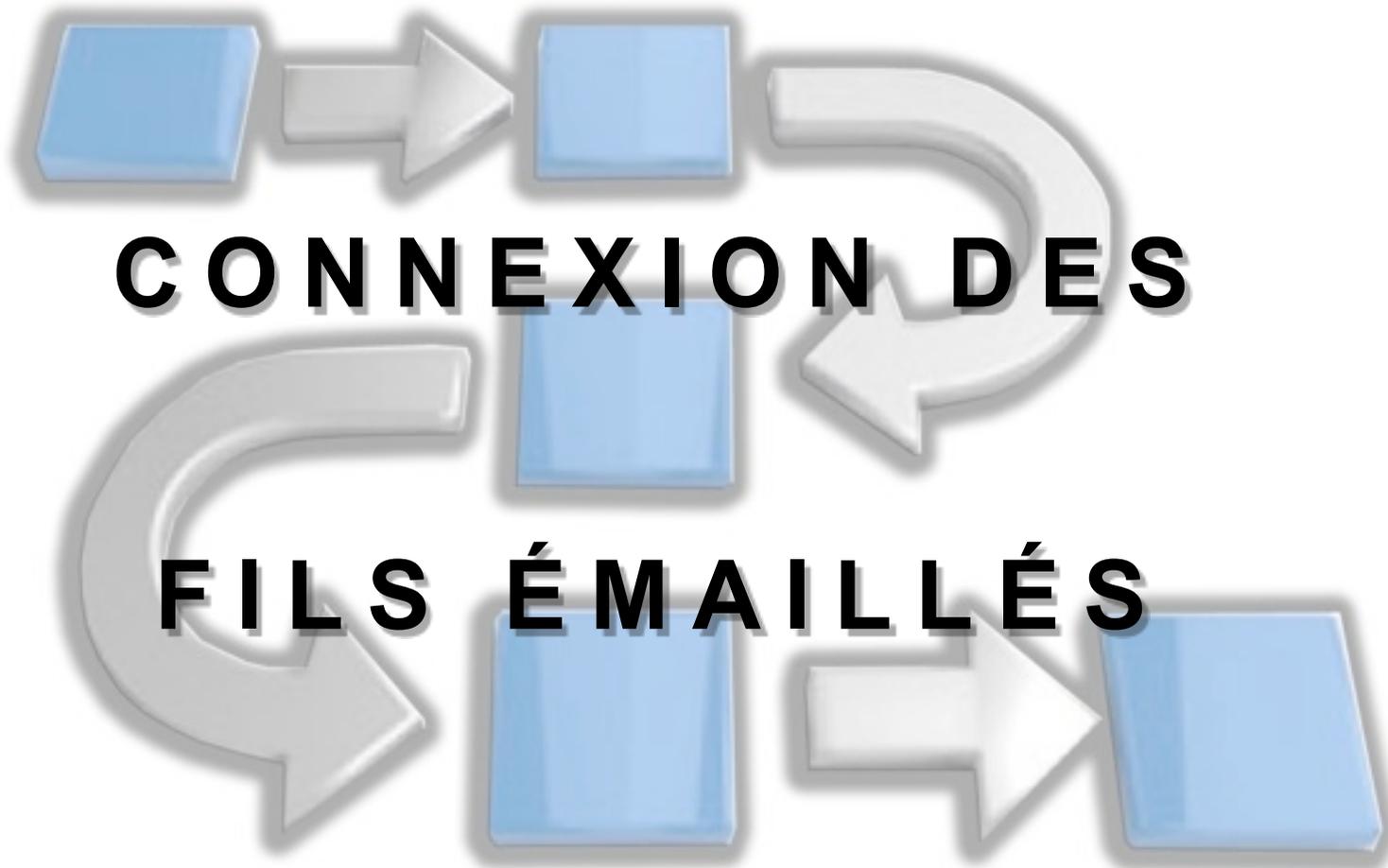




METHODOLOGIE



CONNEXION DES

FILS ÉMAILLÉS

SOMMAIRE

Détermination des contraintes	1
Système d'isolation (1)	2
Système d'isolation (2)	3
Température de fonctionnement et thermoplasticité	4
Qualification fils de bobinage	5
Qualification isolants électriques	6
Informations techniques nécessaires aux calculs des câbles de litz	7
Programme de calcul des conducteurs	8
Programme de calcul des harmoniques	9
Programme de calcul du câble de litz	10
Détermination des problèmes	11
Classes de souplesse	12
Dimension des cosses	13
Association câble et cosses	14
Programme de calcul des cosses et des mors	15
Normes de sertissage	16
Paramètres de qualification des sertissages	17
Moyens d'essais	18
Détermination des problèmes de connexions	19
Capabilité du processus	20

DÉTERMINATION DES CONTRAINTES

Secteur d'activité										
Application										
Energie	Nucléaire		Eolien		Solaire	Hydroélectrique		Energie fossile		Nouvelle technologie
Automobile	Thermique				Electrique				Hybride	
Aéronautique	Transport marchandises				Transport de personnes				Loisir	
Spatial	Satellite		Navette / Fusée		Station		Observation		Sonde	
Ferroviaire	Transport marchandises				Transport de personnes					
Maritime	Transport marchandises				Transport de personnes				Loisir et Compétition	
Médical										
Militaire	Aéronautique				Terrestre				Maritime	
Grand public	Produit blanc			Produit gris			Produit brun		Outillage électroportatif	
Définition des contraintes due à l'entreprise										
Economique	Situation financière de l'entreprise					Contexte économique				
Clients	Impositions techniques			Impositions de qualifications				Conditions de livraison et de règlement		
Fournisseur	Délais de livraison			Tarifs			Conditions de règlements			
Personnel	Nb de salariés			Niveau de qualification						
Niveau de qualification	Formation sur les moyens de développement interne					Formation sur les moyens de production interne				
Sécurité du personnel	Législation sur la sécurité du travail			Formation et habilitation				CHSCT		
Standardisation	Outillage			Produits de fabrication				Niveau de compétence		
Environnementale	Tri sélectifs			Traitement des déchets polluants				Norme ROHS		
Définition des contraintes due à l'application										
Milieu	Aire ambiant	Sous atmosphère	Vide	Eau douce	Eau saline	Eau polluée	Radioactif	Hydrocarbure		Huile
Durée de vie	1 ans	1-3 ans	1-5 ans	1-10 ans	1-15 ans	1-20 ans	1-30 ans	1-40 ans	1-50 ans	1-60 ans
Pérénnité	10 ans	20 ans	30 ans	40 ans	50 ans	60 ans	70 ans	80 ans	90 ans	100 ans
Matériaux	Cuivre	Laiton	Bronze	Argent	Or	CUBE2	Etain	Alliage d'aluminium	Nickel	Inox
Agents corrosifs	Brouillard salin	Chlorure de sodium	Acide	Base	Huile	Carburant	Liquide de refroidissement	Liquide de frein	Ozone	Autres agents corrosifs
Chocs thermiques	75°C	100° C	150° C	200° C	250° C	300 °C	350°C	400 °C	450°C	500°C
Vibrations	Fréquence				Amplitude				Axe	
Variation climatique	Température					Humidité				
Température	T°C d'utilisation		T°C min			T°C max			Variation de T°C	
Pression	Atmosphérique				Hydrostatique				Absolue	
Tension d'utilisation	à définir cas par cas									
Courant d'utilisation	à définir cas par cas									
Encombrement	à définir cas par cas									
Définition du matériel aux vues des contraintes due à l'application										
Conducteur	Matériau	Revêtement	Tension	Courant	Souplesse	Fréquence	Tenue diélectrique	Section	T°C d'utilisation	Résistance mécanique
Connecteur	Type	Matériau	Insertion	Revêtement		Système de raccordement		Section commerciale		Encombrement
Outillage de dénudage	Gamme	Section	Matière de l'isolant	Nb de couches isolantes		Adhérence sur conducteur		Hauteur de l'isolant		Longueur de dénudage
Outillage de sertissage	Gamme	Section		Type de connecteur		Matériau		Encombrement		Compatibilité des matrices
Matrice de sertissage	Gamme	Section		Type de connecteur		Matériau		Géométrie du sertissage		Compatibilité avec sertisseuse

