

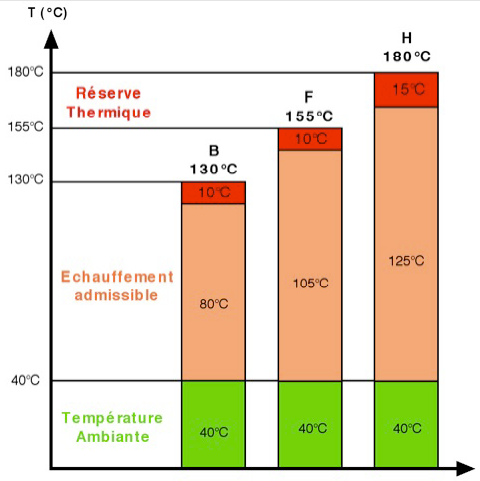
(**AT**mosphère **EX**plosive) avec les normes CEI 79-10, EN 50014, 50015, 50017, 50018, 50019, 50020, 50021, 50281-1-1 et 2, etc ...

et,

- la Classe de Température des Isolants Électriques, qui est la Température calculée par extrapolation après un vieillissement accéléré thermiquement, telle que les propriétés restent au moins égales à 50% de leurs valeurs originales après un vieillissement de 20 000 h (loi d'Arrhénius).

Classe de température des isolants

A	105 °C
B	130 °C
F	155 °C
H	180 °C
N	200 °C
R	220 °C
S	240 °C
C	> 240 °C



Température de FONCTIONNEMENT de quelques isolants

Polyéthylène	90 °C
Polyuréthane	90 °C
Polyamide	100 °C
Papier Imprégné	120 °C
Polycarbonate	130 °C
Mylar	150 °C
Nylon	150 °C
Silicone	250 °C
Teflon	260 °C
Verre	600 °C
Mica	750 °C
Porcelaine	1300 °C

La durée de vie d'un appareil électrique est limitée par la température à laquelle sont soumis les isolants.

Plus la température est élevée, plus la durée de vie est réduite.
La durée de vie d'un appareil diminue de moitié à chaque élévation de température de 10 °C.

Un moteur qui possède une durée de vie de 8 ans à 105 °C aura une durée de vie de 4 ans à 115 °C, de 2 ans à 125 °C et de 1 an à 135 °C

2 - THERMO-ADHÉRENTS

3 - BOBINAGES

LES MACHINES TOURNANTES

INTRODUCTION AUX MACHINES TOURNANTES

Les règles du Magnétisme étant identiques, il y a de nombreuses similitudes entre les Transformateurs et les Machines Tournantes quant à l'emploi des matériaux (Cuivre, Aluminium, Tôles acier, Isolants, etc ...).

Les exigences diffèrent cependant en température et en techniques de bobinage.

Le bobinage moteur fait souvent appel à la technique de Bobinage-Insertion en automatique ou à la technique de bobinage sur pôles.

L'agglomération des fils est également différente car les contraintes mécaniques, notamment sur les rotors bobinés peuvent être très élevées.

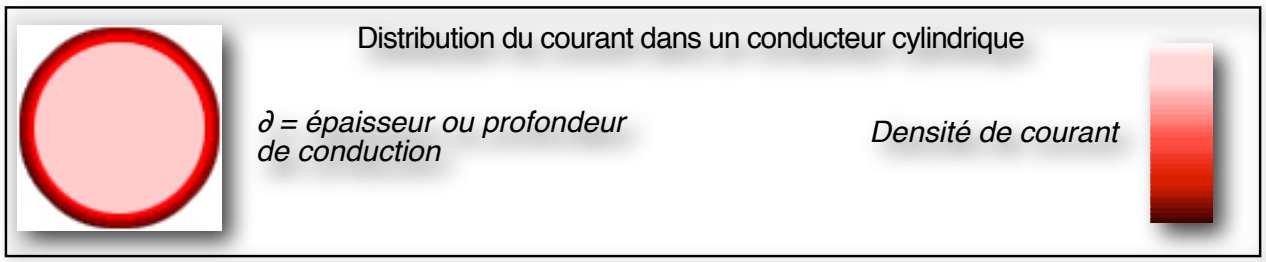
La Classe de Température d'un moteur est de plus en plus élevée et les isolants doivent pouvoir prétendre à la même Classe de Température.

4 - DU CUIVRE À L'ALUMINIUM

5 - FILS DE LITZ ET CONVERSION D'ÉNERGIE

CALCUL D'ÉPAISSEUR EN FONCTION DE LA FRÉQUENCE (1)

Nous allons, dans un premier temps, déterminer l'épaisseur de la pénétration du courant dans la section du conducteur en Cuivre et en Aluminium, en ne tenant pas compte du gradient de courant dans l'épaisseur comme le montre les dessins ci-dessous.



$$\delta = \sqrt{\frac{2.\rho}{\omega.\mu}} = \sqrt{\frac{2.\rho}{2\pi.F.\mu}} = \sqrt{\frac{\rho}{\pi.F.\mu}}$$

$$\delta_{Cu} = \sqrt{\frac{17{,}094.10^{-9}}{\pi.F.4\pi.10^{-7}}} = \frac{0{,}0658}{\sqrt{F}} \text{ m}$$

$$\delta_{Al} = \sqrt{\frac{28{,}000.10^{-9}}{\pi.F.4\pi.10^{-7}}} = \frac{0{,}0842}{\sqrt{F}} \text{ m}$$

$\delta =$ Épaisseur en m

$\mu =$ Perméabilité en H/m (μ_{Cu} & $\mu_{Al} = 4\pi.10^{-7} H/m$)

La perméabilité absolue des matériaux diamagnétiques (Argent, Cuivre) et paramagnétiques (Aluminium) est pratiquement égale à celle du vide, c'est-à-dire 4π.10-7 H/m.

