

ACRS
Association pour le Contrôle et la Révision des Systèmes

Power-Audit

Les nouveaux consommateurs électriques

Les régimes de terre

... et vous!

Thierry Eggen, ON5TE, 1 Oct. 2013

Because your power distribution is also a mission-critical network

ACRS
Association pour le Contrôle et la Révision des Systèmes

Une autre vision de l'électricité

Il y a les lois humaines: RGIE, normes, labos de certification,...

- On est prisonniers de textes légaux, parfois techniquement dépassés
- On y effectue des mesures en laboratoire

Il y a les lois de la physique, sur le terrain

- On ne les fabrique pas: on les découvre
- On travaillera donc par des mesures de terrain
- Les équipements de mesure seront donc différents, les méthodes aussi

Because your power distribution is also a mission-critical network

ACRS
Association pour le Contrôle et la Révision des Systèmes

L'électricité peut être fortement polluée

De l'extérieur, par le fournisseur: Un cheval de Troie

- Distorsion en tension
- Surtensions, chutes de tension, Papillonnage, Transitoires
- Déséquilibre des tensions
- EN-50160 est une protection illusoire

De l'intérieur: l'art de se tirer dans le pied

- Pollution créée en interne
- Déséquilibres générant des sous-harmoniques
- Electronique générant des harmoniques
- Electronique générant des courants à fréquences plus élevées
- Manque d'immunité par rapport à ces pollutions
- Pontages PEN

Because your power distribution is also a mission-critical network

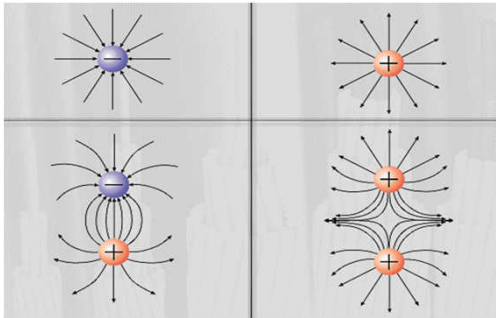
ACRS
Association pour le Contrôle et la Révision des Systèmes

Retour aux sources ...

Because your power distribution is also a mission-critical network

ACRS
Association pour le Contrôle et la Révision des Systèmes

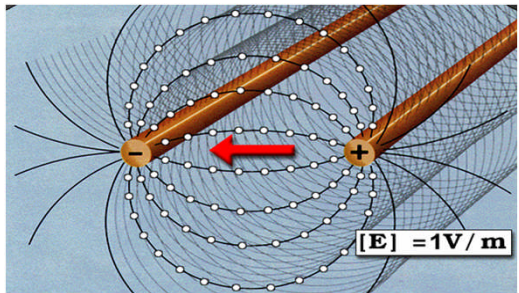
Champ électrique: Attraction ou répulsion de charges



Because your power distribution is also a mission-critical network

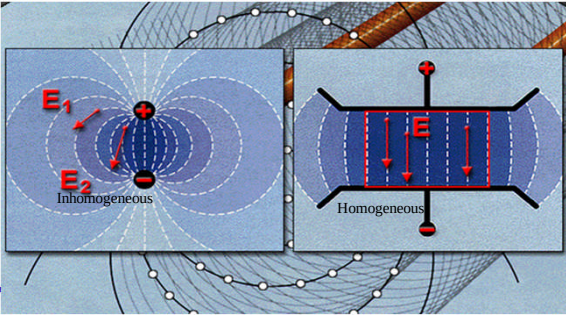
ACRS
Association pour le Contrôle et la Révision des Systèmes

Champ électrique: Les charges voudraient se mouvoir



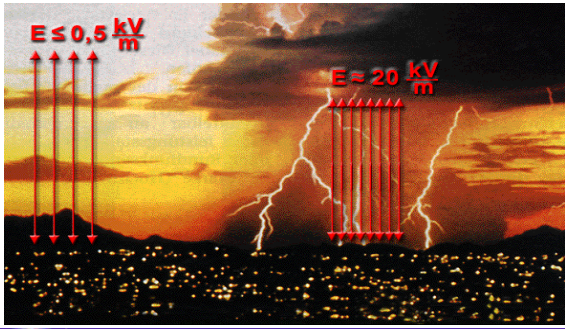
Because your power distribution is also a mission-critical network

Champ homogène et non-homogène



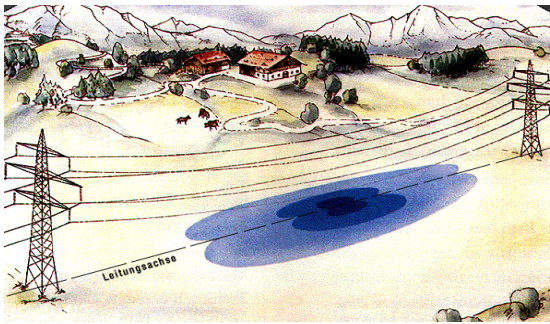
Because your power distribution is also a mission-critical network

Valeurs courantes dans la nature



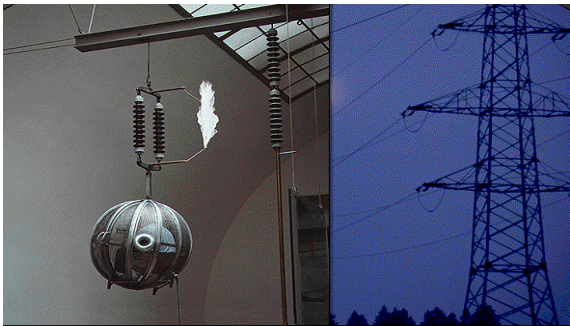
Because your power distribution is also a mission-critical network

Champs d'origine humaine



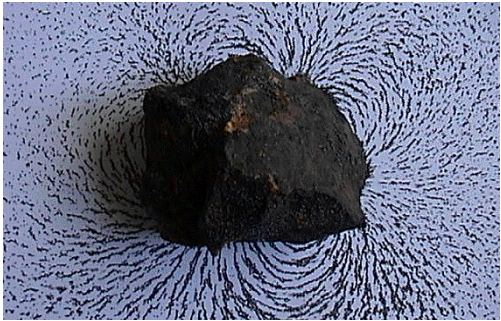
Because your power distribution is also a mission-critical network

Une protection simple: la cage de Faraday



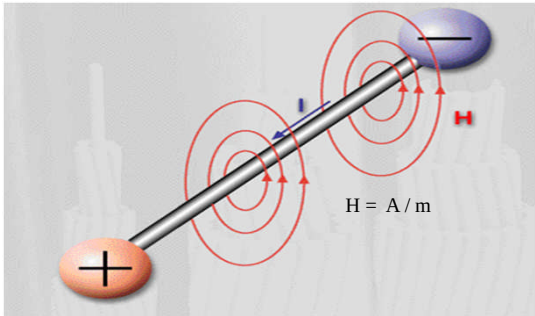
Because your power distribution is also a mission-critical network