SYSTÈME D'ISOLATION

Isolation des fils de bobinages

Norme	Conducteur	Vernis	Type de fil	Classe de température	Couche adhérente
IEC 60317-1	Cuivre	Acétal de polyvinyle	Fil rond	105	NON
IEC 60317-2	Cuivre	Polyuréthane brasable	Fil rond	130	OUI
IEC 60317-3	Cuivre	Polyester	Fil rond	155	NON
IEC 60317-4	Cuivre	Polyuréthane brasable	Fil rond	130	NON
IEC 60317-7	Cuivre	Polyimide	Fil Rond	220	NON
IEC 60317-8	Cuivre	Polyesterimide	Fil rond	180	NON
IEC 60317-11	Cuivre	Polyuréthane brasable torroné recouvert de soie	Fil Rond	130	NON
IEC 60317-12	Cuivre	Acétal de polyvinyle	Fil Rond	120	NON
IEC 60317-13	Cuivre	Polyester ou polyesterimide surcouche polyamide-imide	Fil Rond	200	NON
IEC 60317-14	Aluminium	Acétal de polyvinyle	Fil Rond	105	NON
IEC 60317-15	Aluminium	Polyesterimide	Fil Rond	180	NON
IEC 60317-16	Cuivre	Polyester	Rectangulaire	155	NON
IEC 60317-17	Cuivre	Polyvinyle	Rectangulaire	105	NON
IEC 60317-18	Cuivre	Acétal de polyvinyle	Rectangulaire	120	NON
IEC 60317-19	Cuivre	Polyuréthane brasable surcouche polyamide	Fil Rond	130	NON
IEC 60317-20	Cuivre	Polyuréthane brasable	Fil Rond	155	NON
IEC 60317-21	Cuivre	Polyuréthane brasable surcouche polyamide	Fil Rond	155	NON
IEC 60317-22	Cuivre	Polyester ou polyesterimide surcouche polyamide-imide	Fil Rond	180	NON
IEC 60317-23	Cuivre	Polyester-imide brasable	Fil Rond	180	NON
IEC 60317-24	Aluminium	Polyester ou polyesterimide surcouche polyamide	Fil rond	180	NON
IEC 60317-25	Cuivre	Polyamide-imide	Fil Rond	200	NON
IEC 60317-26	Cuivre	Polyamide-imide	Fil Rond	200	NON
IEC 60317-27	Cuivre	Ruban papier	Rectangulaire		NON
IEC 60317-28	Cuivre	Polyesterimide	Rectangulaire	180	NON
IEC 60317-29	Cuivre	Polyester ou polyesterimide surcouche polyamide-imide	Rectangulaire	200	NON
IEC 60317-30	Cuivre	Polyimide	Rectangulaire	220	NON
IEC 60317-34	Cuivre	Polyester	Fil Rond	130	NON
IEC 60317-36	Cuivre	Polyesterimide	Fil rond	180	OUI
IEC 60317-38	Cuivre	Polyester ou polyesterimide surcouche polyamide-imide	Fil Rond	200	OUI
IEC 60317-40	Cuivre	Tréssé de fibre de verre imprégnées de vernis silicone	Rectangulaire	200	NON
IEC 60317-46	Cuivre	Polyimide aromatic	Fil Rond	240	NON

Enrubannage	Diélectrique	R mécaniques	R chimique	R aux radiations	Indice de T°C	Résistance au feu	Applications
Soie	Très bon	Faible	-	-	90 °C	Mauvais	Appareillages / Transformateurs secs
Mica	Très bon	Faible	Bon	Bon	155 °C	Auto extinguable	Machines tournantes /transformateurs secs
Aramide	Bon	Elevée (Abrasion propagation de la déchirure)	Elevée (Base, Solvant,Acide)	UV	180 °C	Auto extinguable	Machines tournantes / Transformateurs / Appareillages
PI	Très bon	Elevée	Elevée	Très bon	220 °C	Auto extinguable	Machines tournantes / Transformateurs / Appareillages
Papier	Bon	Bon	Mauvais		105 - 120 °C	Mauvais	Transformateurs huiles
PEEK	Bon	Elevée à l'abrasion	Elevé aux solvant, acide, base, agents oxygénés	Elevé	240 °C	-	Machines tournantes / Transformateurs / Appareillages
PET	Très Bon	Bon	Mauvais	-	130 °C	Mauvais	Transformateurs secs Appareillages

SYSTÈME D'ISOLATION

Définition de l'isolation					
Isolation des cables (Gaines extrudées)					
Type de gaines isolantes	Norme	Tension de claquage	Tension d'utilisation	T°C Mx d'utilisation	Application
PVC	CNOMO, KY, HO 5- HO 7	2000 V	250-750 V	105 °C	Electronique, construction électrique
Elastomère de silicone	-	2000 V	300-500 V	180°C	Electroménager, moteur, application indus avec sollicitations à températures élevées
Complexe de fibre de verre siliconnée ou imprégnée	-	2000 V	300-500 V	220°C à 230°C	Eclairage urbain, appareils domestiques chauffant, application industrielles avec fortes variations de températures
PTFE extrudé ou thermosoudé	KZ, KV	3400 V	250-1000 V	260°C	Aéronautique, Spatial, Médicale
Complexe de fibre de verre siliconnée et fibre de verre imprégnée	-	2000 V	300-500 V	300°C à 350°C	Applications industrielles avec fortes sollicitations de températures
Complexe de mica, fibre de verre haute température, fibre de verre siliconnée	-	3000 V	300-500 V	400°C	Applications industrielles avec fortes sollicitations de températures

