

Les Cahiers de l'instrumentation n°6

Le journal d'information
pour l'enseignement
de Chauvin Arnoux et Metrix

Spécial machine

Norme EN 60 204

Nos 2 TP

Sécurité des machines

Maintenance préventive

Reportage

SOCOTEC S.A

Novembre 2007



**Le Club du mesurage
fête ses 7 ans d'existence.**

Marlyne Epaulard
Directrice Communication Chauvin Arnoux

Créé en 2000 à l'initiative du groupe **Chauvin Arnoux** afin d'entretenir une passerelle d'échanges entre le milieu industriel et les Enseignants (ce club a exprimé la volonté de dialogue et de concertation affichés dans ses statuts). « *Le Club du Mesurage a été créé à l'initiative d'une entreprise soucieuse de faire partager son savoir-faire et de mutualiser les idées des enseignants. Il vient ainsi compléter la palette des outils disponibles, destinés aux échanges sur le développement de la mesure des grandeurs physiques* » - soulignait à son origine M. Jean-Paul CHASSAING qui en fut le Président d'honneur pendant 7 ans. Consciente que la qualité de l'enseignement et de la formation des ingénieurs et techniciens de demain, permettent à une entreprise de faire les bons choix technologiques et de s'imposer sur son marché ; du rôle de l'entreprise, qui par la connaissance du besoin exprimé sur le terrain, détecte les virages technologiques, Chauvin Arnoux s'est investi dans l'animation de ce club. Véritable système de réflexion permanente Ecole/Entreprise, ce club a souhaité rester pragmatique et fédérer ses actions au sein d'une publication annuelle, Les Cahiers de l'Instrumentation dont le premier numéro a vu le jour en 2001. Un journal d'information dédié à l'Enseignement Technique, complètement réalisé en collaboration entre les membres du comité de rédaction qui font partis du corps Enseignant et la direction de la communication du groupe Chauvin Arnoux.

Aujourd'hui, avec les départs en retraite successifs de Messieurs Cagnard (Inspecteur d'Académie, Inspecteur Pédagogique régional Sciences et Techniques industrielles), de M. Jean-Louis Gauchenet (Président du Club du Mesurage, Directeur de la division Test et Mesure de Chauvin Arnoux), de M. Jean-Paul Chassaing (Président d'honneur du Club du Mesurage, Inspecteur Général de L'Education Nationale Sciences et Techniques Industrielles) et de M. Michel Uffredi (Inspecteur de l'Education Nationale Enseignement Technique Sciences et Techniques Industrielles), le Club du Mesurage a besoin de nouvelles compétences pour poursuivre sa mission (voir notre article N° 5 sur le rappel des statuts). Si les statuts et la volonté première restent inchangés, un nouveau Président du club et de nouveaux membres du comité de rédaction doivent être nommés. Le rendez-vous est fixé à l'occasion du prochain salon Educatec à la porte de Versailles, Hall 6 A 71, allée B 70.

Nous profitons de cet édito pour souhaiter au nom des équipes Chauvin Arnoux et des membres du Club du Mesurage, une très bonne retraite pleine d'activités à nos « jeunes » retraités.

sommaire

❖ Le Club 1

Les publications du Club 1

❖ Info normes 2

Norme machine EN 60 204 2

❖ Travaux pratiques 3

TP1 : Maintenance préventive 3 - 8
Tous ces points doivent être pris en compte dans le coût total de possession d'une installation ou "TCO" qui signifie Total Cost Owner.

TP2 : Sécurité des machines 9 - 12
Tous ces points doivent être pris en compte dans le coût total de possession

❖ Reportage 13

SOCOTEC Industries : le contrôle électrique d'un centre médicalisé. 13 - 17

❖ Gardons le sourire 18

Il est où le problème ? 18

❖ L'OURS

Directeur de la publication :
Marlyne Epaulard

Rédacteur en chef :
Fulya HUET

Comité de rédaction :
**Luc Dezarnaulds, Alain Kohler,
Claude Royer, Didier Vilette**

Revue d'informations techniques
Le Club du Mesurage
190, rue Championnet
75876 Paris Cedex 18 - France
Tél. : +33 1 44 85 44 20
Fax : +33 1 46 27 07 48
E-mail : info@leclubdumesurage.com
Web : www.leclubdumesurage.com

Conception graphique, réalisation :
AD.Com - +33 (0)1 43 68 03 43

Les inspecteurs



Claude Bergmann
Président d'honneur du "Club de Mesurage"
Inspecteur de l'Éducation Nationale
Sciences et Techniques Industrielles



Christian Cagnard
Inspecteur d'Académie
Inspecteur Pédagogique Régional
Sciences et Techniques Industrielles



Claude Royer
Inspecteur de l'Éducation Nationale
Enseignement Technique
Sciences et Techniques Industrielles



Luc Prince
Inspecteur de l'Éducation Nationale
Sciences et Techniques Industrielles

Claudio Cimelli
Inspecteur d'Académie
Inspecteur Pédagogique Régional
Sciences et Techniques Industrielles

Patrick Lefort
Inspecteur d'Académie
Inspecteur Éducation Nationale
Sciences et Techniques Industrielles

Les publications du Club du Mesurage :



Les membres du comité de rédaction

Le comité de rédaction a pour mission de vérifier que le journal respecte sa ligne éditorial. Il est composé de cinq membres.



Luc Dezarnaulds
Directeur Commercial du Pôle
Test & Mesure de Chauvin Arnoux
luc.dezarnaulds@chauvin-arnoux.com



Didier Villette
Inspecteur de l'Éducation Nationale
Enseignement Technique
Sciences et Techniques Industrielles



Alain Kohler
Chef de Marché Honoraire
Enseignement
de Chauvin Arnoux



Marlyne Epaulard
Directrice Communication
Chauvin Arnoux
marlyne.epaulard@chauvin-arnoux.com

les départs à la retraite



Jean-Louis Gauchenot
Président du "Club de Mesurage"
Directeur du Pôle Test & Mesure de Chauvin Arnoux
jeanlouis.gauchenot@chauvin-arnoux.com



Jean-Paul Chassaing
Président d'honneur du "Club de Mesurage"
Inspecteur Général de l'Éducation Nationale
Sciences et Techniques Industrielles



Michel Uffredi
Inspecteur de l'Éducation Nationale
Enseignement Technique
Sciences et Techniques Industrielles

Coup de pouce !



Découvrez les principes et les pratiques de la mesure en électricité, électrotechnique et automatismes dans ce nouvel ouvrage.
La réalisation de ce guide est le fruit de la collaboration de M. Kohler, membre du Club du mesurage, M. Peutot, enseignant, et M. Félice, chef de travaux

Les cahiers de l'instrumentation, renseignement pratique.

Si vous désirez recevoir les prochains numéros et que vous ne l'avez pas encore fait, renvoyez rapidement le bulletin d'adhésion au Club encarté au centre de la publication. Prenez contact avec nous si vous désirez réagir par rapport aux articles publiés, proposer des sujets ou même des articles. Bonne lecture à tous.

www.leclubdumesurage.com

Introduction à la norme machine EN 60 204



Par Didier VILLETTE :

Inspecteur de l'Éducation Nationale Sciences et techniques industrielles.