Champs magnétique: naturel ou généré



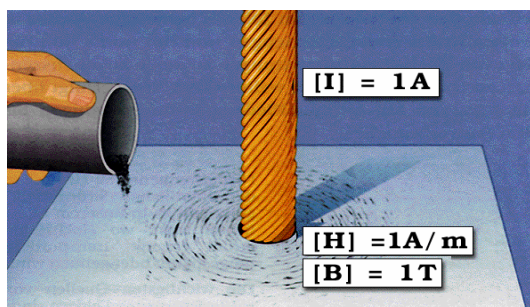
Because your power distribution is also a mission-critical network

Généré par des charges électriques en mouvement



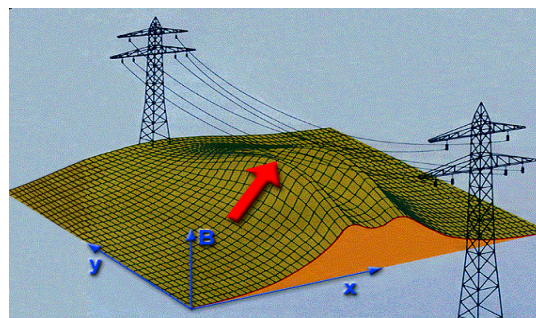
Because your power distribution is also a mission-critical network

Flux magnétique



Because your power distribution is also a mission-critical network

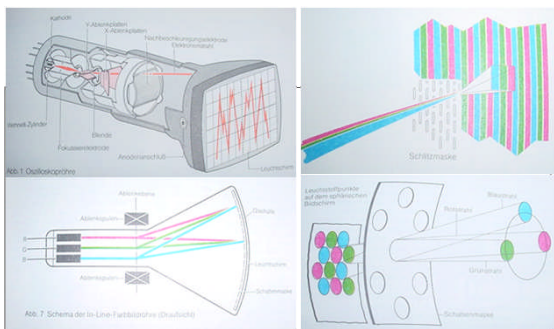
Champs créés par l'homme



Because your power distribution is also a mission-critical network

Protection nettement moins simple

Ni simple ni bon marché: mumétal, ferrites, etc.



Because your power distribution is also a mission-critical network

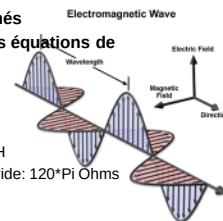
Pour mémoire: Champs électromagnétiques

- Champs magnétique et électrique combinés
- Leur relation mutuelle est décrite dans les équations de Maxwell

- Même fréquence
- Même phase
- Champs E et H orthogonaux
- Se propagent orthogonalement au plan E et H
- Intensité relative décrite par l'impédance du vide: $120 \cdot \pi \text{ Ohms}$
- Converti en et de l'électricité via une antenne

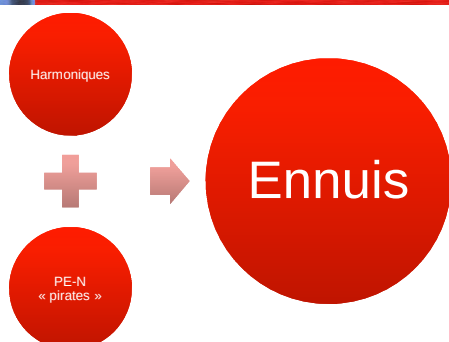
• Aujourd'hui

- Nous considérons seulement les fréquences sous 30 KHz
- On peut raisonnablement considérer ces deux champs comme indépendants



Because your power distribution is also a mission-critical network

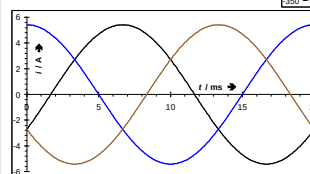
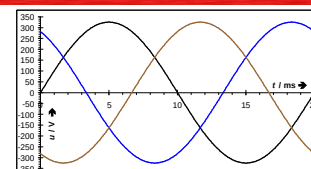
Aujourd'hui nous parlerons de



Because your power distribution is also a mission-critical network

Le bon vieux temps ...

Tension idéale sur un réseau triphasé



3 charges monophasées resisto-inductives égales

Le courant de N est nul ou faible

Because your power distribution is also a mission-critical network

DEMO

- Boucle de courant avec le transformateur de test
- Relation tension/courant
 - Une ampoule classique à incandescence
 - Le primaire du transformateur de test
 - Un ballast classique et tube fluorescent

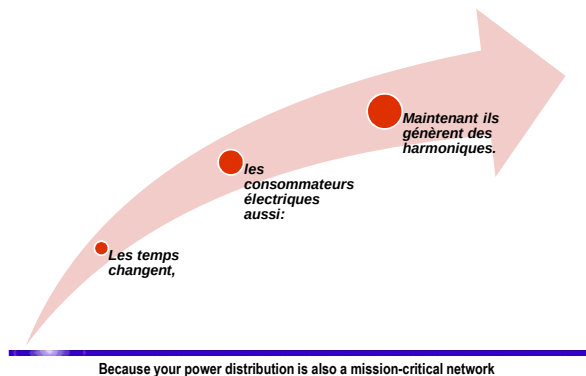
Because your power distribution is also a mission-critical network

Premier tueur en série:

Les HARMONIQUES

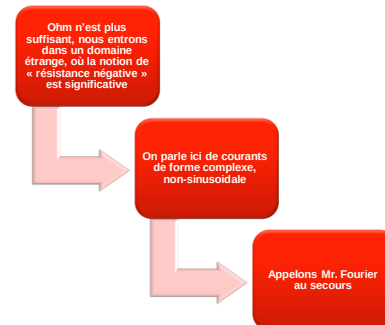
Because your power distribution is also a mission-critical network

De nouveaux consommateurs d'électricité



Because your power distribution is also a mission-critical network

Sources: charges non-linéaires, déformantes



Because your power distribution is also a mission-critical network

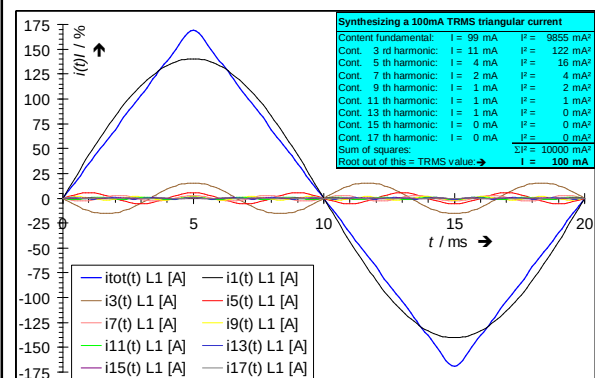
Que nous dit-il?