TEMPÉRATURE DE FONCTIONNEMENT ET THERMOPLASTICITÉ

Température de fonctionnement		
Classe de température des isolants		
Classe de température	Indice de t°C	thermoplasticité
A	105 °C	180 °C
B	130 °C	210 °C
F	155 °C	220 °C
H	180 °C	320 °C
N	200 °C	340 °C
R	220 °C	400 °C
S	240 °C	500 °C
C	> 240 °C	> 500 °C
La classe de température est calculée pour que les propriétés restent au moins égales à 50 % de leurs valeurs originales après un vieillissement de 20 000 heures.		
Température de fonctionnement de quelques isolants		
Isolant	Température	
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	

QUALIFICATION FILS DE BOBINAGE

Définition d'une ou de plusieurs normes références permettant de qualifier la nature de l'isolant aux vues des contraintes préalablement définies								
IEC 60851 Methode d'essai des fils de bobinage								
Dimension Part 2	Mesure des fils des section circulaire , rectangulaire et toronnés. (Voir tableau AMR Cuivre et Aluminium)							
Essai Mécanique Part 3	T6 : Allongement	T7 : Effet ressort	T8 : Souplesse et adhérence	T11 : Résistance à l'abrasion	T 18 : Essais de thermo-adhérence			
Essai Chimique Part 4	T12 : Essais au solvants	T16 : Pour les appareils réfrigérants		T17 : Essais de soudabilité		T20 : Résistance à l'huile de transformateur en présence d'eau		
Essai Electrique Part 5	T5 : Résistance électrique	T13 : Tension de claquage		T14 : Continuité de l'isolant	T19 : Facteur de dissipation diélectrique		T23 : Détection des microfissures en immersion	
Essai Thermique Part 6	T9 : Essai de choc thermique	T10 : Essai de thermoplasticité		T15 : Endurance thermique	T21 : Perte de masse		T22 : Essai de défaillance à haute température	
Paramètres de qualification								
Nature de l'essai	Objet soumis à l'essai	Principe de la méthode d'essai	Référence de la méthode d'essai	Moyen d'essai	Caractéristiques mesurées	Unité et grandeurs mesurés	Durée de l'essai	Nombre de cycles
Allongement	3 Eprouvettes de 200 à 250 mm	Traction d'une éprouvette à la vitesse de 5 mm/s	Essai 6 IEC 60851-3	Banc de traction	Allongement	% de la longueur testée	10 minutes	3
Effet ressort	1 Eprouvette	Enroulement du fil sur un mandrin (5 spires) Mesure la grandeur du retour de l'extrémité des 5 spires	Essai 7 IEC 60851-3	Appareil de la mesure de l'effet ressort	Ressort	Degré angulaire	5 minutes	1
Souplesse et adhérence Essai d'enroulement	1 Eprouvette	Enroulement du fil sur un mandrin (10 spires) Vitesse d'enroulement 1 à 3 Tr/sec Examen visuel afin de déceler d'éventuel craquelure	Essai 8 IEC 60851-3	Mandrin / Loupe	Visualisation d'éventuelles craquelures		10 minutes	1
Souplesse et adhérence Essai d'étirement	3 Eprouvettes de 200 à 250 mm	Traction d'une éprouvette à la vitesse de 5 mm/s	Essai 8 IEC 60851-3	Banc de traction	Visualisation d'éventuelles craquelures		10 minutes	3
Souplesse et adhérence Essai de traction brusque	3 Eprouvettes de 200 à 250 mm	Traction brusque d'une éprouvette	Essai 8 IEC 60851-3	Banc de traction	Visualisation d'éventuelles craquelures		10 minutes	3
Souplesse et adhérence Essai de torsion	1 éprouvette de 600 mm	1 éprouvette est raclée puis torsadé en y appliquant une charge selon son Ø.	Essai 8 IEC 60851-3	Banc de torsion	Visualisation d'un décollement d'émail		5 minutes	1
Résistance à l'abrasion	2 éprouvettes	Une charge est appliqué au dispositif d'abrasion.	Essai 11 IEC 60851-3	Appareil d'abrasion unidirectionnelle	Charge de rupture		15 minutes	2
Thermo-adhérence	5 éprouvettes/ Classe de T°C	Un bobinage d'au moins 50 spires est réalisé.	Essai 18 IEC 60851-3	Banc de traction étuvé	Mesure des points de décollement	N et °C	6 Heures	6x5 Eprouvettes
Résistance électrique	1 éprouvette	Mesure de résistance en vue de vérifier si le nb de conducteur coupé est excessif	Essai 5 IEC 60851-5	Micro-ohmètre	Résistance	Ω	5 minutes	1
Tension de claquage	5 éprouvettes	Différents essais selon Ø et T°C Une tension est appliquée sur l'isolant et augmente de 500V/ sec, juqu'au claquage de celui-ci.	Essai 13 IEC 60851-5	Générateur de tension	Tension	Volt	20 minutes	5
Dissipation diélectrique	2 éprouvettes		Essai 19 IEC 60851-5	Générateur de tension/Voltmètre	Tangente de l'angle de perte	tg delta	5 heures	2