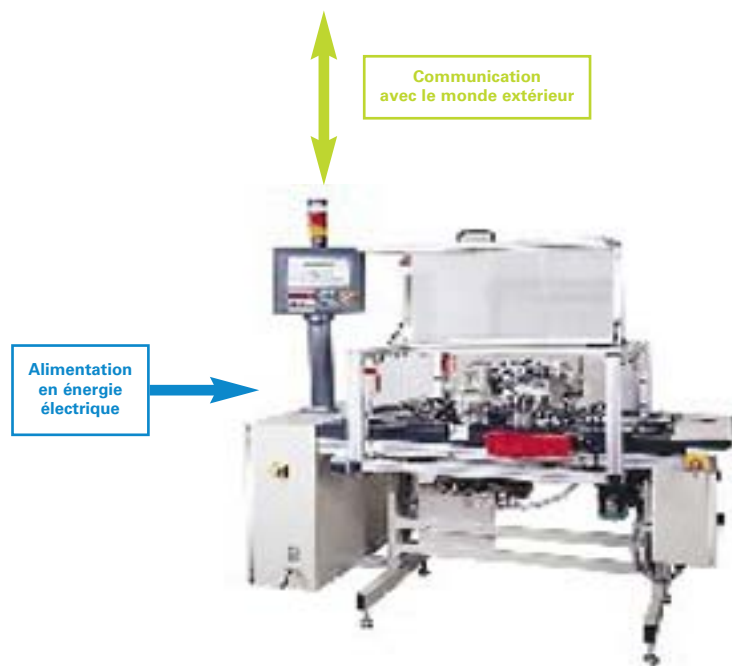
La rénovation des diplômes de la filière du génie électrique du CAP PROELEC au BTS Electrotechnique en passant par le BEP et le baccalauréat professionnel, a clairement replacé la notion d'ouvrage électrique au centre des activités relatives à ces différentes formations. Les professeurs de génie électrique doivent maintenant enseigner des aspects normatifs qui vont au minimum venir s'appuyer sur trois normes spécifiques.

Notre ouvrage qui peut être représenté par l'exemple ci-dessus sera généralement constitué par une machine (ou plusieurs) associée(s), les énergies qui doivent l'alimenter et la faire communiquer. On trouvera donc :

- Une alimentation en énergie électrique BTA qui va répondre aux exigences de la norme NFC 15100. Des articles parus dans les précédents cahiers de l'instrumentation ont permis de vous proposer des démarches pédagogiques à l'aide des mesureurs adaptés.
- Une communication avec le monde extérieur permettant aux automatismes et aux interfaces de dialoguer entre eux à proximité ou à distance. Les solutions actuelles tendant à s'uniformiser par des protocoles de communication sur la couche IP. En ce sens, notre machine sera donc généralement intégrée au sein d'un réseau LAN de type industriel, qui sera lui-même soumis aux normes spécifiques de ce type de réseau.
- La constitution électrique de la machine soumise aux exigences de la norme EN 60204. Cette norme prescrit les exigences relatives à la constitution de la machine pour assurer :
 - La sécurité du personnel et des biens,
 - la cohérence des réponses de commande,
 - la facilité de maintenance.

Elle précise en particulier dans son titre 20 de procéder aux essais suivants :

- Continuité du circuit de protection équipotentielle.
- Essais de résistance d'isolement



- Essais diélectriques
- Protection contre les tensions résiduelles
- Essais de compatibilité électromagnétique
- Essais fonctionnels.

Pour répondre à ces différents essais, qui engendrent des valeurs de test spécifiques, le groupe Chauvin Arnoux Metrix, dispose d'un mesureur adapté et fonctionnel.

Vous allez dans la suite de ce cahier découvrir des démarches pédagogiques adaptées à des élèves de BEP métiers de l'électrotechnique et baccalauréat professionnel ELEEC Electrotechnique qui mettent en œuvre ce contrôleur Machine C.A 6160.

Sécurité des machines

Les mesures associées sur la pompe d'exhaure d'une station de pompage

Présentation des deux travaux pratiques

L'objectif du premier travail va consister à vérifier la conformité électrique d'un système station de pompage. Cette vérification est donnée par la norme EN 60 204-1 qui est relative à l'équipement électrique des machines ou des systèmes.

Attention à ne pas confondre cette norme avec la norme NFC 15-100 qui est applicable à des installations électriques basse tension et dont les mesures associées peuvent être faites à l'aide d'un contrôleur d'installation C.A 6115.

Le deuxième travail consistera à utiliser la thermographie infrarouge à l'aide de la caméra RayCam C.A 1881 comme moyen pour détecter une anomalie potentielle dans une structure électrique.

Claude ROYER IEN STI

TP réalisés par Gilles LEROY,
professeur au lycée professionnel de SAINT DIE

Objectif opérationnel :

Certifier la conformité d'un système à la norme EN 60 204-1 (relative à l'équipement électrique des machines ou des systèmes) en effectuant des mesures à caractère professionnel après une intervention de maintenance ayant entraîné une modification de l'équipement.

Public visé :

Ce TP peut être adapté à différents publics : **BEP Métier de l'électrotechnique ; Bac Pro Maintenance** ou classe de **STI Electrotechnique**. Il sera ici développé plus spécifiquement pour des élèves de première **Bac Pro ELEEC**.

Référentiel ELEEC

S5 : Mise en service - Maintenance
S5.2 : Opération de maintenance corrective et remise en état

Mise en situation :

Suite à un dysfonctionnement sur une station de pompage, une opération de maintenance consiste à remplacer la pompe d'exhaure défectueuse par une pompe standard de récupération.

Déroulement du TP

- **Première partie :** Décoder la norme EN 60204-1, chapitre 19 et indiquer les essais nécessaires à la vérification d'un équipement électrique modifié.

- **Deuxième partie :** Réaliser les mesures en utilisant le contrôleur d'appareillages C.A 6160 et indiquer les valeurs de paramétrage en fonction de la norme et de l'équipement.

- **Troisième partie :** Interpréter et conclure sur la conformité du système en fonction des mesures effectuées et des résultats obtenus.

Introduction :

L'harmonisation des réglementations européennes a défini des directives qui fixent les exigences essentielles de sécurité concernant la conception des machines et leur utilisation.

La transposition de ces directives en droit français (par lois et décrets) a été faite intégralement et a été inscrite dans le code du travail.

La norme EN 60204-1 fournit des règles générales qui garantissent un niveau optimal dans un contexte donné. Elle est applicable à l'équipement électrique et électronique des machines individuelles ou groupe de machines de manière coordonnée.

De plus, des prescriptions complémentaires peuvent s'appliquer à l'équipement électrique de machines qui présentent des risques particuliers (risque explosif, machines utilisées en extérieur, etc.).

Le système ou machine est un ensemble d'organes liés entre eux dont au moins un est mobile et le cas échéant, d'actionneurs, de circuit de commande et de puissance, réunis en vue d'une application définie.

La norme EN 60 204-1 a pour objectif principal de fournir des solutions constructives. C'est pour cette raison qu'il faut la consulter avant de réaliser ou modifier la machine ou système.

Il s'agit par ailleurs de différencier 2 normes ayant des domaines d'application différents :

- La norme NFC NFC 15-100 applicable à des installations électriques basse tension dont les mesures associées peuvent être faites par un contrôleur d'installation C.A 6115.
- La norme EN 60 204-1 concernant l'équipement électrique et électronique des machines ou système.

Première partie

Décodage de la norme EN 60204-1

Avec la norme EN 60204-1, chapitre 19 « Essais et vérification », on demande :

1.1) D'énumérer les différents essais requis par la norme EN 60204-1 ;

- Essai de résistance d'isolement
- Essai de continuité du circuit de protection équipotentiel
- Essai de tension (rigidité diélectrique) ;
- Essai du temps de décharge.

1.2) Indiquer le moment propice aux contrôles.

- Avant la mise en service de machines neuves
- Avant la mise en service des équipements modifiés ou remplacés, même si la machine a déjà été contrôlée.

1.3) Indiquer l'élément à partir duquel il faut commencer à contrôler ?

- A partir du point de connexion de l'alimentation de la machine ;

1.4) Indiquer l'essai qu'il est nécessaire d'effectuer en premier en justifiant la réponse :

- Le test de continuité du circuit de protection équipotentiel sera réalisé car pour l'essai de résistance d'isolement et l'essai de rigidité diélectrique il faut se servir du PE.