$\rho =$ Résistivité en Ω.m ($\rho_{Cu} = 17{,}094.10^{-9}$ & $\rho_{Al} = 28{,}000.10^{-9}$)

F = Fréquence en Hz

On peut déduire que la section efficace du conducteur = $S_{Cu} = \pi.(r^2 - (r-\delta)^2)$

CALCUL DE LA RÉSISTANCE EN HF

Nous avons vu précédemment que la section utile d'un conducteur en alternatif à 20°C est :

$S_{Cu} = \pi.(r^2 - (r-\delta)^2)$ avec $\delta = {0{,}0658}/{\sqrt{F}}$ pour le Cuivre par exemple.

que la résistance $R_0 = \rho.\frac{l}{S_{Cu}}$ avec $\rho_{Cu} = 0{,}017094\Omega.mm^2/m$ et $\rho_{Cu} = 0{,}02800\Omega.mm^2/m$

et que la résistance d'un conducteur varie en fonction de la Température suivant l'équation $R = R_0.(1+\lambda.\Delta T)$ avec $\lambda_{Cu} = 0{,}00396$ et $\lambda_{Al} = 0{,}00400$

En remplaçant dans chaque équation on obtient :

$R_{AC} = \rho.\frac{l.(1+\lambda.\Delta T)}{\pi.(r^2-(r-\delta)^2)}$ pour un brin et donc pour n brins : $R_{ACT} = \rho.\frac{l.(1+\lambda.\Delta T)}{\pi.(r^2-(r-\delta)^2)}.\frac{1}{n}$

R_{AC} étant la résistance en Alternatif

$R_{DC} = \rho.\frac{l.(1+\lambda.\Delta T)}{\pi.r_a^{\,2}}$ $Num = \rho.l.(1+\lambda.\Delta T)$

R_{DC} étant la résistance en continu

On peut établir un programme de calcul qui permet d'obtenir $\frac{R_{ACT}}{R_{DC}}$ à la température de fonctionnement.

En faisant l'analyse du signal, on peut en plus de l'échauffement dû à la Fréquence fondamentale, ajouter l'échauffement dû aux harmoniques significatives en fonction de la topologie du convertisseur.

Le programme développé peut facilement calculer le Ø et le nombre de brins de la composition du câble.

Il suffit de rentrer la topologie du convertisseur, la nature du circuit magnétique et son entrefer, la fréquence fondamentale de découpage, la température de fonctionnement, la nature du conducteur (Cuivre ou Aluminium), l'intensité et la forme du courant, la tension et sa forme .

CALCUL DU TAUX DE REMPLISSAGE (2)

Exemple de calcul du taux de remplissage en fonction du Ø et du Grade du Fil

ELECTRONIQUE AMR — La Maitrise de l'Effet Joule
http://www.amr-electronique.com & http://cosdem.com/Fr/Index.html
ZI Les Fougères
45, Allée du Petit Plan
01250 Saint Just - France
+33(0)4 74 23 23 06