Tout signal répétitif peut être composé à partir d'une somme de signaux sinusoidaux, dont les fréquences sont des multiples entiers de la fréquence de répétition.

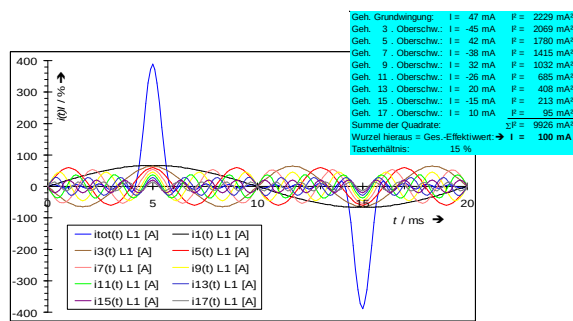
Compiqué? Pas tellement, voyons un exemple.

Because your power distribution is also a mission-critical network

Signal triangulaire construit à partir d'harmoniques



Composition d'un signal triangulaire



Because your power distribution is also a mission-critical network

Demo



Teaching Toy

Because your power distribution is also a mission-critical network

Source majeure: alimentations à découpage

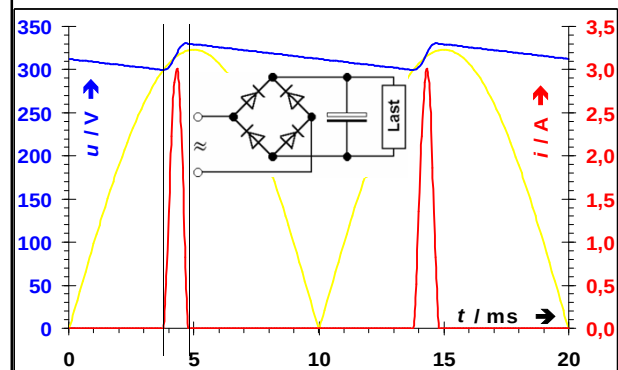


Puissance faibles, mais beaucoup d'unités:

- Ordinateurs, photocopieuses, chargeurs de GSM, TV, DVD, etc...
- Variateurs de vitesse de moteurs
- Eclairage: dimmers, lampes soi-disant économeuses d'énergie, ballasts électroniques, transformateurs électroniques, ...

Because your power distribution is also a mission-critical network

Redresseur monphasé à découpage



DEMO



Analyse harmonique: Fluke 41B ou Fluke 435

- Ampoule à incandescence classique
- Tube fluorescent avec ballast normal
- Dimmer
- Lampe fluocompacte

Trucs et astuces

- Un oscilloscope bon marché: votre PC
- Un analyseur de spectre pour le même prix
- Une sonde de courant très bon marché: un vieux transfo

Because your power distribution is also a mission-critical network

Complication: La source de fem est imparfaite



L'impédance de la source de puissance n'est pas nulle

- Impédance interne du générateur ou transformateur
- Câblage: 3 à 6% de chute de tension
- Impédances de disjoncteurs, équipements de mesure, ...
- Ces impédances sont communes à tous les consommateurs

Les harmoniques en courant

- générées par les charges non-linéaires sont converties en harmoniques de tension via ces impédances communes

Les harmoniques en tension

- sont disséminées partout dans le distribution en tant que THD (Total Harmonic Distortion)

Une THD en tension

- de plus de 6% est susceptible de perturber certains équipements

Because your power distribution is also a mission-critical network

Demo: évaluer simplement ces impédances



Appelons Mr. Ohm à l'aide

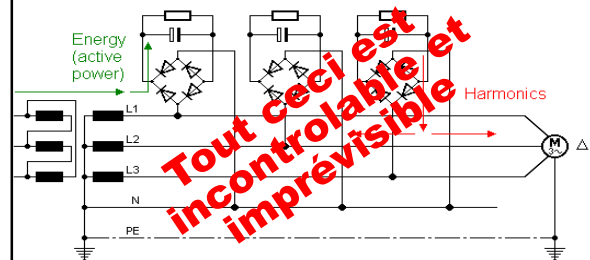
- Impédance interne du générateur ou transformateur
- Câblage: 3 à 6% de chute de tension
- Impédances de disjoncteurs, équipements de mesure, ...
- Ces impédances sont communes à tous les consommateurs

Ex. : mesure de l'impédance de ligne

- Avec une simple chaufferette
- Valable pour résistance de contacts aussi

Because your power distribution is also a mission-critical network

Charge non linéaire = source fem d'harmoniques



Because your power distribution is also a mission-critical network

Les temps ont changé, mais pas nos habitudes ...



Trois phases:

A part les gros moteurs, y a-t'il vraiment une bonne raison?

Circuit en étoile:

4 fils: moins cher que 6!

Section de neutre sous-dimensionnée:

Moins cher!

Etait acceptable lorsque le courant de N était faible

Ne l'est plus !

Because your power distribution is also a mission-critical network

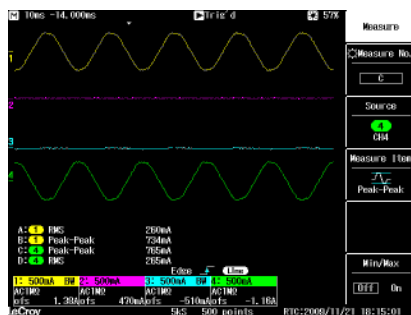
Charges linéaires: simples ampoules



L1 - N

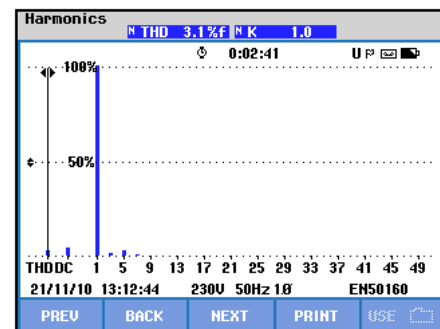
Because your power distribution is also a mission-critical network

1 lampe 40 W classique: L1 = - N



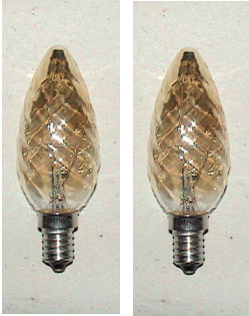
Because your power distribution is also a mission-critical network