1.5) Indiquer le niveau d'habilitation et les équipements à utiliser lors de ces différents essais.

- Lors du mesurage, la personne qui effectuera ces essais devra avoir un titre d'habilitation minimum « B1 ».
- Les EPI nécessaires sont les gants, la visière et le casque.



Seconde partie

Mesure - Mise en œuvre du C.A 6160

2.1) Compléter les indications manquantes :

Nom du système	Pompe à remplacer	Alimentation
Station de pompage	Ref MIH 4.5 H Leroy/somer	3 x 400V + N + PE

Appareil utilisé	Repère	Version	N° de série	Périodicité de la vérification
Contrôleur d'appareillage	C.A 6160	Ver 3.18 CE	16010113	1 an

2.2) Un contrôle de la chute de tension (continuité) est requis par la norme, préciser son objectif.

- L'objectif est de s'assurer de la protection des personnes quand les défauts d'isolement se produisent par la vérification de la faible résistance du circuit du PE.

2.3) Indiquer les points de test permettant d'effectuer ces contrôles.

- Ces contrôles doivent s'effectuer entre la borne du PE et les différents points du circuit de protection équipotentielle.

2.4) Compléter le tableau si dessous en indiquant la chute de tension maximale à ne pas dépasser pour chaque section et les exigences d'après la norme.

Section du câble PE	Valeur maximale de la chute de tension	Valeur du courant à faire circuler	Temps de circulation du courant
2.5 mm ²	1,9 V	Supérieur à 10 A sous 50 Hz	Au moins 10 s
1.5 mm ²	2,6 V		

TP n°1

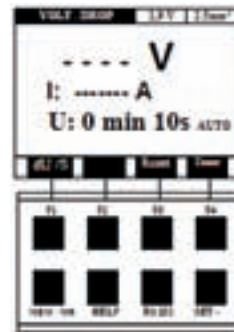
2.5) Connecter les sondes de test au contrôleur C.A 6160 et donner la position du commutateur.

Repère des bornes de connexion du contrôleur	
23	
Position du commutateur rotatif (17)	
En position CONTINUITY	

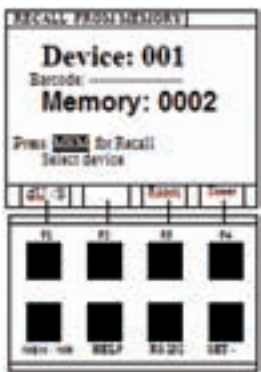


2.6) Sélectionner les paramètres de test pour effectuer l'essai de continuité du circuit du PE (section 2.5 mm²) de la station de pompage.

Sélectionner le seuil de la chute de tension	
Touche de sélection	Menu de sélection
Touche F1 => dU/S	Ajuster le seuil de la chute de tension à 1.9 V (question 2.3) avec la touche
Sélectionner le mode auto de la minuterie	
Touche de sélection	Menu de sélection
Touche F4 => TIMER	Appuyer sur F4 pour sélectionner auto puis F1 pour valider

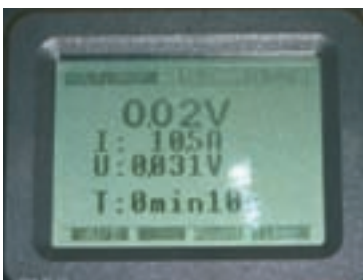


Sélectionner le seuil de la chute de tension	
Touche de sélection	Menu de sélection
Touche MEM/MR	N° de la machine : 1 N° de sauvegarde de la mesure : 2
Sauvegarde de la mesure	
Touche de sélection	Menu de sélection
Touche MEM/MR	Mesure sauvegardée
Visualisation des résultats mis en mémoire	
Touche de sélection	Menu de sélection
Touche MEM/MR	Visualisation de la mémoire N°1



2.8) Sauvegarder les résultats des mesures effectuées ci-dessus. On affectera le numéro 1 (DEVICE 1) pour la station de pompage et un numéro de test pour la mesure (Memory 0001/0002/0003 pour les mesures ci-dessus).

2.7) Visualisation de trois tests à interpréter dans la troisième partie.



Entre le PE du connecteur et la carcasse de la station de pompage



Entre le PE du connecteur et les différentes parties de l'armoire électrique de la station de pompage

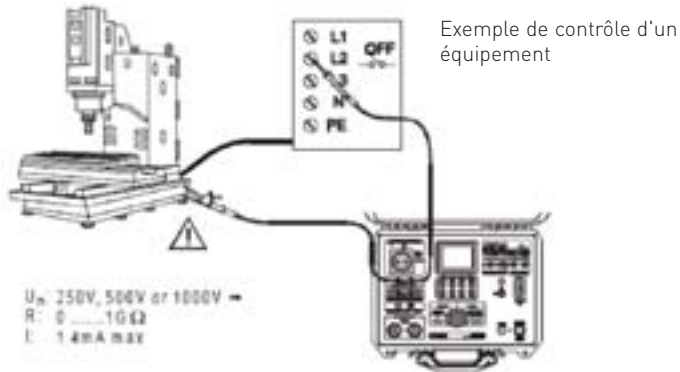


Entre le PE du connecteur et la carcasse des différentes pompes

TP n°1

2.9) Un contrôle de la résistance d'isolement est requis par la norme, préciser son objectif.

S'assurer de la qualité de l'isolement entre les parties sous tension et celles hors tension.



2.10) Indiquer les conducteurs entre lesquels le test doit s'effectuer.

Il faut tester entre les conducteurs du circuit de puissance et le circuit de protection équipotentiel.

2.11) Compléter le tableau de valeurs suivant

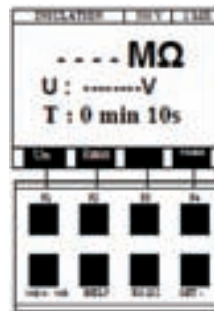
Valeur minimale de la résistance d'isolement	Tension d'essais	Courant nominal	Gamme de mesure de l'appareil
Minimum 1 MΩ	500 VDC ou 1000 VDC	> 1 mA	De 0 à 999 MΩ

2.12) Citer les risques pour le matériel à cette tension et les précautions d'usage.

Les tensions générées (jusqu'à 1000V) ne sont pas destructrices pour les composants d'électrotechniques, cependant elles peuvent détruire certains circuits électroniques (Déconnecter les éléments sensibles ou les éléments dont on ne peut vérifier les tensions maximales admissibles.)

2.13) Connecter les sondes de test au contrôleur C.A 6160 et donner la position du commutateur

Repère des bornes de connexion du contrôleur	Position du commutateur rotatif (17)
24	En position INSULATION



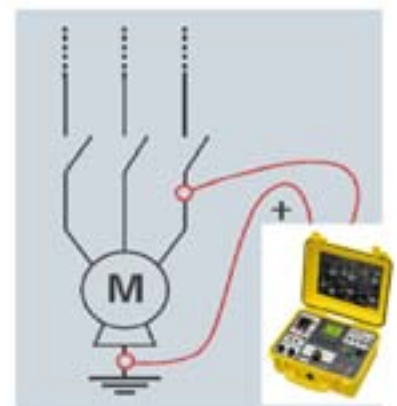
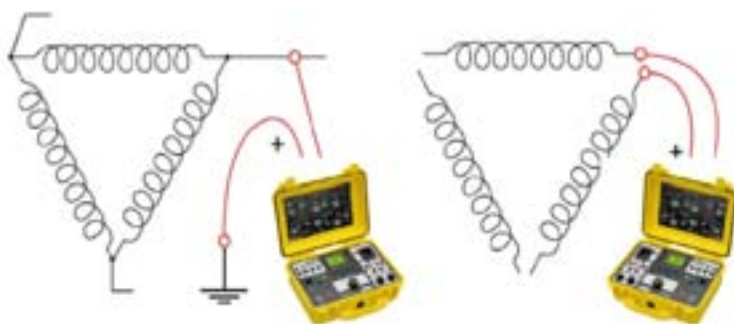
2.14) Sélectionner les paramètres de test pour effectuer l'essai de la résistance d'isolement de la pompe :