QUALIFICATION ISOLANTS ÉLECTRIQUES

Norme et méthodes d'essai de qualification des isolant électrique						
IEC 60085	Isolation électrique -Evaluation et désignation thermique					
IEC 60216	Matériaux isolants électriques Part 1 : Méthode de vieillissement et évaluation des résultats d'essais	Part 2 : Choix de critères d'essais	Part 3 : Instruction pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique	Part 4 : Etude de vieillissement	Part 5 : Détermination de l'indice d'endurance thermique d'un matériaux	Part 6 : détermination des indices TI et RTE
IEC 61006	Matériaux isolants électriques- Méthodes d'essai pour la détermination de la température de transition vitreuse					
IEC 60626	Matériaux combinés souples destiné à l'isolement électrique Part 1: Définition et exigences générales	Part 2 : Méthode d'essai		Part 3 : Spécifications pour matériaux particuliers		
IEC 60071-1	Coordination de l'isolement Part 1 : Définitions , principes et règles	Part2 : Guide d'application		Part4 : Guide de calcul de coordination de l'isolement	Part5 : Procédure pour les stations de conversion à courant continu haute tension	
IEC 60343	Méthodes d'essais recommandées pour la détermination de la résistance relative des matériaux isolants au claquage par les décharges superficielles					
IEC 61857 IEC 61858	Système d'isolation électrique					
IEC 60270	Techniques des essais à haute tension - Mesures des décharges partielle					
IEC 60664-1	Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes à basse tension					
Moyen d'essai						
SOFILEC			AMR			
Essai	Moyen d'essai	Capacités	Essai	Moyen d'essai	Capacités	
Essai Mécanique	Appareil de mesure de l'effet ressort	-	Essai Mécanique	Appareil de mesure de l'effet ressort	-	
	Appareillage de pliage (Plats et chant)	-		Appareil de Torsion (Peel Test)	-	
	Appareil de twist	-		Appareil de mesure du glissement	-	
	Banc de traction	30000 N		1 Banc de traction étuvé	200 N	
	Banc de traction	50000 N		1 Banc de traction	5000 N	
	Rigidimètre	-		2 Microscopes	Grossissement : x10 à x470	
Essai électrique	1 enceinte diélectrique	0 à 20 KV	Essai électrique	2 Générateurs haute tension	de 1 à 6000 V	
	1 enceinte diélectrique	0 à 30 KV		Générateurs de courant DC	de 1 à 10 A	
				Générateurs de courant Ac	de 1 à 300 A	
				Micro-ohmètre	Résoution de la mesure R : 0,0001 Ω	
				Générateurs de fréquence	de 1 Hz à 1 MHz	
	Générateurs de Tension DC	Haute et basse tension		Voltmètres	Résolution de la mesure de tension cc et ca : 0,001 mV	
				Machine de polymérisation	10 mΩ à 2 Ω	
	Générateurs de Tension Ac	Haute et basse tension		Fréquencemètres	Résolution de la mesure : 0,1 Hz	
Oscilloscopes			-			
		1 Four HT	de 1 °C à 1000 °C			
		1 Étuve	de 1°C 300 °C			
		1 enceinte diélectrique	300 mm x 300 mm x 200 mm			
Essai de vieillissement	Etuve 1	0 à 150 °C	Programme de calcul	Calcul des Conducteurs cuivre et aluminium	-	
	Etuve 2	0 à 300 °C		Calcul des Harmoniques	-	
	Etuve 4 (Four Tubulaire)	0 à 900 °C		Calcul des câbles de litz	-	
	Etuve 5 (Etuve Condensation)	0 à 160 °C		Calcul des les lois d'Arrhenus	-	
	Etuve 6 (Etuve climatique)	0 à 40 °C		Calcul pression température	-	

INFORMATIONS TECHNIQUES NÉCESSAIRES POUR LA DÉFINITION DES CÂBLES DE LITZ

Données générales sur équipement		Données technique sur la conversion d'énergie		Données générales sur bobinage	
Type de machine		Topologie du convertisseur		Nature du conducteur	
Nombre de Phase si Transfo		Nature des commutateurs		Intensité dans les conducteurs	
Puissance		Type de signal (Carré, Sinusoïdale, ...)		Nombre de spires	
Courant d'entrée / Tension d'entrée		Fréquence de découpage et harmoniques concernés		Longueur des conducteurs	
Courant de sortie / Tension de sortie				Densité de courant = $f(T^{\circ}\text{C})$	

PROGRAMME DE CALCUL DES CONDUCTEURS



la Maîtrise de l'Effet Joule

ZI Les Fougères
45, Allée du Petit Plan
01250 Saint Just - France
+33(0)4 74 23 23 06

<http://www.amr-electronique.com> & <http://cosdem.com/Fr/Index.html>

Version 2. 96

Calcul des Conducteurs Cuivre et Aluminium

ρ Cuivre =	0,017094 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Masse Volumique du Cuivre	8,89 g/cm ³

ρ Aluminium =	0,028000 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
Masse Volumique Aluminium	2,70 g/cm ³

Les valeurs de calcul sont desfilées à l'appui de la souris. Cliquez sur les flèches pour les modifier.

Cuivre



Aluminium

Cuivre	Aluminium
1	
Température	20 °C
Ø du fil	0,310 mm
Nbre de fils	343
Longueur	15 000 mm
Section à obtenir	70,00 mm ²

Volume de Cuivre	388,33 cm ³
Résistance (Ω)	0,009904 Ω
Résistance (m Ω)	9,904 m Ω
Poids de Cuivre	3,452 kg
Section de 343 brins	25,89 mm ²
Ø équivalent à 343 brins	5,741 mm
Nbre de brins	927 brins

Circuit Aluminium à T°C équivalente	
Résistance (Ω)	0,011456 Ω
Ø du fil Aluminium	0,369 mm
Poids d'Aluminium	1,494 kg
Section de 343 brins	36,66 mm ²
Ø équivalent à 343 brins	6,83 mm

Circuit Aluminium à T°C équivalente	
Résistance (Ω)	0,009904 Ω
Ø du fil Aluminium	0,394 mm
Poids d'Aluminium	1,709 kg
Section de 343 brins	41,76 mm ²
Ø équivalent à 343 brins	7,29 mm

Seules les cellules en vert sont modifiables

PROGRAMME DE CALCUL DES HARMONIQUES



La Maîtrise de l'Effet Joule

ZI Les Fougères
45, Allée du Petit Plan
01250 Saint Just - France
+33(0)4 74 23 23 06

<http://www.amr-electronique.com> & <http://cosdem.com/Fr/Index.html>

Version 2. 96

Pont en H à 4 commutateurs

Fréquence	50 Hz	1/F = 20,00 ms
Temps mort =	2,00 ms	
Temps mort = T/6 : pas d'harmonique de rang 3		
Temps mort = T/10 : pas d'harmonique de rang 5		
E (Alimentation DC)	300 V	