Distorsion harmonique totale faible



Because your power distribution is also a mission-critical network

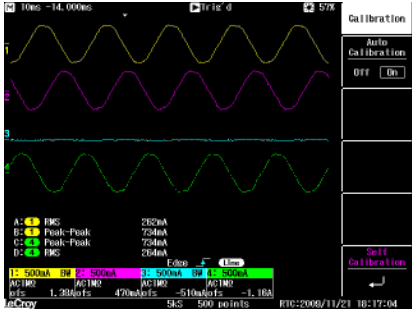
Charges linéaires: simples ampoules



L1 - N L2 - N

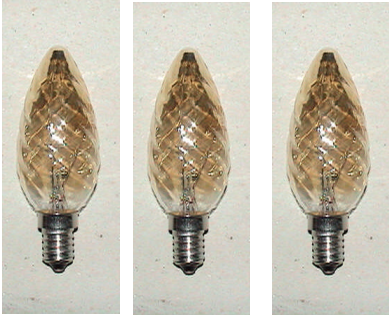
Because your power distribution is also a mission-critical network

2 lampes 40 W: $L1 + L2 = -N$



Because your power distribution is also a mission-critical network

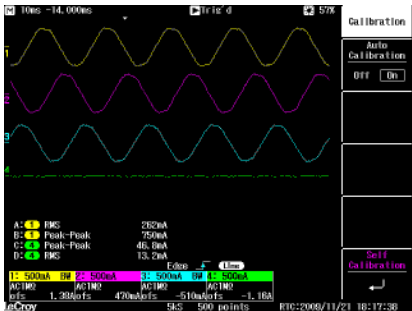
Charges linéaires: simples ampoules



L1 - N L2 - N L3 - N

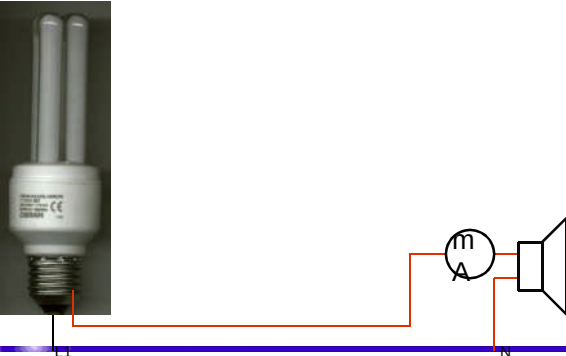
Because your power distribution is also a mission-critical network

3 lampes 40 W: $L1 + L2 + L3 = N = 0$



Because your power distribution is also a mission-critical network

Même mesure: charges non linéaires



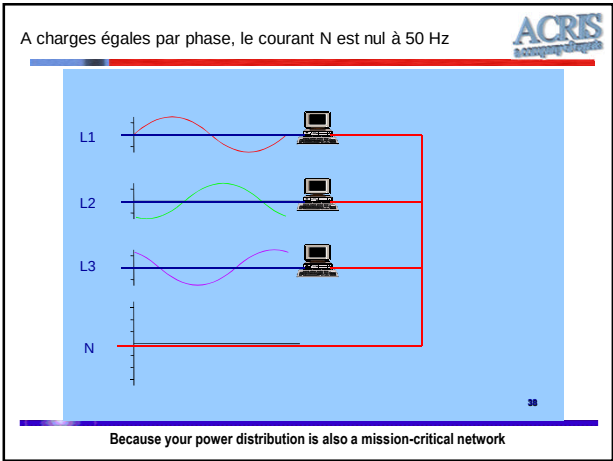
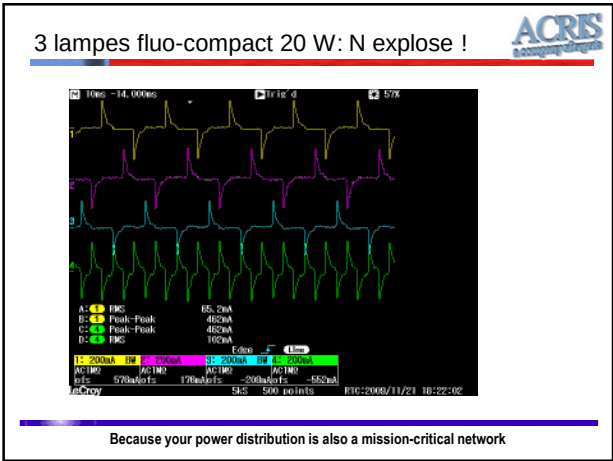
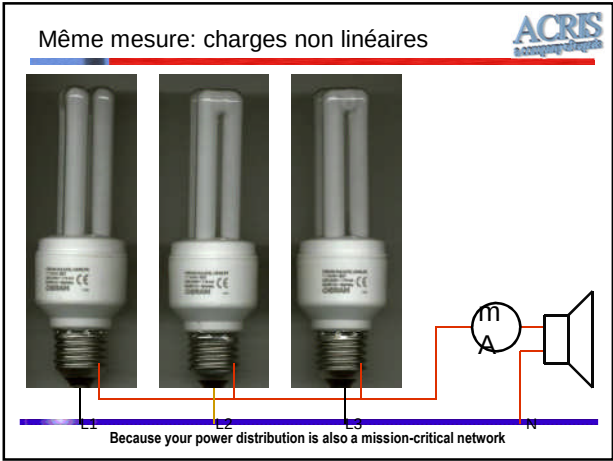
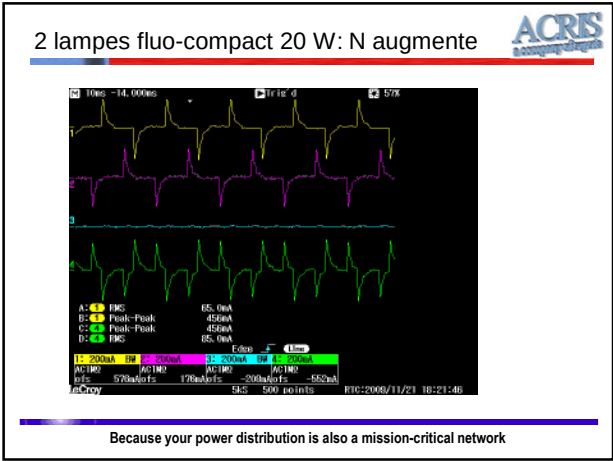
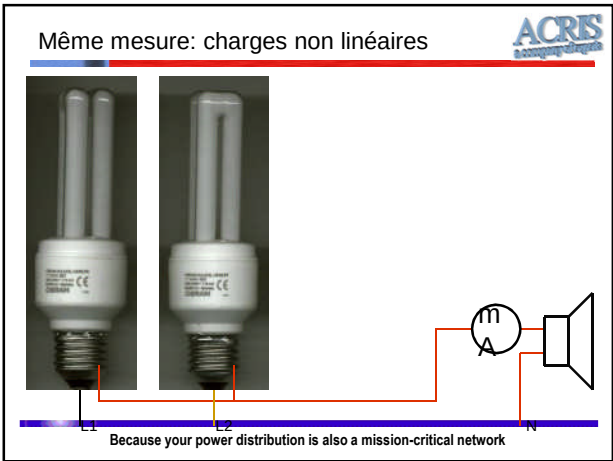
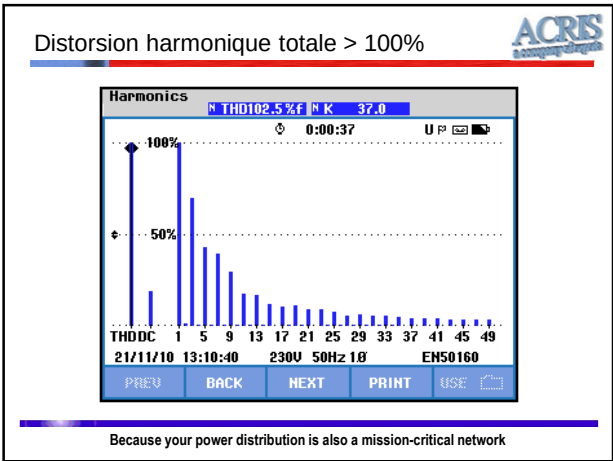
L1