Sélectionner la tension de test	
Touche de sélection	Menu de sélection
Touche F1 => Un	Appuyer sur F1 jusqu'à obtenir 500 VDC
Sélectionner le seuil de la résistance d'isolement	
Touche de sélection	Menu de sélection
Touche F2 => Rmin	Augmenter ou diminuer jusqu'à 1 MΩ avec les touches F2 et F3 puis valider par F1

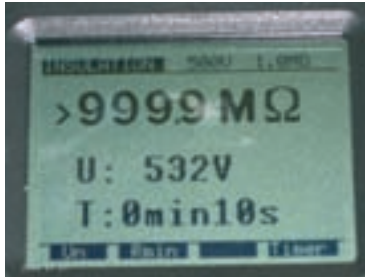
2.15) Indiquer les causes de défaillance de l'isolement et leurs conséquences

Causes des défaillances	Conséquences
Vieillessement de leurs isolants ou isolant dégradé, sale ou humide	Danger pour l'installation et les matériels court-circuit, incendie ... Danger potentiel d'électrocution des personnes

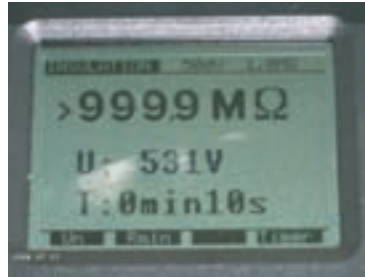
Pour la vérification de l'isolement des enroulements entre eux et par rapport au PE, il est conseillé de placer le pôle positif de la tension d'essai sur le PE (Problème de polarisation de la terre lorsqu'on procède à des essais multiples)



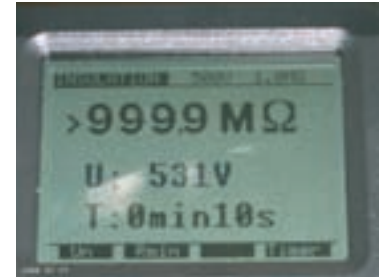
2.16) Visualisation de trois tests à interpréter dans la troisième partie (voir question 2.8. pour la sauvegarde)



Entre les bornes de connexion de la pompe dans l'armoire et le circuit du PE



Entre l'enroulement U1,V1 et U1 et la carcasse de la pompe reliée au PE



Entre les différents enroulements U1, V1 et W1 (couplage enlevé) de la pompe

Contrôle de rigidité diélectrique

2.17) Donner le rôle du contrôle du diélectrique.

Le rôle du contrôle de la rigidité diélectrique est de s'assurer de la tenue des machines aux surtensions.

2.18) Indiquer les points auxquels doit s'effectuer ce test.

Le test doit s'effectuer entre les conducteurs de tous les circuits, à l'exclusion de ceux destinés à fonctionner en TBT et le circuit du PE.

2.19) Indiquer les risques pour les personnes et les composants liés à cet essai.

Cet essai est très dangereux pour les personnes et risque d'être destructif pour certains composants.

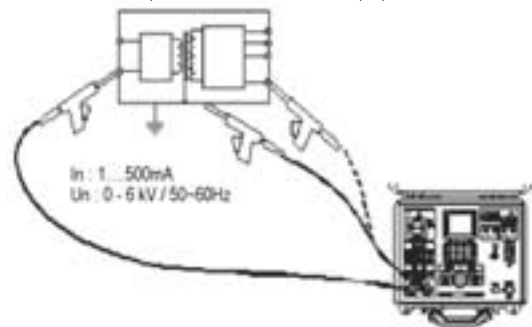
2.20) Compléter le tableau ci-dessous concernant les conditions de l'essai.

Puissance du transformateur	Temps d'essai	Fréquence	Tension d'essai
P= 500 VA	Au moins 1 seconde	50 Hz ou 60 Hz	2 x Un si < à 1000 VAC

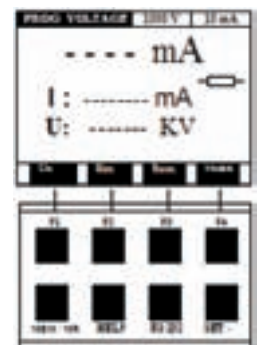
2.21) Connecter les sondes de test au contrôleur C.A 6160 et donner la position du commutateur

Position du commutateur rotatif (17)	Repère des bornes de connexion du contrôleur
En position HV (haute tension)	20

Exemple de contrôle d'un équipement



2.22) Sélectionner les paramètres de test pour effectuer l'essai diélectrique de la pompe

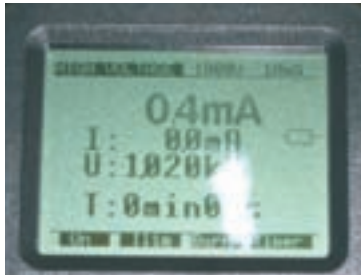


Sélectionner la tension de test

Touche de sélection	Menu de sélection
Touche F1 => Un	Augmenter ou diminuer jusqu'à 1000V avec les touches F2 et F3 puis valider par F1
Sélectionner le courant de déclenchement	
Touche de sélection	Menu de sélection
Touche F2 => Ilim	Appuyer sur la touche F4 pour définir le courant de fuite résistif ou capacitif puis valider par F1

TP n°1

2.23) Visualisation de trois tests à interpréter dans la troisième partie (voir question 2.8. pour la sauvegarde)



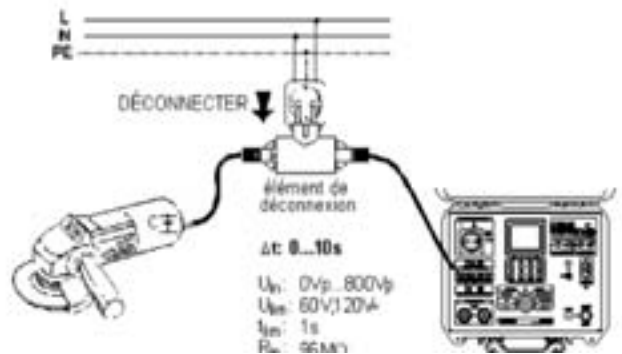
Entre le PE et les phases de la pompe (courant de fuite, partie résistive)

2.24) Donner l'objectif du contrôle du diélectrique pour un équipement électroportatif (>3.5 KVA)

S'assurer de l'absence de tension dangereuse sur les parties accessibles (broche d'une prise de courant) après coupure de l'alimentation de la machine.

2.25) Indiquer alors le temps de décharge suite à une coupure de secteur (pour 2 puis 4 points)

- Le seuil est de 60 V / 1s (en 2 points)
- Le seuil est de 60 V / 5s (en 4 points).



Troisième partie

Interprétations des mesures effectuées et conclusions

3.1) Compléter le tableau suivant relatif à l'essai de continuité du circuit de protection équipotentiel

Equipement	Points de mesures	Valeur mesurée (enV)	Conclusion
Station de pompage en salle 404	Entre le point de connexion du PE du système et la carcasse de la pompe	0.02 V	Continuité du PE <input checked="" type="checkbox"/> Correcte <input type="checkbox"/> Incorrecte
	Entre le point de connexion du PE du système et le châssis du système	0.01 V	
	Entre le point de connexion du PE du système et l'armoire électrique (différentes parties et bornes)	0.01V	Justification : u < 1.5V
	Entre le point de connexion du PE du système et les autres pompes	0.23V	

3.2) Compléter le tableau suivant relatif à l'essai de rigidité diélectrique.