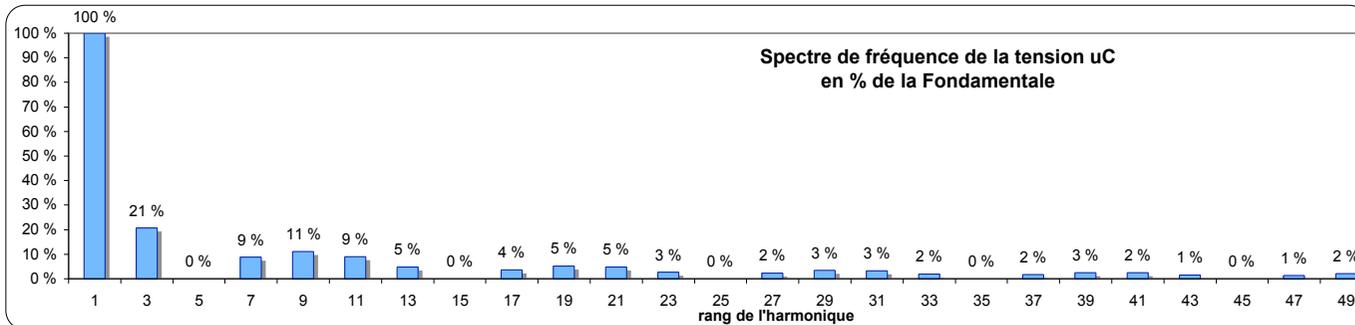
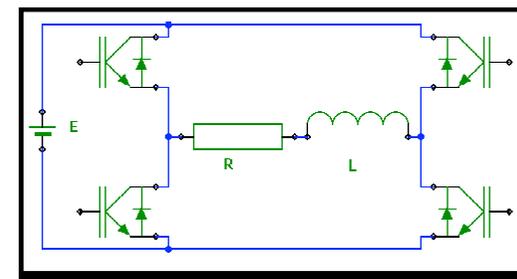
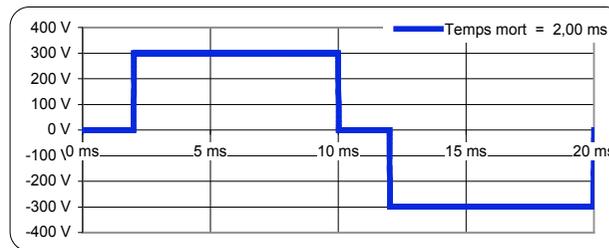
Document issu des calculs de Fabrice Sincère

Charge		
L0	0,001 H	
R	0,500 Ω	
Constante de temps L0/R	2,00 ms	

Seules les cellules en vert sont modifiables

i(t=0)	-585,07 A	
i(t=décalage)	-215,23 A	
imax	585,07 A	
imin	-585,07 A	
ondulation imax - imin	1 170,14 A	
i(t1)=0	2,61 ms	
i(t2)=0	12,61 ms	
Ic eff	438,14 A	438,14 A
Uc eff	268 V	
<iG>	319,94 A	319,94 A

P puissance active	95 982 W	95 981 W
S = Uc eff Icoff	117 564 VA	
Facteur de puissance k=P/S	0,82	



PROGRAMME DE CALCUL DU CÂBLE DE LITZ

Calcul des Câbles et Fils de Litz

Cuivre
 Half-bridge
 Transistor IGBT 2 400V

$$R_{AC} = \rho \cdot \frac{l(1 + \lambda \Delta T)}{\pi(r^2 - (r - \delta)^2)} \cdot \frac{1}{n} \quad R_{DC} = \rho \cdot \frac{l(1 + \lambda \Delta T)}{\pi r_0^2} \quad N_{lim} = \rho l(1 + \lambda \Delta T)$$

Conditions initiales à 20 °C	Masse Volumique d	Résistivité ρ	Chaleur Spécifique C	Coefficient de Température λ	Conductivité Thermique Cth	Coefficient de pénétration	
Cuivre	8,89 g/cm ³	0,017094 Ω.mm ² /m	0,093 cal/g.°C	0,00396	0,930 cal.cm/cm ² .C.s	δCu.√N =	0,0658
Aluminium	2,70 g/cm ³	0,028000 Ω.mm ² /m	0,220 cal/g.°C	0,00407	0,520 cal.cm/cm ² .C.s	δAl.√N =	0,0842

Fréquence de l'Harmonique	Rang Harmonique	Nbre de brins mini	∅ Conducteurs	Volume Cuivre	Poids Cuivre	Pertes Cuivre	Section en DC	Numérateur Cuivre
170 000 Hz	Rang 17	125	0,32 mm	100 cm ³	0,89 kg	157 W	10,00 mm ²	0,98 Ω.mm ²

Température de fonctionnement	Intensité Maxi	Fréquence de Découpage	Longueur du câble de Litz	Densité de courant	Rth du bobinage			
130 °C	50 A	10 000 Hz	10,000 m	5 A/mm ²	0,70 °C/W			

Seules les cellules en vert sont modifiables

DÉTERMINATION DES PROBLÈMES

Détermination des problèmes de qualités pouvant altérer le matériel ou le process									
Composant	Identification du problème		Cause			Conséquence			
Conducteur	Mauvaise bobinabilité		Mauvais recuit		Mauvais reconditionnement		Casse ou blocage à l'insertion		
			Mauvaise fabrication		Mauvaise définition de la classe de température	Exposition aux radiations			
Isolation	Vieillessement prématuré		Mauvaise fabrication		Mauvaise définition de la classe de température	Exposition aux radiations	Perte de rendement	Matériel endommagé	
	Mauvaise insertion		Mauvaise définition du grade			Erreur de définition de la fenêtre de bobinage		Insertion impossible	Endommagement de l'isolation
	Décèlement d'email		Mauvaise fabrication			Mauvaise définition de la classe de température		Perte de rendement	Matériel endommagé
Composition	Echauffement		Nb de brins inadaptés		Ø de brins inadapté		Perte de rendement	Matériel endommagé	
	Encombrement prohibitif		Composition inadaptée au vue de l'application				Insertion compliquée, voir impossible.		
	Sur-qualité		Composition inadaptée au vue de l'application				Coût financier trop important		
Détermination des risques liés aux problèmes identifiés préalablement									
Activité	Application	Matériel	Problème	Conséquence	Risque sur le produit fini	Risque sur le système complet			
Ferroviaire	Fret	Transformateur de traction	Vieillessement prématuré	Matériel endommagé	Court-circuit entre spires	Train arrêté et blocage des marchandises			
Energie	Hydro-électricité	Alternateur	Mauvaise insertion	Endommagement de l'isolant	Court-circuit entre spires	Production arrêté			
Médicale	Soin à la personne	Scanner	Echauffement	Rendement dégradé	Mauvaise détection	Risque pour le patient			