Because your power distribution is also a mission-critical network

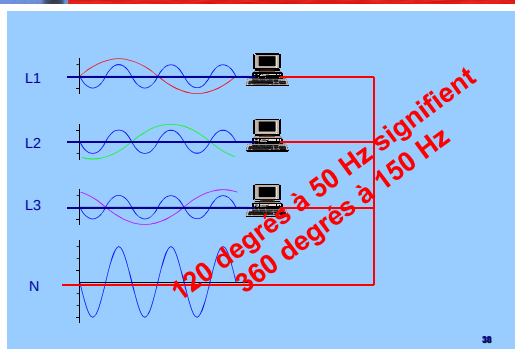
1 lampe fluo-compact 20 W: $L1 = -N$



Because your power distribution is also a mission-critical network

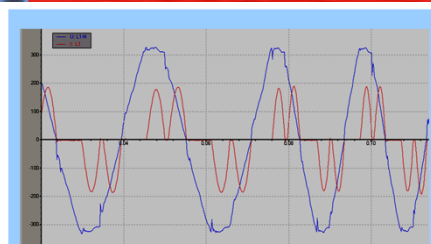


Mais pour l'harmonique 3, les courants s'additionnent



Because your power distribution is also a mission-critical network

Donc, avec des charges non-linéaires



Tension et courant ne sont **PAS** sinusoïdaux!

Tension et courant ne sont **PAS** en phase!

Because your power distribution is also a mission-critical network

Nouvelles mesures complexes

Single Phase Readings - 11.13.01 09:44:42									
Summary Information			Voltage	Current	Record	Max	Average	Min	
Frequency	49,99	RMS	228,9	1316,9	V RMS	229,16	228,91	228,45	
Power		Peak	320,7	1965,5	A RMS	1316,89	1289,71	1277,60	
KW	277,2	DC Offset	-0,1	-3,0	V Peak	321,16	320,65	319,95	
KVA	301,5	Crest	1,4	1,49	A Peak	1965,50	1934,38	1916,25	
KVAR	111,3	THD Rms	1,72	10,65	V THD-R%	1,75	1,73	1,70	
Peak KW	569,1	THD Fund	1,72	10,71	A THD-R%	10,89	10,80	10,63	
Phase	22° lag	HRMS	3,9	140,2	KWatts	277,21	270,19	267,82	
Total PF	0,92	KFactor		1,44	KVA	301,51	295,24	292,63	
DPF	0,93				TPF	0,92	0,92	0,91	

Because your power distribution is also a mission-critical network

Changeons nos habitudes mentales

Ne parlons plus qu'en termes de valeurs RMS

Nouvelles venues: valeurs synthétiques

- Distorsion harmonique totale: THD
- Facteur de crête: rapport valeur de crête/RMS

Oubliez le cosinus Phi, parlons de facteur de puissance

Danger: les charges peuvent apparaître comme capacitives à certaines fréquences et inductives à d'autres

Because your power distribution is also a mission-critical network

Effets pervers des harmoniques

Thermiques: surchauffe et vieillissement prématuré

- Condensateurs ($Z=1/\omega C$), risques d'incendie
- Conducteurs, particulièrement le Neutre (surcharge, résistivité)
- Pertes et surchauffes dans les transformateurs et machines (derating factor)
- Surchauffe de fusibles

Facteur de crête

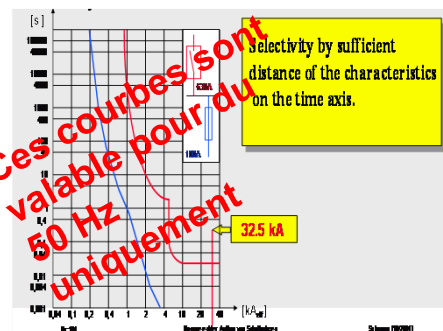
- Déclenchement intempestif de disjoncteurs
- Diminution du pouvoir de coupure

THD

- Fonctionnement anormal et erratique d'équipements électroniques/télécom
- Délire de systèmes de correction automatique de Cos ϕ
- Dégradation du facteur de puissance
- Mesures de consommation erronées

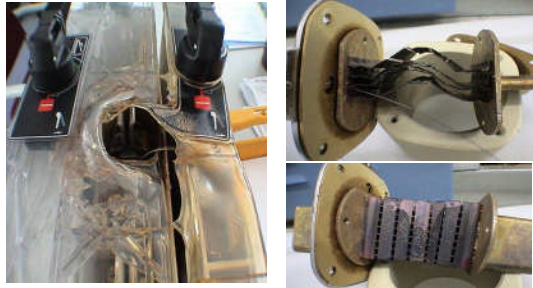
Because your power distribution is also a mission-critical network

Effets pervers



Because your power distribution is also a mission-critical network

Et le fusible est toujours conducteur!



Because your power distribution is also a mission-critical network

Harmoniques & Pontages PEN



- **Courants vagabonds**
 - Blindage du câblage télécom
 - Gradients de tension en surface
- **Champs magnétiques**
 - Courants induits
 - Video CRT jitter, moirage
 - Confort ou santé humaine?
- **Electrochimie: corrosion**
 - Courants N en augmentation
 - Proportionnelle à la fréquence

Because your power distribution is also a mission-critical network

PE – N

et

Pollution croisée



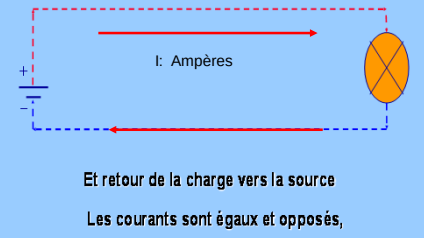
Because your power distribution is also a mission-critical network

Retour sur la boucle de courant fermée



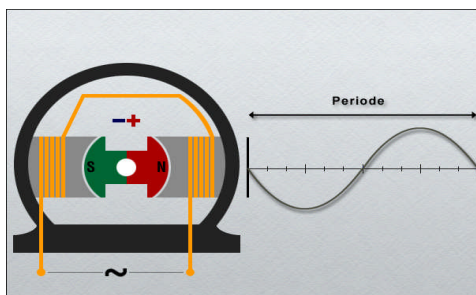
Une simple boucle de courant

De la source vers la charge



Because your power distribution is also a mission-critical network

Et en alternatif?