Nbre moyen de spires par 100 mm

Taux de remplissage

V 5 .06

FILS CUIVRE STANDARDS													FILS CUIVRE THERMO-ADHERENTS					
Ø (mm)	Section mm²	Masse g/m	Grade 1 D		maxi	Grade 2 D		maxi	Grade 3 D		maxi	Grade 1B D		maxi	Grade 2B D		maxi
0,010	0,0000785	0,0007	7 286 sp	0,014	0,46	6 313 sp	0,016	0,35	5 526 sp	0,019	0,25	6 563 sp	0,016	0,35	5 778 sp	0,018	0,28
0,012	0,0001150	0,0010	6 375 sp	0,016	0,52	5 611 sp	0,018	0,41	5 000 sp	0,021	0,30	5 833 sp	0,018	0,41	4 952 sp	0,021	0,30
0,014	0,0001539	0,0014	5 667 sp	0,018	0,55	5 050 sp	0,02	0,44	4 565 sp	0,023	0,34	5 250 sp	0,02	0,44	4 522 sp	0,023	0,34
0,016	0,0002011	0,0018	5 100 sp	0,02	0,58	4 591 sp	0,022	0,48	4 200 sp	0,025	0,37	4 773 sp	0,022	0,48	4 160 sp	0,025	0,37
0,018	0,0002545	0,0023	4 636 sp	0,022	0,61	4 208 sp	0,024	0,51	3 889 sp	0,027	0,40	4 375 sp	0,024	0,51	3 852 sp	0,027	0,40
0,019	0,0002835	0,0025	4 435 sp	0,023	0,62	3 885 sp	0,026	0,48	3 621 sp	0,029	0,39	4 200 sp	0,025	0,52	3 714 sp	0,028	0,42
0,020	0,0003142	0,0028	4 255 sp	0,024	0,63	3 846 sp	0,027	0,50	3 500 sp	0,030	0,40	4 000 sp	0,026	0,54	3 571 sp	0,029	0,43
0,021	0,0003464	0,0031	3 923 sp	0,026	0,59	3 607 sp	0,028	0,51	3 387 sp	0,031	0,42	3 621 sp	0,029	0,48	3 355 sp	0,031	0,42
0,022	0,0003801	0,0034	3 778 sp	0,027	0,60	3 367 sp	0,03	0,49	3 182 sp	0,033	0,40	3 500 sp	0,03	0,49	3 152 sp	0,033	0,40
0,023	0,0004155	0,0037	3 643 sp	0,028	0,61	3 258 sp	0,031	0,50	3 000 sp	0,035	0,39	3 387 sp	0,031	0,50	3 059 sp	0,034	0,42
0,024	0,0004524	0,0040	3 517 sp	0,029	0,62	3 156 sp	0,032	0,51	2 917 sp	0,036	0,40	3 281 sp	0,032	0,51	2 971 sp	0,035	0,43
0,025	0,0004909	0,0044	3 389 sp	0,031	0,59	3 076 sp	0,034	0,49	2 763 sp	0,038	0,39	3 278 sp	0,034	0,49	2 898 sp	0,037	0,41
0,027	0,0005726	0,0051	3 091 sp	0,033	0,61	2 806 sp	0,036	0,51	2 561 sp	0,041	0,39	2 838 sp	0,037	0,48	2 600 sp	0,04	0,41
0,028	0,0006158	0,0055	3 000 sp	0,034	0,62	2 658 sp	0,038	0,49	2 442 sp	0,043	0,38	2 763 sp	0,038	0,49	2 476 sp	0,042	0,40
0,030	0,0007069	0,0063	2 757 sp	0,037	0,60	2 463 sp	0,041	0,49	2 283 sp	0,046	0,39	2 500 sp	0,042	0,46	2 261 sp	0,046	0,39
0,032	0,0008042	0,0071	2 702 sp	0,039	0,61	2 439 sp	0,043	0,50	2 188 sp	0,048	0,40	2 564 sp	0,044	0,48	2 298 sp	0,048	0,40
0,034	0,0009079	0,0081	2 488 sp	0,041	0,62	2 196 sp	0,046	0,50	2 059 sp	0,051	0,40	2 234 sp	0,047	0,47	2 000 sp	0,052	0,39
0,036	0,0010179	0,0090	2 318 sp	0,044	0,61	2 061 sp	0,049	0,49	1 944 sp	0,054	0,40	2 100 sp	0,050	0,47	1 891 sp	0,055	0,39
0,038	0,0011341	0,0101	2 217 sp	0,046	0,62	1 980 sp	0,051	0,50	1 875 sp	0,056	0,42	2 019 sp	0,052	0,48	1 825 sp	0,057	0,40
0,040	0,0012566	0,0112	2 127 sp	0,049	0,60	1 941 sp	0,054	0,50	1 780 sp	0,059	0,42	2 020 sp	0,055	0,48	1 834 sp	0,060	0,40
0,043	0,0014522	0,0129	1 962 sp	0,052	0,62	1 741 sp	0,058	0,50	1 667 sp	0,063	0,42	1 780 sp	0,059	0,48	1 600 sp	0,065	0,40
0,045	0,0015904	0,0141	1 855 sp	0,055	0,61	1 656 sp	0,061	0,49	1 591 sp	0,066	0,42	1 694 sp	0,062	0,48	1 529 sp	0,068	0,40
0,048	0,0018096	0,0161	1 729 sp	0,059	0,60	1 554 sp	0,065	0,49	1 500 sp	0,070	0,43	1 567 sp	0,067	0,47	1 425 sp	0,073	0,39
0,050	0,0019635	0,0175	1 694 sp	0,060	0,63	1 538 sp	0,066	0,52	1 458 sp	0,072	0,44	1 587 sp	0,068	0,49	1 449 sp	0,074	0,41
0,053	0,0022062	0,0196	1 613 sp	0,064	0,62	1 468 sp	0,070	0,52	1 382 sp	0,076	0,44	1 514 sp	0,072	0,49	1 384 sp	0,078	0,42
0,056	0,0024630	0,0219	1 531 sp	0,067	0,63	1 397 sp	0,074	0,52	1 313 sp	0,080	0,44	1 442 sp	0,075	0,51	1 320 sp	0,082	0,42
0,060	0,0028274	0,0251	1 423 sp	0,072	0,63	1 304 sp	0,079	0,52	1 235 sp	0,085	0,45	1 345 sp	0,081	0,50	1 233 sp	0,088	0,42
0,063	0,0031172	0,0277	1 342 sp	0,076	0,62	1 234 sp	0,083	0,52	1 180 sp	0,089	0,45	1 273 sp	0,085	0,50	1 169 sp	0,092	0,43
0,067	0,0035257	0,0313	1 266 sp	0,080	0,64	1 169 sp	0,088	0,53	1 129 sp	0,093	0,47	1 201 sp	0,090	0,50	1 110 sp	0,098	0,42
0,070	0,0038485	0,0342	1 209 sp	0,083	0,65	1 120 sp	0,090	0,55	1 094 sp	0,096	0,48	1 147 sp	0,093	0,51	1 066 sp	0,100	0,44
0,071	0,0039592	0,0352	1 190 sp	0,084	0,65	1 104 sp	0,091	0,55	1 082 sp	0,097	0,49	1 129 sp	0,094	0,52	1 052 sp	0,101	0,45
0,075	0,0044179	0,0393	1 133 sp	0,089	0,64	1 053 sp	0,095	0,57	1 029 sp	0,102	0,49	1 078 sp	0,100	0,51	1 006 sp	0,106	0,45
0,080	0,0050265	0,0447	1 063 sp	0,094	0,66	990 sp	0,101	0,57	972 sp	0,108	0,50	1 015 sp	0,105	0,53	948 sp	0,112	0,46
0,085	0,0056745	0,0504	1 005 sp	0,100	0,66	939 sp	0,107	0,57	921 sp	0,114	0,50	962 sp	0,112	0,52	899 sp	0,119	0,46
0,090	0,0063617	0,0566	948 sp	0,105	0,67	889 sp	0,113	0,58	875 sp	0,120	0,51	909 sp	0,117	0,54	851 sp	0,125	0,47
0,095	0,0070882	0,0630	903 sp	0,111	0,66	847 sp	0,119	0,58	833 sp	0,126	0,52	864 sp	0,123	0,54	810 sp	0,131	0,48
0,100	0,0078540	0,0698	858 sp	0,117	0,66	806 sp	0,125	0,58	795 sp	0,132	0,52	820 sp	0,129	0,54	769 sp	0,137	0,48
0,106	0,0088247	0,0785	820 sp	0,123	0,67	769 sp	0,132	0,58	750 sp	0,140	0,52	777 sp	0,136	0,55	727 sp	0,145	0,48
0,110	0,0095033	0,0845	788 sp	0,128	0,67	743 sp	0,137	0,58	724 sp	0,145	0,52	751 sp	0,141	0,55	705 sp	0,150	0,49
0,112	0,0098520	0,0876	772 sp	0,130	0,67	730 sp	0,139	0,59	714 sp	0,147	0,53	738 sp	0,143	0,56	694 sp	0,152	0,49
0,118	0,0109359	0,0972	735 sp	0,136	0,68	694 sp	0,145	0,60	682 sp	0,154	0,53	704 sp	0,150	0,56	660 sp	0,159	0,50
0,120	0,0113097	0,1005	724 sp	0,138	0,69	684 sp	0,148	0,60	669 sp	0,157	0,53	692 sp	0,153	0,56	650 sp	0,163	0,49
0,125	0,0122718	0,1091	697 sp	0,144	0,68	658 sp	0,154	0,60	644 sp	0,163	0,53	664 sp	0,158	0,57	627 sp	0,168	0,50