Equipement	Origine de la mesure	Valeur du courant de fuite	Constat avec Justification
Moteur pompe P1 station de pompage Salle 404	Entre l'enroulement U1,V1 et U1 et la carcasse de la pompe reliée au PE	0.14 mA	Courant de fuite <input checked="" type="checkbox"/> Correcte <input type="checkbox"/> Incorrecte

La pompe d'exhaure a une bonne tenue à la tension d'essai et un courant de fuite acceptable

3.2) Compléter le tableau suivant relatif à l'essai de résistance d'isolement

Equipement	Points de mesures	Valeur mesurée (enV)	Conclusion
Moteur pompe P1 de la station de pompage Salle 404	Entre les différents enroulements U1, V1 et W1 (couplage enlevé) de la pompe	999 MΩ	Résistance d'isolement <input checked="" type="checkbox"/> Correcte <input type="checkbox"/> Incorrecte
	Entre l'enroulement U1,V1 et U1 et la carcasse de la pompe reliée au PE	999 MΩ	Justification : u > 1MΩ
	Entre les bornes de connexion de la pompe dans l'armoire et le circuit du PE	999 MΩ	

Cette mesure doit être effectuée annuellement pour vérifier la dégradation de la résistance d'isolement

NB : Il est possible de compléter la mesure absolue (question 2.14) par un ratio traduisant l'état des isolements. L'index de polarisation (PI)= Risolement à 10 minutes / Risolement à 1 minute. L'évolution dans le temps du coefficient « PI » peut faciliter la maintenance prédictive du parc machine

Une mesure de la pompe utilisée donne un résultat P1 = 1,02 L'isolement étant "douteux", il convient de surveiller l'usure de la pompe

P1 < 1	P1 < 2	P1 < 3	P1 < 4
Isolement dangereux	Isolement douteux	Isolement satisfaisant	Isolement excellent

Maintenance préventive

Rechercher les points chauds des connexions et appareillages

Objectif opérationnel :

Contrôler par la mesure la température des équipements et installations électriques et rédiger une fiche d'intervention.

Public visé :

Ce TP peut être adapté à différents publics : **BEP Métier de l'électrotechnique ; Bac Pro Maintenance** ou classe de **STI Electrotechnique**. Il sera ici développé plus spécifiquement pour des élèves de première **Bac Pro ELEEC**.

Référentiel ELEEC	S5 : Mise en service - Maintenance
	S5.2 : Opération de maintenance corrective et remise en état

Mise en situation :

La maintenance préventive stipule dans son organisation périodique de vérification que les systèmes "HABILIS" et "SPECTA SIMULE" doivent être contrôlés.

Déroulement du TP

- **Première partie :** S'informer sur les applications en thermographie en répondant aux questions posées, et justifier l'utilisation des équipements employés.

- **Deuxième partie :** Réaliser les mesures en utilisant la caméra RayCam C.A 1881 et créer un rapport personnalisé avec le logiciel dédié.

- **Troisième partie :** Interpréter les mesures en établissant les priorités d'intervention pour remédier au défaut constaté.

Introduction :

Depuis plus de 20 ans, la thermographie infrarouge est l'unique technologie permettant de détecter les différences de température de diverses surfaces et structures notamment pour l'habitat et plus généralement dans le domaine militaire et animal. A l'heure actuelle son emploi s'est élargi pour déterminer les problèmes qui peuvent survenir à des équipements, tels que les tableaux de distribution électrique et d'automatisation. Cette nouvelle technologie ne s'est vraiment répandue qu'au cours de ces dernières années

La caméra infrarouge détecte les niveaux d'énergie de différentes surfaces et les compare. Ces niveaux se présentent comme des ondes légères invisibles faisant partie du spectre électromagnétique, communément appelé infrarouge.

La caméra les convertit en image graphique visible sur un écran. Elle permet ainsi, sans contact et avec précision, de les quantifier. Des différences excessives de température indiquent la possibilité d'un mauvais fonctionnement.

Première partie : questionnement

S'informer sur la thermographie

En vous aidant des fiches sur les applications de la caméra infrarouges, on vous demande :

1.1. Indiquer le type de maintenance dans lequel la thermographie est utilisée.

Elle est utilisée dans le cadre de la maintenance préventive de type conditionnelle et prévisionnelle, ou celui de la maintenance corrective de type curative ou palliative.

1.2. Donner des exemples d'application dans lequel la thermographie est utilisée.

Thermique : Fuite d'eau dans une canalisation, chauffage et climatisation (vérification de la consommation d'énergie en localisation des pertes).

Application mécanique : Etat d'échauffement d'une pièce mécanique (réducteur, paliers lisses, roulement).

Application électronique : Dissipation de la chaleur des différents composants

Application électrique : Tableau de répartition (vérification des surchauffes et déséquilibres de charges), appareil de protection (vérification des connexions et de l'état des fusibles)

1.3. Définir le terme "point chaud" en thermographie.

Les points chauds au niveau des connexions présentent souvent la température la plus élevée (due au desserrement, à la force de serrage ou à la corrosion des connexions) au point de haute résistance, température qui tend à s'atténuer à mesure que l'on s'éloigne de ce point:

1.4. Donner la distance de détection minimum pour faire une mesure avec une caméra C.A1880 de Chauvin Arnoux ?

La distance minimum pour faire les mesures est de 10 cm.

1.5. Donner la signification de "l'alerte rouge".

Les directives de la NETA (InterNational Electrical Testing Association) stipulent que les réparations immédiates doivent être effectuées lorsque la différence de température « ΔT » entre les composants similaires dans des conditions de charges identiques excèdent les 15 °C ou lorsque la valeur « ΔT » entre les composants et l'air ambiant excède 40°C.

1.6. Est-il possible d'effectuer une mesure à travers le pexi-glass d'une armoire électrique.

Non, car la mesure serait faussée (atténuation du rayonnement). Dans le cas du système « Habilis » retirer le pexi glass du jeu de barre.

1.7. L'équipement électrique doit-il être à l'arrêt pour effectuer des mesures ?

On doit contrôler les dispositifs électriques lorsqu'ils sont stables et chauds, fonctionnant à une puissance d'au

moins 40 % de la charge habituelle (l'idéal est à pleine charge).

1.8. Est-il nécessaire de vérifier des équipements neufs ?

L'âge n'a aucun lien avec les connexions chaudes.

1.9. Un technicien d'entretien ou un électricien peut-il ouvrir l'équipement électrique ?

Seuls le personnel et/ou l'électricien qualifié(s) sont autorisés à retirer les couvercles des tableaux de distribution en utilisant les équipements de protection individuelle et possédant une connaissance des exigences en matière de sécurité.

1.10. Qu'appelle t-on coefficient d'émissivité ?

Le coefficient d'émissivité d'une surface mesure son aptitude d'émission de chaleur par un nombre compris entre 0 et 1. C'est le pourcentage de l'énergie radiant émise par un corps noir à la même température. Il est important de changer le coefficient si le thermogramme comporte différents matériaux (la valeur de la température change en fonction des matériaux).

Seconde partie : mesure

Utilisation de la caméra RayCam C.A 1881

A l'aide de la caméra, rechercher des points chauds sur le système habilis :

- Sur les charges équilibrées (même température sur chaque phase)
- Sur les charges déséquilibrées (recherche d'une phase plus chaude que les autres)
- Sur les appareillages électriques (recherche des problèmes de connexions, de sertissage ou de surcharge). Il sera par ailleurs nécessaire de mesurer la charge électrique à l'aide d'une pince ampèremétrique afin de diagnostiquer le problème.

2.1. Compléter les indications suivantes.

Nom et repère de l'appareil	Version	N° de la caméra
Caméra RayCam Repère C.A 1880	Ver 3.18 CE	188 300 11

2.2 Donner la gamme de température, sa précision et sa résolution ;

Gamme de température	Précision sur la mesure	Résolution / fréquence
- 20 °C à + 250 °C	+ 2°C ou +2%	160*120 / 9Hz

2.3. Indiquer la procédure pour paramétrer la caméra.

- Appuyer sur la touche N°1, la LED N°2 est allumée, valider par la touche "OK". Menu validation
- Le menu principal s'affiche. Sélectionner grâce aux touche N°3 "Ajust Auto" et valider "le calibrage automatique".