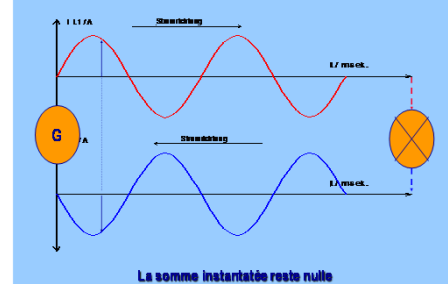


Because your power distribution is also a mission-critical network

Même règles: somme des courants nulle

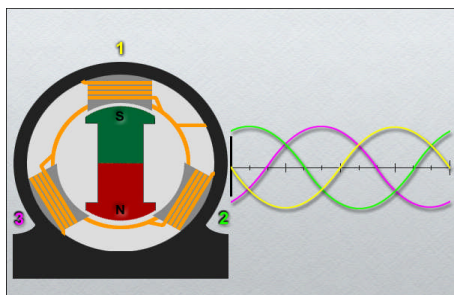


(Single-Phase AC)



Because your power distribution is also a mission-critical network

Idem en triphasé: somme des courants nulle



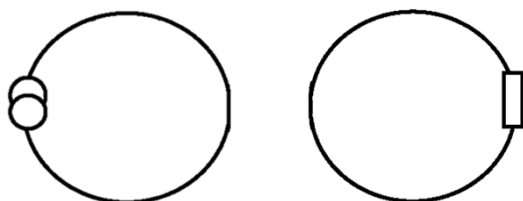
Because your power distribution is also a mission-critical network

Complication

- Monsieur Kirchhoff est toujours vivant

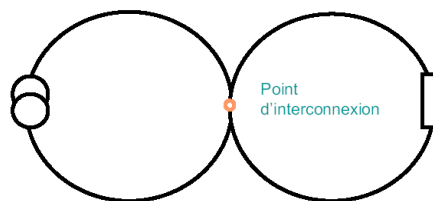
Because your power distribution is also a mission-critical network

Deux circuits séparés: pas de problèmes



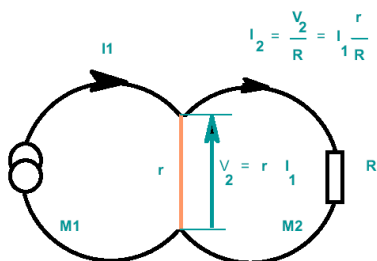
Because your power distribution is also a mission-critical network

Un seul point de contact: toujours OK



Because your power distribution is also a mission-critical network

Pollution croisée via impédance commune



Because your power distribution is also a mission-critical network

DEMO



- Boucle de courant étendue, transfo de test
- Kirchhoff avec vélo, panier ...

Because your power distribution is also a mission-critical network

En fin de compte



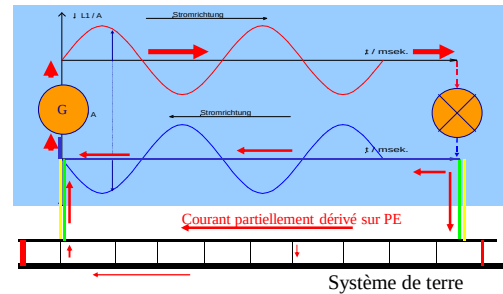
- De mauvaises habitudes quant au Neutre et à la Terre
- On a l'habitude de les confondre
- Ce n'était pas gênant lorsque le courant de N était faible, mais ...

Because your power distribution is also a mission-critical network

Vieilles mauvaises habitudes ...

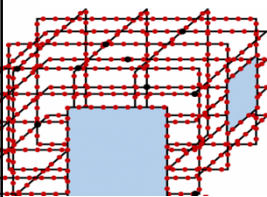


Le courant de retour est distribué sur deux câblages



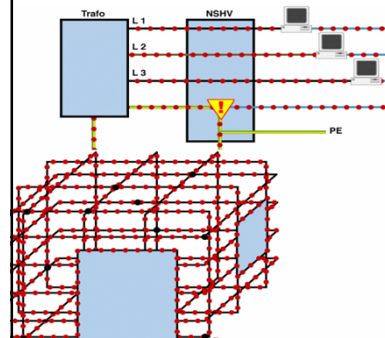
Because your power distribution is also a mission-critical network

De facto, le réseau de terre est partout ...



Because your power distribution is also a mission-critical network

Les impédances communes font le reste ...



Because your power distribution is also a mission-critical network

Et alors, où est le problème ?



Cette habitude est généralement justifiée par une diminution des coûts, voire une pseudo amélioration de la sécurité.

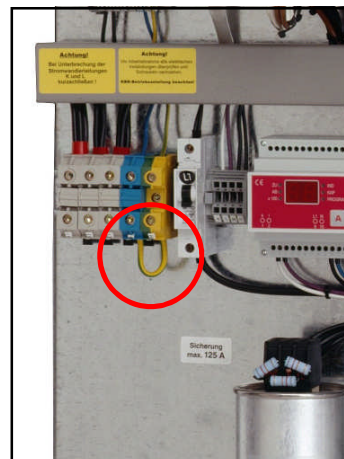
Elle n'était pas très gênante lorsque le courant de N était assez faible.



Mais nous venons de voir que la multiplication des consommateurs modernes augmente fortement la charge du neutre.

De ce fait les courants vagabonds augmentent fortement aussi.

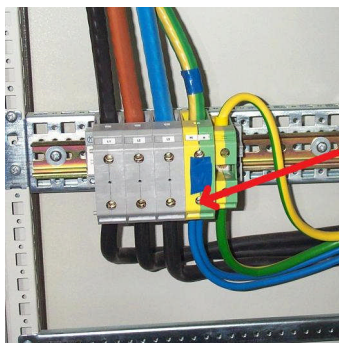
Because your power distribution is also a mission-critical network



Pontage préinstallé ...
... oublié de l'enlever!

a mission-critical network

Sympa, non?