CLASSES DE SOUPLESSE DES CÂBLES

Classe de souplesse							
Section nominale en mm ²	Composition			Section nominale en mm ²	Composition		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		Classe 4	Classe 5	Classe 6
1,5	1 x 1,38	1 x 1,38	7 x 0,5	0,5	7 x 0,3	16 x 0,2	28 x 0,15
2,5	1 x 1,78	7 x 0,67	7 x 0,67	0,75	11 x 0,3	24 x 0,2	42 x 0,15
4	1 x 2,25	7 x 0,85		1	14 x 0,3	32 x 0,2	56 x 0,15
6	1 x 2,76	7 x 1,04		1,5	12 x 0,4	30 x 0,25	85 x 0,85
10	1 x 3,57	7 x 1,35	12 x 1,04	2,5	20 x 0,4	50 x 0,25	140 x 0,15
16	1 x 4,5	7 x 1,7	19 x 1,04	4	20 x 0,5	56 x 0,3	228 x 0,15
25	1 x 5,65	7 x 2,14	19 x 1,35	6	30 x 0,5	84 x 0,3	189 x 0,2
35	1 x 6,6	7 x 2,52	19 x 1,53	10	49 x 0,5	80 x 0,4	324 x 0,2
50	7 x 2,93	19 x 1,78	27 x 1,53	16	56 x 0,6	126 x 0,4	513 x 0,2
70	19 x 2,14	37 x 1,53		25	84 x 0,6	196 x 0,4	783 x 0,2
95	19 x 2,52	37 x 1,78		35	98 x 0,67	276 x 0,4	1107 x 0,2
120	19 x 2,85	37 x 2	61 x 1,6	50	144 x 0,67	396 x 0,4	702 x 0,3
150	19 x 3,2	37 x 2,25	61 x 1,78	70	192 x 0,67	475 x 0,4	909 x 0,3
185		37 x 2,52	91 x 1,6	95	266 x 0,67	360 x 0,5	
240		37 x 2,85	61 x 2,25	120	342 x 0,67	475 x 0,5	1702 x 0,3
300		37 x 3,2	61 x 2,52	150	266 x 0,85	608 x 0,5	2109 x 0,3
400		61 x 2,85		185	330 x 0,85	756 x 0,5	2590 x 0,3
500		61 x 3,2		240	420 x 0,85	925 x 0,5	3360 x 0,3
630		127 x 2,52		300	518 x 0,85	1221 x 0,5	4270 x 0,3
800		127 x 2,85		400	672 x 0,85	1525 x 0,5	
1000		127 x 3,2		500	854 x 0,85	1769 x 0,55	

ASSOCIATION CÂBLES ET COSSES

Correspondance Câble - Connecteur								
Classe	Sections	Normes de cosse						
1	de 1,5 à 150 mm ²							
2	de 1,5 à 1000 mm ²							
3	de 1,5 à 300 mm ²	NFC 20130	UL CSA					
4	de 1,5 à 500 mm ²	NFC-20130	UL CSA				DIN 46267	
5	de 1,5 à 500 mm ²	IEC 61238-1	DIN EN 61238-1	NFF00363	DIN 46235	DIN 46234	DIN 46267	DIN 46228/1
6	de 1,5 à 300 mm ²		DIN EN 61238-1	NFF00363		DIN VDE 57295		
<p>Les correspondances données dans le tableau ci-dessus peuvent être ajustables.</p> <p>Les compositions entre les différents fabricant de câbles sont sensiblement les mêmes, mais les assemblages peuvent être différent.</p> <p>Cela entraîne, à composition égale, des taux de foisonnement différents.</p>								
Fils émaillés	<p>La section efficace et les compositions infiniment variées imposent au constructeur une détermination précise de la cosse à mettre en oeuvre (Parmi toutes les normes en vigueur) ou la fabrication d'un connecteur aux dimensions adaptées.</p> <p>La définition de ce connecteur se fera en fonction de la capacité d'insertion du torron dans le fût.</p> <p>Les outils de sertissage (Sertisseuse et matrice) devront donc intégrer la section efficace du faisceau et le taux de compression à appliquer pour garantir un sertissage de qualité</p>							

PROGRAMME DE CALCUL DES COSSES ET DES MORS (FILS ÉMAILLÉS)



AMR *La Maîtrise 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

Version 2. 96

Diamètre d'un Fil	0,310 mm
Nombre de Fils	927
Cuivre Nu	▲▼
Tolérance dimensionnelle	2%
Ø Int. Cosse	10,0 mm
Ø Ext. Cosse	14,5 mm
S Ext. Cosse	165,1 mm ²
Rapport de sertissage	Sr/Sc = 1,12
Section Ext. sertissage	147,11 mm ²

Taux de remplissage câble	91%
Section Câble Cuivre	69,97 mm ²
Section interne mini. cosse	77,15 mm ²
Ø interne mini. Cosse	9,91 mm
Section interne corrigée	78,69 mm ²
	78,5 mm ² 78,5 mm ²

Calcul du choix des Cosses et des Mors

	2	3	4	5
Norme	NFC 20-130	NFF 00363	DIN 46235	IEC 61238-1
Scu	70,0 mm²	50,0 mm²	50,0 mm²	50,0 mm²
S Int.	95,0 mm ²	91,6 mm ²	78,5 mm ²	78,5 mm ²
Ø Ext.	15,0 mm	14,0 mm	14,5 mm	13,0 mm
Ø Int.	11,0 mm	10,8 mm	10,0 mm	10,0 mm

a Int.	5,19 mm	Rapport Ø Int. Cosse / H Int. Totale	1,11
h Int.	4,49 mm	Section Ext. sertissage	148,43 mm ²

Seules les cellules en vert sont modifiables

Il faut privilégier les mors 4.a.h lorsque le nombre de fils est inférieur à 100, et/ou, lorsque la cosse est trop grande par rapport au faisceau de fils.

15,05 mm



h1 = 6,52 mm

a1 = 7,52 mm

Mors Standards (type S = 3.a.h)

14,50 mm



h2 = 6,34 mm

a2 = 5,80 mm

Mors Larges (type S = 4.a.h)

15,12 mm



h3 = 6,55 mm

a3 = 7,56 mm

Taux de sertissage 100%

Calcul avec déformation intérieure hexagonale

Vérifier le taux de remplissage en

NORMES DE SERTISSAGE

Définition d'une ou de plusieurs normes références permettant de qualifier le matériel et le process aux vues des contraintes préalablement définies										
Contrainte	Sections	Arrachement	Endurance Vieillessement	Tenu au court circuit	Agression aux agents corrosifs	Endurance aux vibrations	Endurance aux Variations climatiques	Coupe micrographique	Frettage d'isolant	Tension de tenu
IEC 61238-1	de 6 à 400 mm ²	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	NON
NFC 20130	de 1,5 à 630 mm ²	OUI	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
NFF 00363	de 10 à 500 mm ²	OUI	OUI	NON	NON	OUI	NON	NON	OUI	OUI
IEC 60352-2	de 0,05 à 10 mm ²	OUI	OUI	NON	NON	NON	OUI	NON	OUI	OUI
NFC 63023	de 0,34 à 50 mm ²	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	OUI
IEC 60999-1	de 0,2 à 35 mm ²	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
IEC 60999-2	de 35 à 300 mm ²	OUI	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON	NON
IEC 60512		OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	OUI	OUI
RCCE E4000		OUI	NON	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI	NON
NF EN 60068-2		NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON
MIL- STD 810 E		NON	NON	NON	OUI	OUI	OUI	NON	NON	NON
EN 61210										