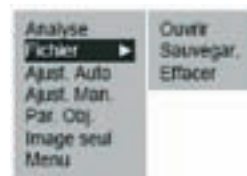
2.4. Donner le coefficient d'émissivité et les paramètres à valider.

- Revenez au menu principal, sélectionner, "Par.Obj" et régler la distance et le coefficient d'émissivité (voir page 36 à 38 de la notice technique), dans notre cas mettre 0.95



2.5. Valider l'image et enregistrer dans la caméra.

- Régler l'objectif de la caméra pour obtenir la meilleure définition possible.
- Figurer le thermogramme avec la touche (S) : Si celui-ci est exploitable, alors valider dans le menu principal grâce aux touches (3) "Fichier" et "Sauvegarde". Sinon réappuyer sur la touche (S).



Troisième partie :

Interprétation des mesures

La collecte des images via la caméra sur le système « habilis » étant relativement aisée, l'intérêt principal réside dans l'interprétation de l'image.

Avec le logiciel « RaycamReport », il est possible d'analyser l'image infrarouge, de créer un thermogramme et d'effectuer

différents paramétrages (mesure de la température en un point choisi, affichage des la température mini et maxi, réglage de l'émissivité lorsque le thermogramme comporte plusieurs matériaux).

Les ordres de priorités seront classés de la manière suivante :

Type de priorité	Désignation
Priorité 0	Aucune action
Priorité 1	A surveiller (suivi de l'évolution de l'anomalie)
Priorité 2	A réparer dans un délais court (inférieur à un mois)
Priorité 3	Action immédiate dès réception du rapport

Thermogramme N°1 après analyse des images sur le système "Specta Simul"

3.1. Compléter les renseignements suivants.

Date d'inspection	06 Février 2007
Nom de l'opérateur	
Emplacement	Salle 404
Identification de l'équipement visé	Départ ventilateur
Désignation de l'élément contrôlé	Relais thermique « F2 » du ventilateur

3.3. Anomalie constatée lors de la visée

Défaut de serrage et/ou de sertissage sur la phase N°1 en amont du relais thermique

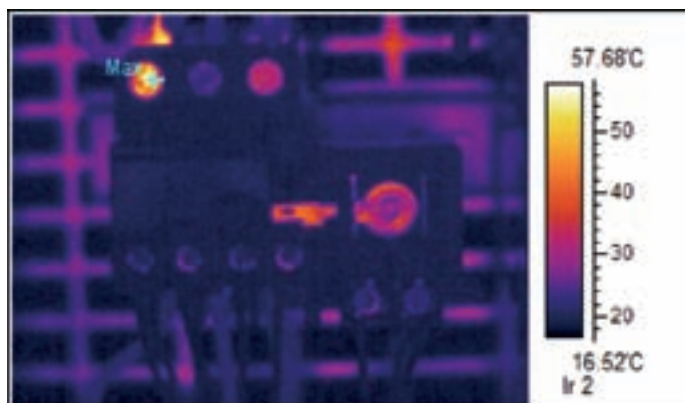
3.4. Action corrective préconisée

Type de priorité	
Priorité 0	
Priorité 1	
Priorité 2	✗
Priorité 3	

Intervention à prévoir :
Vérification du sertissage

3.2. Paramétrage de la caméra

IR info	Valeur
Ir NO	3
Température de référence	22 °C
Emissivité (ems)	0.95
distance	1 m
Temp Max	57.68 °C



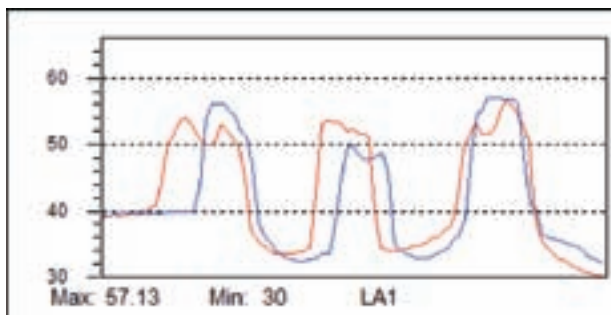
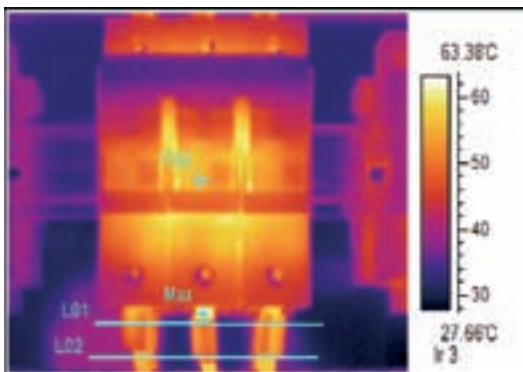
TP n°2

Thermogramme N°2 après analyse des images sur le système « HABILIS »

3.5. Compléter les renseignements suivants.

Date d'inspection	06 Février 2007
Nom de l'opérateur	
Emplacement	Salle 404
Identification de l'équipement visé	Système habilis Départ des résistances
Désignation de l'élément contrôlé	Sectionneur porte fusible « Q10 »
Intensité mesurée	12 A ; 12.2 A ; 12.1 A

3.5. Paramétrage de la caméra



IR info	Valeur
Ir NO	5
Température de référence	23,2 °C
Emissivité (ems)	0.95
distance	1 m
Temp Max	63,68 °C

3.6. Anomalie constatée lors de la visée

Température atteinte sur le sectionneur porte fusible « Q10 » élevé. Pas de problème de connexion. Le courant mesuré sur chaque phase est correct. Prévoir le remplacement du sectionneur

3.7. Action corrective préconisée

Type de priorité	
Priorité 0	
Priorité 1	
Priorité 2	X
Priorité 3	

Intervention à prévoir :

Remplacement du sectionneur et vérification du fusible



SOCOTEC S.A

Présentation d'un organisme de contrôle

Ce numéro des "Cahiers de l'Instrumentation" étant consacré au Contrôle Machine, il nous a semblé important de décrire au travers de ce reportage, un important "organisme de contrôle" chargé officiellement de vérifier les points assurant la sécurité des biens et des personnes.



Le Groupe **SOCOTEC S.A**

Issue du Bureau VERITAS, créée en 1929 et historiquement premier organisme de contrôle de la construction en France, l'entreprise SOCOTEC a vu le jour en 1953. Il est toujours leader national sur ce marché en matière d'inspection, d'assistance technique de conseil et de formation dans les domaines du bâtiment, de l'immobilier en exploitation, de l'industrie et des services.

Avec 363 M€ en 2005 et 5000 personnes dont 3800 ingénieurs et techniciens, le groupe SOCOTEC S.A est aujourd'hui un des grands leaders français en matière d'inspection. Tant en France qu'à l'étranger (SOCOTEC International est présent dans plus de 30 pays), il assure l'assistance technique, le conseil et la formation dans des domaines aussi diversifiés que la construction, l'immobilier, l'industrie et la santé.



La stratégie de groupe vise à le positionner en tant que prestataire de services de référence à l'écoute permanente de ses clients, capable d'assurer des missions et prestations couvrant l'ensemble de leur problématique spécifique de maîtrise des risques et d'amélioration des performances.

Pour ce reportage, centré principalement sur des contrôles industriels, nous nous intéresserons plus particulièrement à l'un des pôles du groupe; **SOCOTEC Industries**.

En matière de sécurité, les réglementations Françaises et Européennes sont de plus en plus complexes et contraignantes. Les dernières décennies ont vu s'accroître le besoin de contrôle des risques et de la sécurité.