0,130	0,0132732	0,1118	669 sp	0,150	0,68	634 sp	0,160	0,60	621 sp	0,169	0,54	640 sp	0,165	0,56	611 sp	0,175	0,50
0,132	0,0136848	0,1217	658 sp	0,152	0,68	625 sp	0,162	0,60	614 sp	0,171	0,54	631 sp	0,167	0,57	596 sp	0,177	0,50
0,140	0,0153938	0,1369	623 sp	0,160	0,69	590 sp	0,171	0,61	580 sp	0,181	0,54	597 sp	0,175	0,58	565 sp	0,186	0,51
0,150	0,0176715	0,1571	583 sp	0,171	0,70	554 sp	0,182	0,62	544 sp	0,193	0,55	558 sp	0,186	0,59	530 sp	0,197	0,53
0,160	0,0201062	0,1787	549 sp	0,182	0,70	519 sp	0,199	0,59	512 sp	0,205	0,55	526 sp	0,197	0,60	499 sp	0,209	0,53
0,170	0,0226980	0,2018	518 sp	0,194	0,70	491 sp	0,205	0,62	484 sp	0,217	0,56	497 sp	0,210	0,59	472 sp	0,221	0,54
0,315	0,0779311	0,6928	289 sp	0,349	0,74	276 sp	0,367	0,67	264 sp	0,384	0,61	279 sp	0,369	0,66	268 sp	0,387	0,60
0,335	0,0881413	0,7836	272 sp	0,372	0,74	261 sp	0,391	0,67	249 sp	0,408	0,61	264 sp	0,393	0,66	253 sp	0,412	0,60
0,355	0,0989798	0,8799	258 sp	0,392	0,74	247 sp	0,411	0,68	237 sp	0,428	0,62	249 sp	0,413	0,67	240 sp	0,432	0,61
0,375	0,110447	0,9819	245 sp	0,414	0,74	235 sp	0,434	0,68	224 sp	0,453	0,62	237 sp	0,436	0,67	228 sp	0,456	0,61
0,400	0,125664	1,1172	229 sp	0,439	0,75	221 sp	0,459	0,69	211 sp	0,478	0,64	223 sp	0,461	0,68	215 sp	0,481	0,63
0,425	0,141863	1,2612	216 sp	0,466	0,75	209 sp	0,488	0,69	198 sp	0,508	0,63	210 sp	0,489	0,69	203 sp	0,511	0,63
0,450	0,159043	1,4139	205 sp	0,491	0,76	198 sp	0,513	0,70	189 sp	0,533	0,65	199 sp	0,514	0,70	193 sp	0,536	0,64
0,475	0,177205	1,5754	194 sp	0,519	0,76	188 sp	0,541	0,70	179 sp	0,562	0,65	189 sp	0,543	0,69	184 sp	0,565	0,64
0,500	0,196350	1,7460	185 sp	0,544	0,77	179 sp	0,566	0,71	172 sp	0,587	0,66	180 sp	0,568	0,70	175 sp	0,590	0,65
0,530	0,220618	1,9610	175 sp	0,058	0,77	170 sp	0,600	0,71	162 sp	0,623	0,66	170 sp	0,600	0,71	166 sp	0,624	0,65
0,560	0,246301	2,1900	166 sp	0,606	0,77	161 sp	0,630	0,72	155 sp	0,653	0,67	162 sp	0,630	0,72	158 sp	0,654	0,66
0,600	0,282743	2,5140	155 sp	0,649	0,78	151 sp	0,674	0,72	145 sp	0,698	0,67	152 sp	0,674	0,72	148 sp	0,699	0,67
0,630	0,311725	2,7710	148 sp	0,679	0,78	144 sp	0,704	0,73	139 sp	0,728	0,68	145 sp	0,704	0,73	141 sp	0,729	0,68
0,670	0,352565	3,1340	140 sp	0,722	0,78	136 sp	0,749	0,73	131 sp	0,774	0,68	137 sp	0,748	0,73	133 sp	0,775	0,68
0,710	0,395919	3,5200	132 sp	0,762	0,79	128 sp	0,789	0,73	124 sp	0,814	0,69	129 sp	0,788	0,74	126 sp	0,815	0,69
0,750	0,441786	3,9270	125 sp	0,805	0,79	122 sp	0,834	0,73	117 sp	0,861	0,69	122 sp	0,832	0,74	119 sp	0,861	0,69
0,800	0,50265	4,4690	117 sp	0,855	0,79	115 sp	0,884	0,74	110 sp	0,911	0,70	115 sp	0,882	0,75	113 sp	0,911	0,70
0,850	0,56745	5,0450	111 sp	0,909	0,79	108 sp	0,939	0,74	104 sp	0,968	0,70	109 sp	0,937	0,75	106 sp	0,967	0,70
0,900	0,63617	5,6560	105 sp	0,959	0,80	102 sp	0,989	0,75	99 sp	1,018	0,71	103 sp	0,987	0,75	101 sp	1,017	0,71
0,950	0,70882	6,3010	99 sp	1,012	0,80	97 sp	1,044	0,75	94 sp	1,074	0,71	98 sp	1,041	0,76	96 sp	1,073	0,71
1,000	0,78540	6,9820	95 sp	1,062	0,80	92 sp	1,094	0,76	89 sp	1,124	0,72	93 sp	1,091	0,76	91 sp	1,123	0,72
1,060	0,88247	7,8450	89 sp	1,124	0,81	88 sp	1,157	0,76	85 sp	1,188	0,72	87 sp	1,154	0,77	85 sp	1,187	0,72
1,120	0,98520	8,7580	85 sp	1,184	0,81	83 sp	1,217	0,77	81 sp	1,248	0,73	83 sp	1,214	0,77	81 sp	1,247	0,73
1,180	1,09359	9,7220	81 sp	1,246	0,81	79 sp	1,279	0,77	77 sp	1,311	0,73	79 sp	1,276	0,78	77 sp	1,309	0,74
1,250	1,2272	10,910	76 sp	1,316	0,82	75 sp	1,349	0,78	73 sp	1,381	0,74	75 sp	1,346	0,78	73 sp	1,379	0,75
1,320	1,3685	12,170	72 sp	1,388	0,82	71 sp	1,422	0,78	69 sp	1,455	0,75	71 sp	1,419	0,78	69 sp	1,453	0,75
1,400	1,5394	13,690	68 sp	1,468	0,82	67 sp	1,502	0,79	66 sp	1,535	0,75	67 sp	1,499	0,79	66 sp	1,533	0,76
1,500	1,7671	15,710	64 sp	1,570	0,83	63 sp	1,602	0,80	61 sp	1,640	0,76	63 sp	1,602	0,80	62 sp	1,638	0,76
1,600	2,0106	17,870	60 sp	1,670	0,83	59 sp	1,706	0,80	58 sp	1,740	0,77	59 sp	1,702	0,80	58 sp	1,738	0,77
1,700	2,2698	20,180	56 sp	1,772	0,83	56 sp	1,809	0,80	55 sp	1,844	0,77	56 sp	1,805	0,80	55 sp	1,842	0,77
1,800	2,5447	22,620	53 sp	1,872	0,84	53 sp	1,909	0,81	52 sp	1,944	0,78	53 sp	1,905	0,81	52 sp	1,942	0,78
1,900	2,8353	25,210	51 sp	1,974	0,84	50 sp	2,012	0,81	49 sp	2,048	0,78	50 sp	2,008	0,81	49 sp	2,046	0,78
2,000	3,1416	27,930	48 sp	2,074	0,84	48 sp	2,112	0,81	48 sp	2,148	0,79	48 sp	2,108	0,82	47 sp	2,146	0,79
2,120	3,5299	31,380	46 sp	2,196	0,85	45 sp	2,235	0,82	44 sp	2,272	0,79						
2,240	3,9408	35,030	43 sp	2,316	0,85	43 sp	2,355	0,82	41 sp	2,392	0,80						
2,360	4,3744	38,890	41 sp	2,438	0,85	40 sp	2,478	0,82	39 sp	2,516	0,80						
2,500	4,9087	43,640	39 sp	2,578	0,85	38 sp	2,618	0,83	37 sp	2,656	0,80						
2,650	5,5155	49,030	37 sp	2,730	0,85	36 sp	2,772	0,83	35 sp	2,811	0,81						
2,800	6,1575	54,740	35 sp	2,880	0,86	34 sp	2,922	0,83	33 sp	2,961	0,81						
3,000	7,0686	62,840	32 sp	3,083	0,86	32 sp	3,126	0,84	31 sp	3,166	0,81						
3,150	7,7931	69,280	30 sp	3,233	0,86	30 sp	3,276	0,84	30 sp	3,316	0,82						
3,350	8,8141	78,360	29 sp	3,435	0,86	28 sp	3,479	0,84	28 sp	3,521	0,82						
3,550	9,8980	87,990	27 sp	3,635	0,86	27 sp	3,679	0,84	26 sp	3,721	0,83						
3,750	11,0447	98,190	26 sp	3,838	0,87	25 sp	3,883	0,85	25 sp	3,926	0,83						
4,000	12,5664	111,700	24 sp	4,088	0,87	24 sp	4,133	0,85	23 sp	4,176	0,83						
4,250	14,1863	126,100	23 sp	4,341	0,87	22 sp	4,387	0,85	22 sp	4,431	0,83						
4,500	15,9043	141,400	21 sp	4,591	0,87	21 sp	4,637	0,85	21 sp	4,681	0,84						
4,750	17,7205	157,500	20 sp	4,843	0,87	20 sp	4,891	0,86	20 sp	4,936	0,84						
5,000	19,6350	174,600	19 sp	5,093	0,87	19 sp	5,141	0,86	19 sp	5,186	0,84						