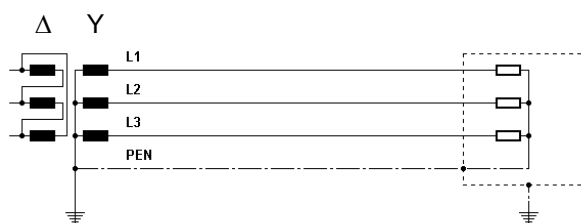
Because your power distribution is also a mission-critical network

Quid des régimes de terre?



Because your power distribution is also a mission-critical network

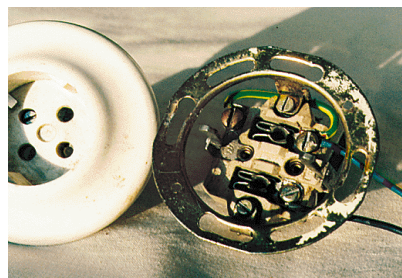
TN-C: Le pire, à oublier tout de suite



TN-C (terre neutre commun):
Mieux que rien ... il y a 50 ans ...

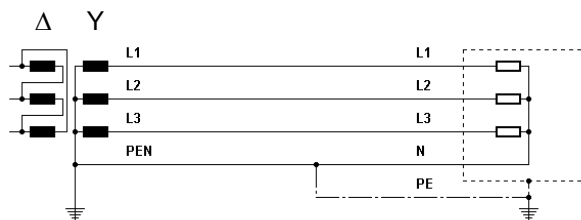
Because your power distribution is also a mission-critical network

Vive le TNC!



Because your power distribution is also a mission-critical network

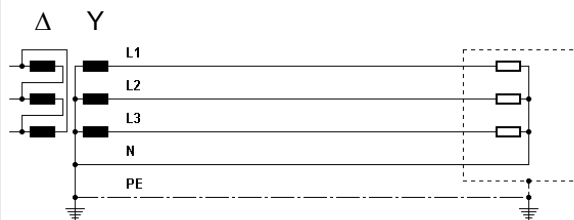
TN-C-S: Pas beaucoup mieux



TN-C-S (terre neutre commun séparé):
Compromis insuffisant

Because your power distribution is also a mission-critical network

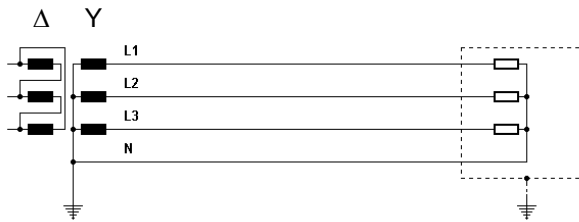
TN-S: Tout simplement le meilleur



TN-S (terre neutre séparés):
Que du bon!

Because your power distribution is also a mission-critical network

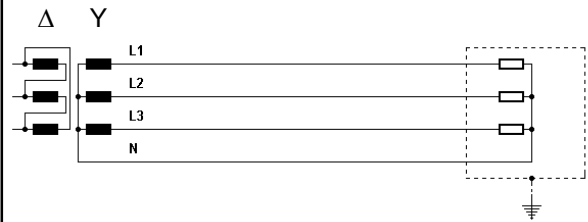
TT: Surtout en distribution résidentielle



TT (terre terre)

Because your power distribution is also a mission-critical network

IT: Pour usages très spéciaux



IT (isolé terre):

Avantage: Opérationnel même après un (seul) défaut de terre

Because your power distribution is also a mission-critical network

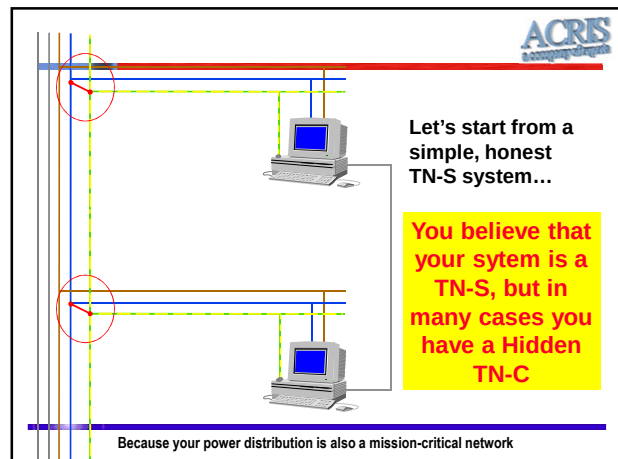
Quid des normes Européennes?



Les derniers amendements à EN 50310, para. 6.3 de Sept. 2000 semblent enfin aller dans le bon sens:

'The AC distribution system inside a building **shall** conform to the requirements of the TN-S system. This requires that there **shall be no PEN** conductor inside the building, i.e. the option in 546.2.1 of HD 384.5.54 S1:1980 **shall not be used.**'

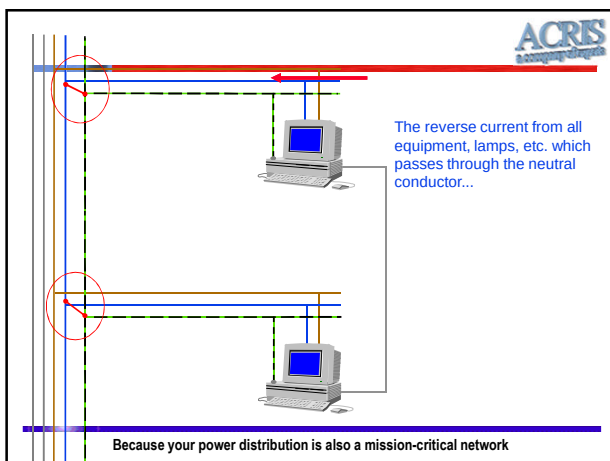
Because your power distribution is also a mission-critical network



Let's start from a simple, honest TN-S system...

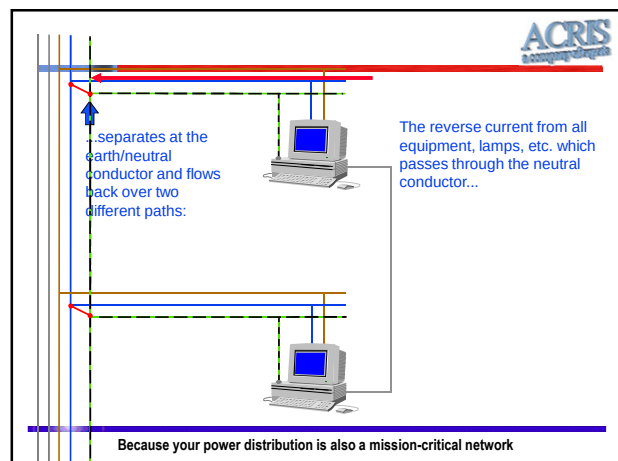
You believe that your system is a TN-S, but in many cases you have a Hidden TN-C

Because your power distribution is also a mission-critical network



The reverse current from all equipment, lamps, etc. which passes through the neutral conductor...