Désormais, cela implique la nécessité de l'analyse en amont de ces risques, afin de les anticiper et de les prévenir. Cette démarche est essentielle pour la préservation de la vie d'autrui de l'intégrité physique, de la santé, des biens, pour la réussite d'un projet, le droit au confort, l'équilibre environnemental, la préservation de l'emploi, la garantie de qualité des produits et des services, la santé publique, le développement durable...

Les responsables industriels exigent une mobilisation permanente des moyens techniques et humains. Cette exigence concerne des démarches qualité, sécurité et l'adaptation des installations à l'évolution permanente des normes. Pour rester compétitifs, sites et process font sans relâche l'objet d'améliorations. Le **Groupe SOCOTEC** accompagne les industriels dans l'identification des points sensibles du site, des axes de progrès les plus prometteurs ou de rationalisation de l'organisation et de son fonctionnement.

Les contrôles de sécurité électrique sont réalisés par campagnes de mesures soit, selon des périodicités obligatoires, soit sur demandes d'industriels. Ces contrôles respectent au point près, les Directives des nombreuses normes en vigueur.

Alain KOHLER

Le contrôle électrique

industriel et tertiaire

Avec l'aimable autorisation du Centre Gérontologie Clinique LEOPOLD BELLAN de MAGNANVILLE (78200), nous avons accompagné un inspecteur de l'organisme de contrôle de la SOCOTEC Industries sur le terrain pour un exemple de contrôle. Situé dans un cadre magnifique de verdure, ce centre médicalisé loi 1901, accueille dans les meilleures conditions possibles les personnes âgées nécessitant une surveillance médicale.



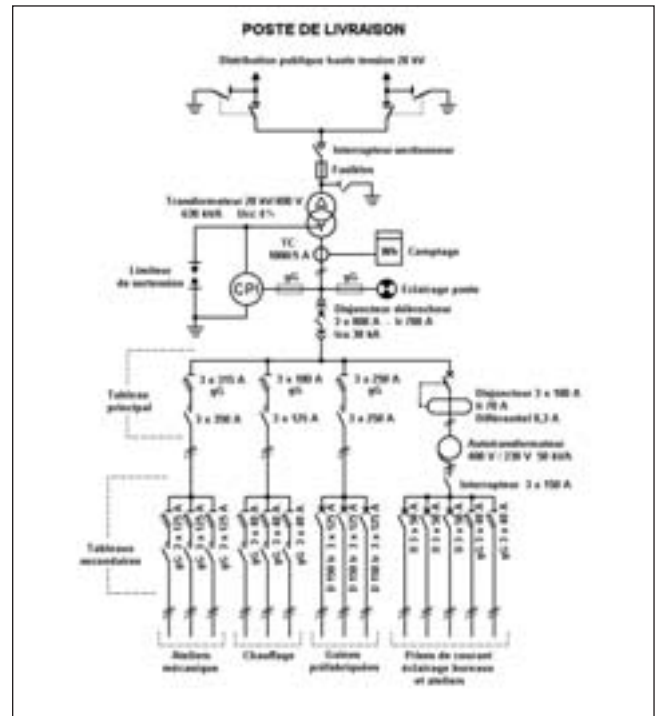
Entrée du Centre

Les nombreux bâtiments, activités et la médicalisation du site, nécessitent une importante disponibilité d'énergie et le contrôle très strict des installations dans le respect des normes en vigueur.

Le site est classé "U 3^{ème} Catégorie", cette norme spécifique aux hôpitaux et sites médicalisés impose des contrôles complémentaires par rapport aux sites industriels classiques.

A cette occasion, nous sommes intervenu sur un Poste de Livraison 20 kV / 400 V de 630 kVA.

Ce poste est constitué des cellules d'arrivées, du transformateur HT/BT, de dispositifs de protections et de coupures, puis du TGBT sur lequel nous avons travaillé.



Exemple de poste de livraison



Transfo HT/BT et cellules protections



Le château du parc



Comptage "VERT" industriel

Au cours des contrôles, il a été constaté un net déséquilibre des charges sur la phase 2. Ceci parce que

nous étions au milieu de l'après-midi sans utilisation de l'éclairage dans les nombreux bâtiments du site.



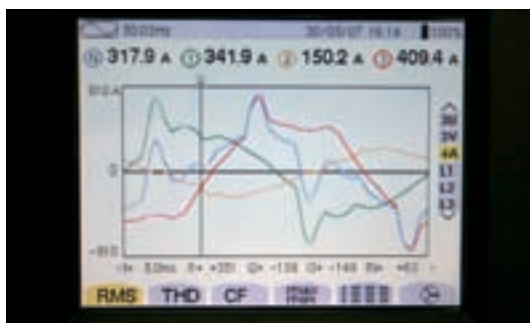
Le T.G.B.T



Intervention sur TGBT



Mesures avec un C.A 8334



Visualisation d'une mesure sur l'appareil

Intervention réglementaire de conformité électrique

Principales mesures réglementaires

Elles comprennent :

- Vérification visuelle de l'état général de l'installation
- Mesures d'isollements de l'installation au TGBT jusqu'au dernier récepteur (en cas de défaut)
- Test des différentiels
- Mesure de la prise de terre
- Tests de continuité de terre sur tous les récepteurs
- Rédaction d'un rapport pour le client

En cas de problème(s)

- Un rapport provisoire est remis au client
- Le client doit effectuer une mise en conformité selon un niveau de priorité précisé dans le rapport
- Si la mise en conformité n'est pas effectuée dans les normes et dans les temps, les autorités compétentes soit, les Commissions d'Hygiène et de Sécurité (CHS) ou l'Inspection du Travail peuvent mettre en demeure le client à effectuer les travaux dans les plus bref délais ou, si non exécution et selon la gravité des dangers, fermer l'établissement.

Périodicité des contrôles

- Un premier contrôle est obligatoire avant la première mise en service des installations ou lors de modifications
Décret 14-11-1988 / art. 53
- Ensuite tous les ans pour les établissements recevant des travailleurs
Code du travail R232-1-12
Décret 14-11-1988 / art. 53
- Des contrôles exceptionnels peuvent être demandés sur mise en demeure par les autorités compétentes.
Décret 14-11-1988 / art. 54

Références aux normes

NF C 15.100	Installation Basse Tension Décret du 14/11/1988 et arrêté du 20/12/1988
IEC/EN 61.557-1	Généralités
IEC/EN 61.557-2	Isolement
IEC/EN 61.557-3	Impédance de boucle
IEC/EN 61.557-4	Continuité
IEC/EN 61.557-5	Terre
IEC/EN 61.557-6	R.C.D. (Différentiels)
IEC/EN 61.557-7	Rotation de phases

Le contrôle machine

Obligatoire depuis 1995, l'aspect normatif dépend de la Directive machine **EN 60204-1**.

Elle comprend les essais suivants :

Temps de décharge

- 1 seconde maximum à 60 V sur l'alimentation (mesure 2 points),
- 5 secondes maximum sur toute autre partie accessible (mesure 4 points).

Isolement

- 1 M Ω sous 1000 V.

Continuité

- ΔU maximum sous $I > 10$ A AC pendant 10 secondes fonction de la section du câble PE :

- 1,0 V maximum / section $\geq 6,0$ mm²
- 1,4 V maximum / section 4,0 mm²
- 1,9 V maximum / section 2,5 mm²
- 2,6 V maximum / section 1,5 mm²
- 3,3 V maximum / section 1,0 mm²

Diélectrique

2 x U nominal (minimum 1 kV) sous 500 VA pendant 1 seconde.