CONCLUSIONS SUR LES FILS DE LITZ (1)

En Conversion d' Énergie, l'Électronique de Puissance limitait, il y a encore quelques années, la puissance des appareils.

Ce sont actuellement les bobinages et circuits magnétiques qui nécessitent le plus de travail en recherches et développements.

Les pourcentages de pertes se promènent en troupeaux, et il faut éviter de les laisser se reproduire ...

Les températures de fonctionnement et les tensions augmentent, ce qui nécessite de nouveaux polymères en isolation des fils.

La possibilité de pouvoir travailler en Fréquences élevées en Courants Forts et Tensions Élevées nécessite de revoir complètement les Outils de Calcul et de Production afin d'adapter les nouveaux produits industriels qui arriveront sur le marché.

• La réduction des circuits magnétiques traditionnels, implique une réduction des circuits électriques avec une économie importante des matières premières (Cu ou Al), mais nécessite une valeur ajoutée de transformation plus importante.

CONCLUSIONS SUR LES FILS DE LITZ (2)

• Les Fils de Litz en Aluminium Thermo-adhérents permettent de faire des pas supplémentaires vers la mise en place de “briques technologiques” dans le domaine du Bobinage :

• Les Fils de Litz permettent l’accès aux hautes Fréquences.

• La Technologie Thermo-Adhérentes par Effet Joule permet la réalisation de bobinages aux formes complexes et plus performantes (meilleure tenue aux Courts-Circuits).

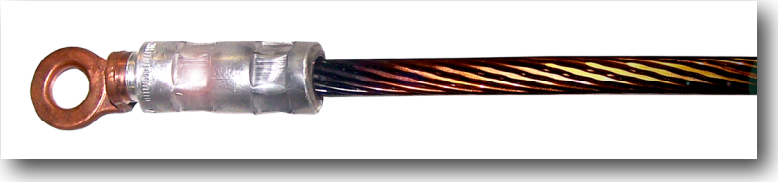
•L’Aluminium présente d’importants avantages en prix.

Nous avons vu précédemment (page 20) que la pénétration en HF est plus importante en Aluminium qu’en Cuivre.

Si on raisonne avec un monoconducteur à chute de tension équivalente, un circuit en Aluminium est 2,02 plus léger et 2,3 fois plus léger à élévation de Température identique par rapport à un circuit Cuivre.

Mais, si l’on intègre les pertes par Effet de Peau, un circuit Aluminium peut être 3,5 fois plus léger que le circuit Cuivre équivalent.

Les fils de Litz sont amenés à un développement important avec une demande qui ne cessera de croître en fonction de l’augmentation en fréquence des systèmes de puissance et de la possibilité de connexion de ces fils avec le procédé COSDEM.



6 - LA CONNECTIQUE ET LES OUTILS DE LA QUALITÉ

7 - LA CEM ET LA PROTECTION DES PERSONNES

8 - OUTILS STATISTIQUES DE LA QUALITÉ

CAPABILITÉS (2)

La capabilité est l'aptitude d'un processus à être à l'intérieur des limites de tolérance préalablement fixées.