PARAMÈTRES DE QUALIFICATION DES SERTISSAGES

Paramètres de qualification								
Nature de l'essai	Objet soumis à l'essai	Principe de la méthode d'essai	Référence de la méthode d'essai	Moyen d'essai	Caractéristiques mesurées	Unité et grandeurs mesurés	Durée de l'essai	Nombre de cycles
Résistance à la traction	Connecteur + Câble + Connecteur	Traction d'une éprouvette sertie à chaque extrémité jusqu'à la désolidarisation du connecteur	IEC 61238-1 / NFC 20130 / NFF00363 IEC 60352-2/ NFC 63023 / IEC 60512	Banc de traction	Force	Newton	5 min/Eprouvettes	
Courant en charge cyclique	Boucle composé de plusieurs éprouvettes Serties	Injection de courant ayant pour but d'élever la température du conducteur	IEC 61238-1 / IEC 60352-2 NFC 20130 / NFF 00363	Générateur de courant	Température	120 °C	15 min / Cycle + Refroidissement	1000 / 500 25
Résistance de contact	Connecteur + Câble + Connecteur	Injection de courant étalon Mesure de tension Utilisation de loi d'ohm	IEC 61238-1 / IEC 60352-2 NFC 20130 / NFF 00363	Multimètre	Chute de tension	microVolt	1 min / Mesure	Nb de connexion x Passage de mesure
Court-circuit	Boucle composé de plusieurs éprouvettes Serties	Injection de courant instantané ayant pour but d'élever le conducteur à 250°C	IEC 61238-1	Banc de tir en court circuit	Courant	Ampères	< à 5 Secondes	6
Brouillard salin			MIL-STD 810 E / IEC 60512	Enceinte de brouillard salin	PH, Masse volumique			
Vieillessement sous atmosphère			NF EN 60068-2 / MIL-STD810 E	Chambre atmosphérique				
Vibration	Cosse + câble	Injection de vibrations sur différents axes. Essai de traction	NFF 00363 / NF EN 60068-2 NFF 60-002/ MILSTD 810 E	Table vibrante	amplitude / fréquence Force	de 10 à 50 HZ Newton		
Variation rapide de température				Enceinte thermique	Température	°C		
Chaleur sèche	Connecteur + Câble + Connecteur	Diffusion de température par rayonnement	IEC 60352-2 / IEC 60512 NF EN 60068-2 / MIL-STD810 E	Enceinte thermique	Température	°C	96 heures	1
Séquence climatique	Connecteur + Câble + Connecteur	Mise en place du taux d'humidité Diffusion de température par rayonnement	IEC 60352-2 / IEC 60512 NF EN 60068-2 / MIL-STD810 E	Chambre climatique	Température et humidité	°C et %	12+12 heures	6
Choc thermique	Connecteur + Câble + Connecteur	Mise en température négative défini et injection de courant afin d'élever la T°C	IEC 60352-2 / IEC 60512 NF EN 60068-2 / MIL-STD810 E	Chambre climatique Générateur de courant	Variation de t°C Courant	°C Ampère	30 minutes	5
Coupe micrographique	Cosse + câble	Coupe transversale de la cosse à l'endroit du sertissage et observation	RCCE E4000	Scie pendulaire Polisseuse Microscope	Dimensionnelle	mm	20 min	1
Pression	Cosse + câble							
Résistance au fluide	Cosse + câble	Immersion / Stockage / Vieillessement Verification de l'évolution des résistances	IEC 60512 / IEC 60352-2	Fluide ou graisse Enceinte de Vieillessement	R d'isolement R contact Arrachement	mΩ mΩ Newton	24 Heure / Cycle	5
Frettage d'isolant	Cosse avec jupe + câble	Enroulements d'un conducteur serti, ayant pour but de vérifier le maintien de l'isolant	IEC 60352-2 / IEC 60512 NFF00363	Mandrin	Maintien de l'isolant sur la jupe		15 minutes	6 Cycles d'enroulements
Tension de tenu	Cosse préisolé + câble	Immersion de l'isolant du connecteur dans une solution conductrice afin d'en déterminer les performance diélectrique	NFF 00363 / IEC 60352-2 NFC 63023 / IEC 60512	Générateur de tension	Tension	1500 à 2500 Volts	1 minute	1

MOYENS D'ESSAIS

Moyens d'essais		
AMR		
Essais	Moyens d'essais	Capacités
Essais Mécanique	Banc de traction étuvé (avec acquisition des données)	Charge max : 200 N
	Banc de traction (avec acquisition des données)	Charge max : 5000 N
	Banc de traction (avec acquisition des données)	Charge max : 40 000 N
Essais visuel	Microscope	Grossissement : x 10 à x 250
	Microscope	Grossissement : x 250 à x 470
	Polisseuse mecanique	-
	Bain de polissage chimique	-
Essais électrique	3 Générateurs de courant	de 1 à 1000 Ampères
	1 générateur de courant étalon	de 1 à 10 Ampères
	1 LRC mètre	-
	1 pince ampermétrique	Résolution de la mesure CC et CA 0,1 Ampères
	1 Voltmètre	Résolution de la mesure tension CC et CA : 0,001 mV
	1 enceinte de vieillissement isolée	Dimension : 6000 mm x 600 mm x 600 mm
Programme de calcul	Calcul de cosses et définition des matrices	-