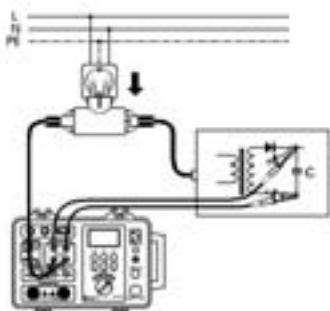


Le C.A. 6121 de Chauvin Arnoux

L'appareil permettant l'ensemble des contrôles nécessaires à cette Directive peut être représenté par le modèle C.A. 6121 de Chauvin Arnoux.

Voici maintenant les méthodes de mesures et les caractéristiques de l'appareil :

Temps de décharge



Gamme de tension : 600 V AC/DC

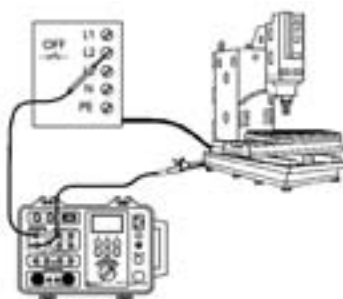
Temps de mesure maximum : 10 secondes

Seuil de décharge : 60 V

- Mesure du temps de décharge aux bornes de l'alimentation de la machine (système 2 points)

- Mesure du temps de décharge de composants internes (système 4 points : 2 pour la détection de la coupure secteur et 2 pour la mesure de composants internes).

Essai d'isolement

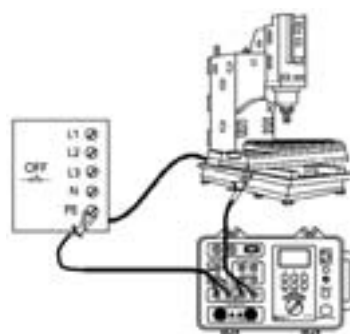


Isolement sous : 500 V ou 1000 V DC

Gamme : 0 à 500 M Ω

- Programmation possible d'un seuil de résistance minimum, en dessous duquel, une alarme sonore et visuelle se déclenche.
- Essai avec ou sans minuterie (2 secondes à 10 minutes)

Essai de continuité



Gamme : 0 à 1,99 Ω

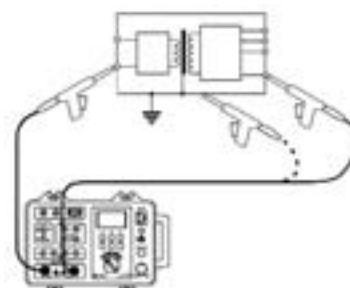
Tension d'essai : < 12 V AC

Courant d'essai : (0 à 500 m Ω) > 10 A AC

- Mesure en 4 fils
- Affichage du résultat, soit en V (chute de tension ΔU défini selon EN 60204-1), soit en Ω .

Programmation d'un seuil maximum de chute de tension (valeurs pré-réglées selon normes), ou de résistance, avec déclenchement d'une alarme sonore et visuelle en cas de dépassement.

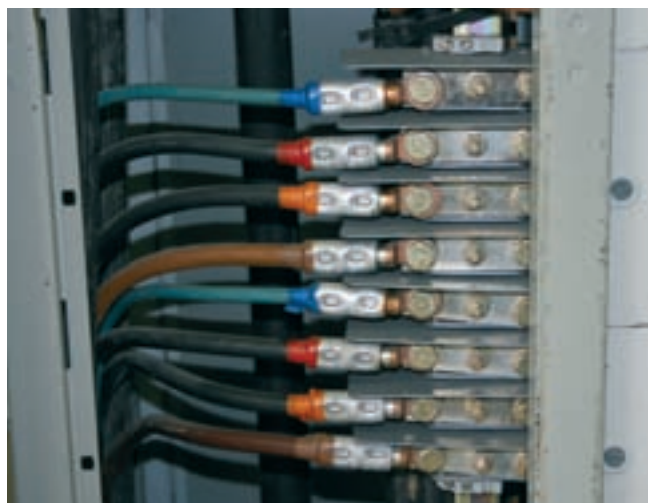
Essai diélectrique



Tension d'essai : 1000, 1250 et 1500 V

Puissance : 500 VA

- Réglage du seuil de courant maximum de 1 à 500 mA.
- Essai avec ou sans minuterie (1 seconde à 5 minutes).
- Affichage des tensions et courants réels.
- Sorties flottantes HT pour une meilleure sécurité.



Bien entendu, les Organismes de Contrôle répondent à de nombreux autres contrôles normatifs.

L'énumération de ceux-ci nécessiterait l'ensemble de cette édition pour les citer.

En voici quelques exemples concernant ceux relatifs à l'électromécanique (Dates des Arrêtés et périodicité des contrôles) :

Portes et portails automatiques -

Arrêté du 21/12/1993 - Périodicité : 6 mois

Ascenseurs seulement

(CT) - CCH/art. L 125-2-4 - Périodicité : 5 ans

Ascenseurs et monte-charge (Installations complètes) -

Code du travail, art. R 232-1-12

Câbles et chaînes de suspension -

Décret du 10/07/1913 modifié par le Décret 45-800 du 23/04/1945, art 11f

Périodicité : 6 mois

Elévateurs divers

Elévateurs pour personnes à mobilité réduite - Arrêté du 01/03/2004 - Périodicité : 6 mois

Monte-charge accessible aux personnes - Arrêté du 01/03/2004 - Périodicité : 1 an

Equipement de Travail-Levage

Elévateurs de personnel mus à la main - Arrêté du 01/03/2004 - Périodicité 3 mois

Grues auxiliaires de chargement sur véhicule, Grues à tour à montage rapide ou automatisé sur stabilisateur, Bras ou portique de levage pour bennes amovibles, Chariots élévateurs / hayons élévateurs, Monte meubles / monte matériaux de chantier, Engins de terrassement équipés pour le levage, Grues mobiles automotrices ou sur véhicule porteur sans montage ou démontage des parties importantes, Tracteurs poseurs de canalisations, Plates-formes élévatrices mobiles de personnes - Arrêté du 01/03/2004 / art. 20 §2

- Périodicité : 6 mois

Autres appareils de levage de charges, Accessoires de levage (élingues, palonniers...)

- Arrêté du 01/03/2004 - Périodicité : 1 an

Lors de la mise ou remise en service d'un appareil ou d'un accessoire de levage y compris adéquation et examen de montage et d'installation - Arrêté du 01/03/2004, section 3 et 4

Diagnostic de conformité des appareils de levage non "CE" - Décret 98-1084 du 02/12/1998

Etat de conformité d'appareils de levage "CE" - Annexe 1 à l'article R 233-84 du CT

Etat de conformité à la demande de l'inspection du travail - Code du travail - L 233-5-2, R 233-80, R233-82

Equipement de Travail-Machine

Presses, massicots, compacteurs, bennes à ordures...

- Arrêté du 05/03/1993 - Périodicité : 3 mois

Centrifugeuses, Chargeuses, pelleteuses..., Arbres à cardans, motoculteurs... - Arrêté du 05/03/1993 - Périodicité : 1 an

Etat de conformité à la demande de l'inspection du travail - Code du travail - L 233-5-2, R 233-80, R233-82

Diagnostic de conformité des machines mobiles non "CE" - Décret 98-1084 du 02/12/1998

Diagnostic de conformité des machines en service non "CE" - Décret 93-40 du 11/01/1993

Etat de conformité des machines "CE" - Annexe 1 à l'article R 233-84 du CT

Conclusion

Nous espérons que ce reportage vous apportera quelques éclaircissements sur une partie des tâches nombreuses qui incombent aux Organismes de Contrôle.

Nous tenons particulièrement à remercier la Direction du Centre Gérontologie Clinique LEOPOLD BELLAN et son Directeur technique, ainsi que le Directeur de la communication et un des Responsable technique Ile de France du Groupe SOCOTEC Industries qui nous ont renseignés et permis le reportage de "terrain".

Alain KOHLER



sourire



❖ E-Mail : info@leclubdumesurage.com ❖

❖ www.leclubdumesurage.com ❖