Un processus pour lequel aucune valeur mesurée ne se trouve en dehors des limites de contrôle et pour lequel on peut pré calculer mathématiquement les résultats des futurs exploitations est dit maîtrisé.

Un tel processus est "Capable" s'il respecte les limites de tolérance préalablement fixées.

Quelques termes doivent tout d'abord êtres définis :

Cp = indice de capabilité à long terme (relatif à la largeur de tolérance)

Cm = indice de capabilité à court terme (relatif à la largeur de tolérance)

Cpk = indice de capabilité à long terme (prend en compte la situation par rapport aux limites de tolérance)

Cmk = indice de capabilité à court terme (prend en compte la situation par rapport aux limites de tolérance)

Comment le calcule-t-on ? Très simplement, la Cp & Cm ainsi que la Cpk & Cmk se calculent de la manière suivante :

$$C_{p(m)} = \frac{T_S - T_i}{6 \times \sigma} \qquad C_{pk(mk)} = \frac{\min (T_S - \sigma , \sigma - T_i)}{3 \times \sigma}$$

T_S = tolérance supérieure

T_i = tolérance inférieure

Oui mais σ, c'est quoi ? simple, c'est l' écart type !!! et... l'écart type c'est quoi ? simple, c'est la racine carrée de la variance !!!

N'ayons pas peur d'abuser, c'est quoi la variance ? c'est la moyenne des carrés des écarts par rapport à la valeur moyenne des mesures d'une population ou d'un échantillon représentatif.

Ça y est, Nous voilà devenu les roi de la statistique, mais à faire tous les jours sur des milliers de valeurs, cela doit être l'enfer ?

Oui, mais AMR a concocté une petite application qui permet d'effectuer tous ces calculs en automatique en complément du programme GESPROD.

D. Phase n° 4 : évaluation des répercussions

Il s'agit de décliner les répercussions que peut engendrer une défaillance au niveau :
- du système
- de son environnement
- des personnes utilisant le système

ainsi que les effets induits et déduits.
Il convient d'exploiter les tableaux d'AMDEC et d'analyse fonctionnelle. Cette évaluation se fait en plusieurs temps :

1/ étude des répercussions pour le système lui-même ;
2/ étude de la neutralisation des répercussions dans l'environnement du système ;
3/ étude de systèmes de substitution au système défaillant.
4/ étude des coûts de substitution.

Voici quelques exemples de répercussion :
- gravité
- occurrence
- fréquence
- effets
- causes
- criticité
- isolation des défauts
- neutralisation des effets
- compensation du défaut de participation au fonctionnement général du système

E. Phase n° 5 : recherche d' autres solutions pour réduire l'indice de priorité de risque à la valeur indiquée dans le CdCF

À l'issue de la phase précédente, l'ensemble des risques associés à un mode de défaillance est défini.

Les coûts engendrés pour la neutralisation des effets sont répertoriés.

Il convient de rechercher d'autres solutions techniques ou d'autres fonctions pour réduire à des proportions acceptables les risques encourus.

Il est courant dans ce contexte de refaire la conception de certaines parties du système pour des raisons de manque de conformité à la législation ou de non respect de contraintes techniques.

F. Phase n° 6: vérification de la conformité du nouvel indice

La phase n° 6 est identique à la phase n° 3, puisqu'elle reprend le même processus avec de nouvelles valeurs qu'il y a lieu de confirmer ou d'infirmer .

9 - COV - REACH ET ROHS

GLOSSAIRE

EXPRESSION	SIGNIFICATION
6 σ	Dispersion pour une loi normale correspondant à 6 écart-type
Allongement	Mesure de la souplesse d'un matériau
AMDEC	Outil de prévention des risques de défaillance d'un produit et/ou d'un processus
Bipolaire	Transistor avec deux jonctions PN afin de réaliser des Transistors NPN & PNP
Blindage	Enveloppe métallique destinée à isoler un dispositif d'un rayonnement, d'un champ.
Bornier	Bloc de un ou plusieurs éléments de jonction permettant la connexion de fils non préparés
Broche	Élément métallique d'un connecteur assurant le passage du courant entre deux conducteurs
Cage à ressort	Dispositif de connexion des fils par une lame élastique assurant une pression constante
Cage à vis	Dispositif de connexion des fils par une lame poussée par une vis (la pression n'est pas constante)
Capabilité	C'est la capacité d'un processus à rester dans les valeurs limites définies
Cartes de contrôle	Elle permet de définir la valeur moyenne encadrée par les limites hautes et basses
CAS	Numéro d'enregistrement unique auprès de la Banque de données Chemical Abstracts Service
CE	Commission Européenne
CEDIC	Confédération Européenne des Industries Chimiques
CEM	Compatibilité ElectroMagnétique
Champ	Espace où se manifeste un phénomène physique (électrique par ex.) en tout point.
Choc thermique	Mesure de la tenue d'émail sur cuivre en étuve
Claquage d'un Isolant	Perforation d'un isolant après dépassement de la tension
Classe de Température	Température (°C) de fonctionnement d'un isolant 20 000h avec pertes < 50%
Classe Thermique	Température (°C) d'homologation suivant en principe les normes CEI 34-18-21 ou UL
CMR	Cancérigène, Mutagène, Reprotoxique
Commutateur	Généralement un semi-conducteur capable de commuter de forts courants
Conduite	Se dit d'une Perturbation transmise par des Conducteurs
Connecteur	Généralement un dispositif permettant de relier deux ou plusieurs circuits électriques
Connecteur de Puissance	Connecteur destiné à véhiculer des courants forts (de 1A à plusieurs milliers d'ampères)
Connecteur de signal	Connecteur destiné à véhiculer des courants faibles (de quelques µA à 1A)
Connectique	Ensemble des Techniques de raccordement des circuits électriques
Cosse	Composant électrique destiné à raccorder un fil sur un autre conducteur .
Couplage	Interaction entre deux ou plusieurs circuits électriques ou électroniques.
Couple de serrage	Couple appliqué sur la vis d'un bornier par l'intermédiaire d'un tournevis dynamométrique
Couple électrolytique	Phénomène de pile entre deux conducteurs de nature différente et exposés à un électrolyte