DÉTERMINATION DES PROBLÈMES DE CONNEXIONS

Détermination des problèmes de qualités pouvant altérer le matériel ou le process								
Opération	Identification du problème		Cause				Conséquence	
Dénudage	Isolant arraché	Matériel inadapté	Mauvaise utilisation	Défaillance du matériel	Réglage de l'outil incorrect	Agression extérieure au process		Défaut d'isolation en sortie de fût
	Brins endommagés ou coupés	Matériel inadapté	Mauvaise utilisation	Défaillance du matériel	Réglage de l'outil incorrect	Agression extérieure au process		Echauffement Dégradation des caractéristiques mécaniques du sertissage
	Brins détoronnés	Application du protocole de sertissage non respecté			Erreur due à une implication insuffisante de l'opérateur			Problème d'insertion
	Brins surtoronnés	Application du protocole de sertissage non respecté			Erreur due à une implication insuffisante de l'opérateur			Problème d'insertion
	Isolant du câble endommagé	Matériel inadapté	Mauvaise utilisation	Défaillance du matériel	Réglage de l'outil incorrect	Agression extérieure au process		Défaut d'isolation en sortie de fût
	Particules d'isolant sur la partie nue du câble	Matériel inadapté	Mauvaise utilisation	Défaillance du matériel	Réglage de l'outil incorrect	Agression extérieure au process		Echauffement Dégradation du contact électrique
	longueur de dénudage	Matériel inadapté	Mauvaise utilisation	Défaillance du matériel	Réglage de l'outil incorrect	Agression extérieure au process		Défaut d'isolation en sortie de fût Sertissage incomplet ou inopérant
Désémaillage	Désémaillage insuffisant ou incomplet	Matériel inadapté	Mauvaise utilisation	Défaillance du matériel	Réglage de l'outil incorrect	Erreur due à une implication insuffisante de l'opérateur		Echauffement
	Particules d'émaille sur le conducteur	Nettoyage insuffisant après désémaillage					Echauffement	
	Pollution du conducteur	Matériel ou produits inadaptés		Mauvaise utilisation		Agression extérieure au process	Echauffement	Altération du matériau
Sertissage	Connecteur inadapté au câble	Application du protocole de sertissage non respecté		Erreur due à une implication insuffisante de l'opérateur			Echauffement	Dégradation des caractéristiques mécaniques du sertissage
	Introduction du conducteur insuffisante	Dénudage incorrect	Erreur dû à une implication insuffisante de l'opérateur			Sertissage incomplet ou inopérant		
	Mauvaise zone de sertissage	Matériel inadapté	Mauvaise utilisation	Réglage de l'outil incorrect	Erreur due à une implication insuffisante de l'opérateur			Sertissage incomplet ou inopérant
	Empreinte inadapté au matériel	Détermination de la matrice incorrecte		Application du protocole de sertissage non respecté		Usure des matrices	Echauffement	Dégradation des caractéristiques mécaniques du sertissage
	Mauvaise symétrie du sertissage	Matériel inadapté	Mauvaise utilisation	Positionnement incorrect	Réglage de l'outil incorrect	Application du protocole de sertissage non respecté		Ecrouissage hétérogène du faisceau
	Tenu mécanique du sertissage insuffisante	Brins coupé au dénudage	Cosse inadapté	Matrices inadaptées	Défaillance du matériel	Réglage de l'outil incorrect		Echauffement Dégradation des caractéristiques mécaniques du sertissage
Détermination des risques liés aux problèmes identifiés préalablement								
Activité	Application	Matériel	Connexion	Problème	Conséquence	Risque sur le produit fini	Risque sur le système complet	
ENERGIE	Nucléaire	ex : Induit	ex : Point neutre	ex : Brins coupés	ex: Perte de la connexion	ex: l'alternateur ne peut démarrer	ex : Catastrophe Nucléaire	
AUTOMOBILE	Thermique	ex : Batterie	ex : +	ex : Empreinte inadapté	ex : Echauffement	ex : Inflammation du circuit électrique	ex : Inflammation du véhicule	
AERO	Transport de personnes	ex : Compresseur de climatisation	ex : Phase	ex: désémaillage insuffisant	ex : Densité de courant hétérogène	ex: Rendement dégradé	ex : Température de climatisation non atteinte	

CAPABILITÉ DU PROCESSUS

Capabilité du processus				
Choisir le problème	Identifier les problèmes liés aux système clés de l'entreprise			
Définir le problème	Définir le problème à résoudre	Préciser l'impact sur le client et les bénéfiques potentiels		Identifier les critères de qualité
Contenir	Développer une action préventive temporaire pour contenir le problème			
Mesurer	Verifier la capabilité du moyen de mesure	Evaluer le taux de défaut actuel		Fixer celui à atteindre
Analyser	Comprendre les causes premières de l'apparition du défaut		Identifier les variables clés du process qui causent le défaut	
Corriger	Quantifier l'influence des variables clés du process sur les critères de qualité	Identifier la cible et les limites acceptables pour ces variables	Modifier le process en conséquence	
Contrôler	Assurer que les variables clés du process restent sous contrôle pour maintenir les gains sur le long terme			
Pérenniser	Standardiser les bonnes pratiques (Methodes et processus)		Intégrer ces méthodes et processus dans le cycle de conception	
Clôturer				
Mise en place d'outils de capabilité				
Mesure de la hauteur de sertissage	Définition de l'outil de mesure		Définition de l'intervalle d'acceptation	Définition de l'intervalle d'acceptation
Mesure de la chute de tension	Définition de l'outil de mesure		Définition de l'intervalle d'acceptation	Définition de l'intervalle d'acceptation
Mesure de l'outillage	Paramètres dimensionnelles des matrices	Définition de l'intervalle d'acceptation	Pression de fin de sertissage	Définition de l'intervalle d'acceptation
Mesure par étalonnage	Définition de l'outil de mesure		Définition de l'intervalle d'acceptation	Définition de l'intervalle d'acceptation
Mesure d'échauffement	Définition de l'outil de mesure		Définition de l'intervalle d'acceptation	Définition de l'intervalle d'acceptation
Contrôle en cours de fabrication				
Identification des composants	Correspondance code article et commande client		Correspondance plan de fabrication et ordre de fabrication	
Contrôle visuel	La forme et l'emplacement des empreintes	Insertion de la totalité des brins dans le fût	Absence de brin coupé au raz de la gaine	Absence de bavure ou de crique / Dégradation de l'isolant
Essai de traction	Périodique		Aléatoire	
Coupe micrographique	Longitudinale : Vérification du dénudage et des conducteurs		Transversale : Vérification de l'écroissage / de brin coupé ou pincé / Critères de symétrie / Taux de remplissage / Taux de conformage/	
Contrôle à la réception				
Identification des composants	Correspondance code article et commande clients		Correspondance plan de fabrication et ordre de fabrication	
Contrôle visuel	La forme et l'emplacement des empreintes	Insertion de la totalité des brins dans le fût	Absence de brin coupé au raz de la gaine	Absence de bavure ou de crique / Dégradation de l'isolant
Mesure électrique	Mesure de résistance		Mesure de chute de tension	
Mesure thermographique	En fonctionnement pour identifier les zones d'échauffement			
Essai de l'appareil	Dans ces conditions normales d'utilisation			
Transmission				
Archivage	Développement	Choix techniques	Directives et impositions	Rapport d'essai / Modification
Modification	Quand	Quoi	Pourquoi	Comment / Avec quoi
Savoir	Formation		Stage	Apprentissage
Information	à travers les générations		Entre les servives	Entre les usines