EXPRESSION	SIGNIFICATION
COV	Composés Organiques Volatils
Cristallin	Se dit d'une structure atomique organisé en un réseau géométrique (50 à 60% optimale)
Connecteur d'instrumen-	Connecteur dont les métaux évitent l'apparition d'une tension liée au couple électrolytique
Déclaration de conformité	Rapport technique spécifiant le(s) programme(s) d'essais de mise en conformité à la Directive
Diagramme de Pareto	Diagramme montrant la répartition d'une population suivant la loi des 20/80
Diélectrique	Caractéristique d'un matériau isolant électriquement
Directive Européenne	Texte Communautaire fixant les Objectifs à atteindre par les Etats Membres (JO 31.12.2004)
Distribution	Répartition mathématique d'une population qui peut être, Normale, de Poisson, de Weibull, etc …
Droite de Henry	Droite permettant d'ajuster une distribution gaussienne
DSC (Anglais)	Differential Scanning Calometrics
DSC (Français)	Analyse thermique différentielle de deux éprouvettes pour caractériser la cuisson d'un fil
Dureté crayon	Méthode de mesure de la dureté d'émail avec le panel de dureté des crayons à papier.
EAC	Emission Annuelle Cible
EAR	Émission Annuelle de Référence
Ecart-Type	Racine carrée de la variance
Effet de Peau	Phénomène de conduction du courant en surface en fonction de la fréquence
EINECS	European Inventory of Existing Commercial Substances
ELINCS	European List of Notified Chemical Substances
Émail	Il constitue l'isolation élémentaire d'un fil unitaire par dépôt successif de couches de vernis
Emission	Production en un point donné d'une grandeur conduite ou rayonnée éventuellement perturbante
Equipotentialité	Se dit de Conducteurs ou Surfaces métalliques qui sont au même potentiel.
Extrait sec	Quantité de matière solide après évaporation des solvants
FDS	Fiche de Données de Sécurité
Fût	Partie cylindrique d'une cosse destinée à recevoir le fil ou le câble
Gaussienne (loi)	Courbe de distribution en cloche d'une population
Gradateur	Variateur de puissance à angle de phase du réseau alternatif
Grade	Caractéristique de l'épaisseur de la couche d'émail (G1, G2, G3, G4, G1B, G2B)
HPV	High Production Volume
ICCA	International Council of Chemical Associations
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor (Transistor Bipolaire à grille isolée)
Immunité	Insensibilité d'un appareil vis à vis de perturbations externes
Indice de Température	Température de vieillissement après 20 000 H avec un allongement de 50 %
IUCLID 5	C' est la base de données pour l'enregistrement des substances chimiques

EXPRESSION	SIGNIFICATION
Macromolécule	Assemblage de molécules élémentaires, elles-mêmes issues d'un assemblage atomique
Marquage CE	Marquage des appareils électrique et électroniques conformes aux normes CEM
Masse	Conducteur commun auquel sont reliés les points d'un circuit d'un même potentiel
Moindre carré	Courbe d'ajustement (ou de tendance) d'une population disparate
Monomère	Substance (généralement organique) permettant la synthèse d'un polymère
MOS	Metal Oxide Semiconductor (Métal-Oxyde Semiconducteur à grille isolée)
MSP	Maîtrise statistique des procédés ou SPC (Statistical Process Control)
Non Cristallin	Structure amorphe de la matière (exemple le verre a une structure non cristalline)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
Onduleur	Convertisseur de tension continue en tension alternative
PBT	Persistantes, Bioaccumulables ou Toxiques
Peel test	Essai permettant de caractériser la tenue d'émail sur Cuivre (ou sur Aluminium)
Perturbation	Modification de l'état d'équilibre d'une grandeur électrique par une variation externe
PGS	Plan de Gestion des Solvants
Plage	Zone plane d'une cosse destinée à établir la connexion de la cosse
Plan d'expérience	Collecte des mesures significatives d'un processus
Plan d'expérience	Collecte des mesures significatives d'un processus
Polymère	Matériau constitué de macromolécules (monomère) assemblées de façon répétitive
Polymérisation	Réaction chimique initiée sous Pression ET Température (avec ou non catalyseur)
POP	Polluants Organiques Persistants
Population	Ensemble limité de produits, composants, etc ... analysés aux fins de calculs statistiques
PWM	Pulse Width Modulation ou MLI Modulation en Largeur d'Impulsion
Rayonnée	Se dit d'une Perturbation émise par un Conducteur ou une Antenne à distance de la Victime
REACH	Enregistrement, Evaluation et Autorisation des Produits Chimiques
Régression	Calculs statistiques permettant d'établir la courbe d'évolution d'une grandeur
Resoftening Temperature	Température de début de ramollissement d'un thermo-adhérent.
Réticulation	Assemblage tridimensionnel de macromolécules
Rhéologie	C'est l'étude de la déformation et du fluage de la matière sous contraintes
Rigidité Diélectrique	C'est la valeur du champ électrique en kV/mm que peut supporter un isolant
RIP	REACH Implementation Projets
RoHS	Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances
Semi-Conducteur	Matériau isolant qui a la possibilité de devenir conducteur sous certaines conditions
Semi-Cristallin	État intermédiaire de la matière entre structure cristalline baignée par une substance NC

EXPRESSION	SIGNIFICATION
Skin Effect	Effet de Peau (Anglais)
SME	Schéma de Maîtrise des Émissions
Susceptibilité	Constante de proportionnalité entre une grandeur et le champ correspondant
Tangente ∂	Caractérise les pertes diélectrique en fonction de la température
Tension de claquage	Tension électrique maximale appliquée à un isolant avant qu'il ne devienne conducteur
Terre	Le sol qui a un potentiel arbitrairement fixé à 0V pour tout ce qui se trouve dessus
Thermo-adhérent	Caractéristique d'un émail pouvant être polymérisé par élévation de température
Thermodurcissable	Produit dont la transformation est irréversible sans rupture de la chaîne moléculaire
Thermoplasticité	(Cut Throught) Température de fluage de l'émail sous pression
Thyristor	Interrupteur statique de très grande puissance commandé uniquement à l'allumage
Thyristor GTO & IGCT	Gate Turn Off & Integrated Gate Commutated Thyristor Thyristors blocable par la gâchette
Transistor	Composant électronique destiné à commuter des courants (Bi-polaire, MOS, IGBT)
Transition Vitreuse	Changement de phase d'un matériau qui passe d'un état vitreux et dur à un état mou
Tribologie	C'est l'étude des phénomènes de contact mécaniques (principalement de frottement)
UIC	Union des Industries Chimiques
UNICE	Union des Industries de la Communauté Européenne
Variance	Moyenne des carrés des écarts par rapport à la moyenne des valeurs
Variateur	Appareil destiné à faire varier la vitesse d'un moteur
Vernis	Le terme de vernis recouvre différents produits d'isolation, d'imprégnation ou de protection
VLE	Valeurs Limites d'Émission
vPvB	Très persistantes et très Bioaccumulables

BIBLIOGRAPHIE

Aiman KERIM «Contribution à l'intégration moyenne puissance de composants magnétiques pour l'électronique de puissance»

Ait-Saadi Zohra «Vieillissement électrique du polyester-imide et du polyamide imide utilisé dans les machines électriques»

AMR Electronique «GESPROD Application» - Gestion de projet» - «AMDEC AMR Application» - Vieillissement des Isolants et loi d'Arrhénius - Fils de Litz et conversion d'énergie - Connectique et outils de la Qualité ...»

Axel RUMEAU Université de Toulouse «Effet de peau»

Benoit PETIGAS «Origin of the failure occuring in high temperature electrical machines : a route to improve the electrical behavior of enamel wires»

Bernard MULTON «Historique des machines électromagnétiques et plus particulièrement des machines à réluctance variable»

Célia NICODEAU «Modélisation du soudage en continu de composites à matrice thermoplastique»

Christophe ESPANET «Le moteur roue électrique»

CNOMO «Guide d'application des principes généraux de prévention et des normes associées»

Fabrice AYMONIMO «Etudes du comportement des systèmes d'isolation des machines tournantes à courant alternatif fonctionnant sous hautes températures (200°C-400°C)»

Flortin CIUPRINA & Petru NOINGHER Université de Bucarest « Science des matériaux de l'électrotechnique

Igor STEFANINI « Méthodologie de conception et optimisation d'actionneurs intégrés sans fer»

Isabelle GIRAUD « Elaboration d'ensimage thermoplastiques thermostables : Influence sur le comportement mécanique des composites PEEH/Fibres de carbonne»

INRS «Champs électrique, Champs magnétiques, Ondes électromagnétiques»

Jacques SAINT-MICHEL «Bobinage des machines tournantes à courant alternatif»

Jean Claude MOUCHOUX «Etude et réalisation de l'alimentation électroniqued'un moteur à réluctance variable pour véhicule électrique»

Jean-Florent LAMÈTHE «Etude de l'adhésion de composites thermoplastiques semi-cristallins; application à la mise en oeuvre par soudure»

Jean Philippe LECOINTE, Guillaume Parent, Yvonnick Le Menach, Abdelmounaïm Tounzi «Analyses numériques et expérimentales de la réduction du bruit des MRV par une nouvelle conception du circuit magnétique»

Josiane VILLOUTREIX & Jean-Dominique ACETARIN «Polyétheréthercétone (PEEK)»

Kevin GUEPRATTE « Onduleur triphasé à structure innovante pour application aéronautique»

LEROY SOMER «Moteur à courant continu - 2 à 560 kW» - «T- Moteurs à courant continu - 24 & 48 V» v- «LS - Moteurs asynchrones triphasés fermés» - «LS MV Moteurs asynchrones triphasés fermés pour variation de vitesse» - MBT B Moteurs basse tension» - «INDUSTRIE»

Marion DASRIAUX «Evolutions licrostructurales du PEEK au-dessus de sa température de transition vitreuse lors de maintiens sous pression et température»

Mélanie LE-MAGDA «Influence du vieillissement sur le comportement des matériaux et des interfaces des systèmes mécatroniques»

MICROSOFT «Utilitaire d'Analyse»

Nadia BOUAZIZ «Effet du vieillissement thermique sur la tenue diélectrique du polyester-imide utilisé dans les machines électriques»

Nadine LAHOUD « Modélisation du vieillissement des isolants organiques sous contrainte électrique- Application à la fiabilité des matériaux»

Nadjet KHELIDJ «Ageing of cable insulators made of polyethylene in Nuclear environment»

Nicoleta MEDREA and Ion Adrian VIOREL «Switched Reluctance Motors with Concentrated Stator Winding and Salient Poles of Different Shape on Rotor»

Piotr WERYNSKI «Vieillissement des diélectriques et surveillance in situ des machines électriques»

SCHNEIDER «Cahier Technique N° 83»

Sébastien DOMINGUEZ « Relation structure/propriétés de polymères et mélanges thermoplastiques thermostables- Application aéronautiques hautes températures»

GELLER «Abrégé de statistique»

Sihem MOUELLEF «Contribution à l'étude d'une machine à réluctance variable : conception, modélisation, & simulation d'une MRVDS 6-4»

Thierry LEQUEU «Calcul des inductances et des Transformateurs»

Valérie LEBRETON « Etude métallurgique et optimisation de la fabrication d'alliages à base de cuivre coulés en continu»

Vasile MIHAILA «Nouvelle conception des bobinages statoriques des machines à courant alternatif pour réduire les effets négatifs des dV/dt»

Vincent BOUCHER «Etude du vieillissement de matériaux hautes températures pour machines tournantes et définition de méthodes d'essais accélérées»

Walid BOUGHANMI «Eco-conception des motorisations électriques : application à la machine asynchrone»

WILDI & SYBILLE (Université de Laval - Québec) Électrotechnique chez «de Boeck»

Fils de Bobinage

Évolution des Processus de mise en œuvre

Lil BREVET

Ce recueil est destiné aux Professionnels du Bobinage.
Il essaye de présenter l'État de l'Art et surtout les évolutions des Produits et des Processus dans les années à venir.

Il montre quelques nouveaux Outils Industriels de production ainsi que les Outils de la Qualité nécessaires à différents secteurs d'activités.

L'approche de ces Outils est pragmatique et les quelques formules et tableaux qui illustrent ces pages, sont données afin d'indiquer au lecteur l'orientation de son développement industriel.
Ce livre essaye de démystifier quelques assertions issues de la ... force des choses ... et des ... habitudes ...

ISBN 978-2-9519035-2-4