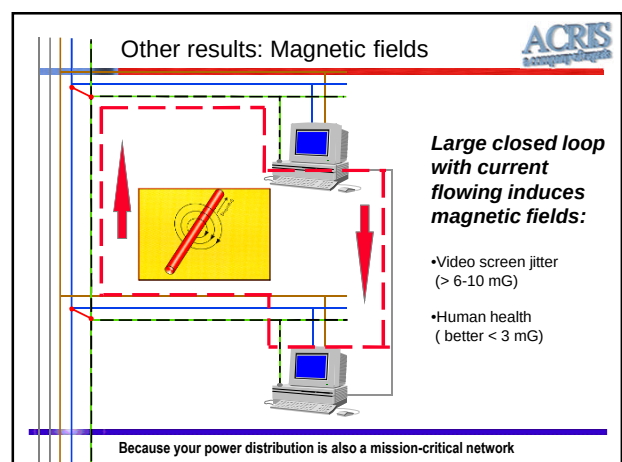
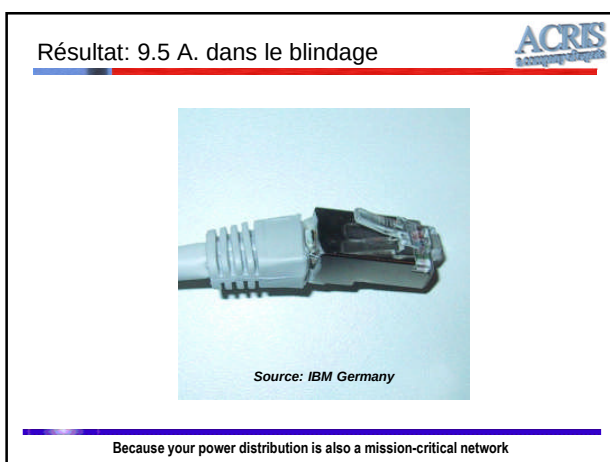
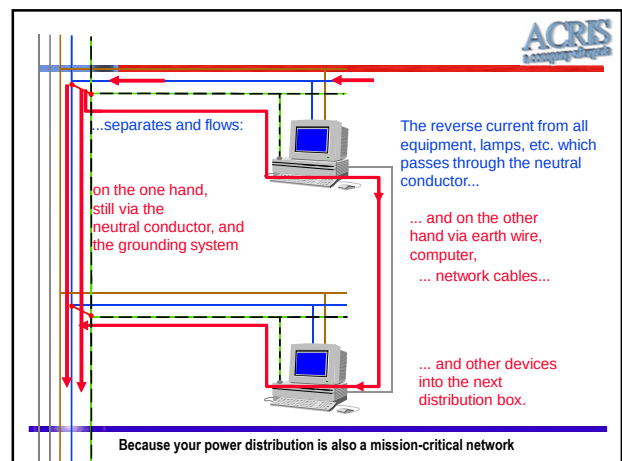
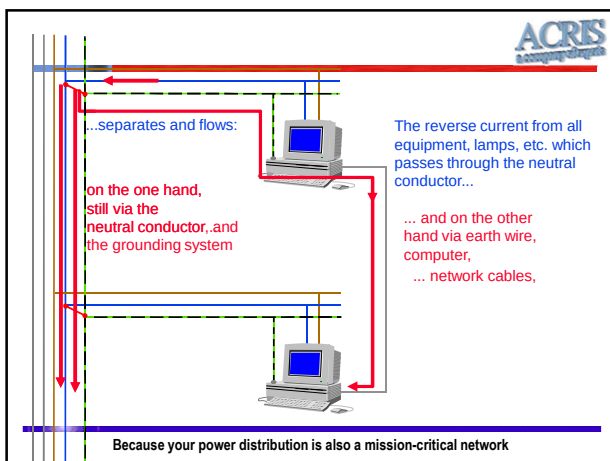
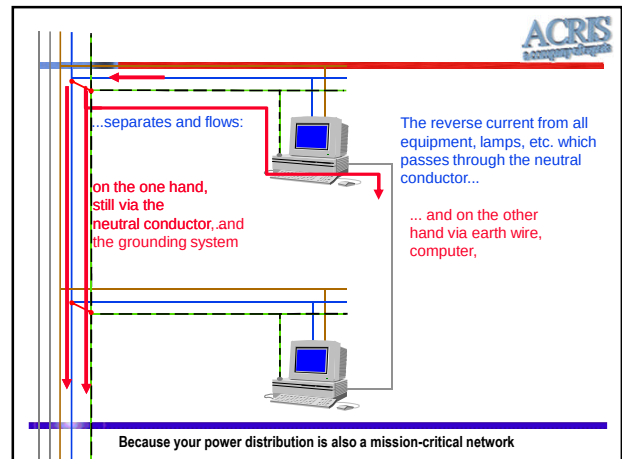
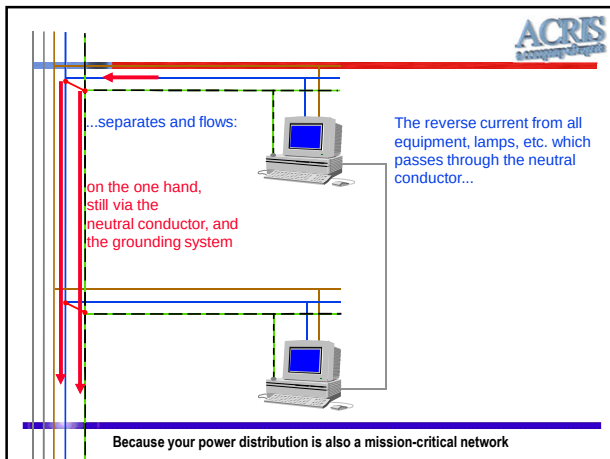
Because your power distribution is also a mission-critical network



...separates at the earth/neutral conductor and flows back over two different paths:

The reverse current from all equipment, lamps, etc. which passes through the neutral conductor...

Because your power distribution is also a mission-critical network



DEMO

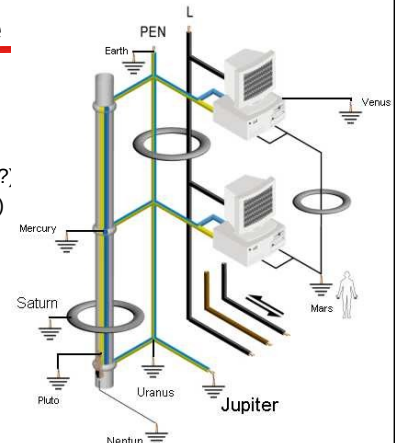


- Si et seulement si possible (dépend du bâtiment)
- PE-N tension et caractéristiques
- Mesure champ magnétique local
- Court-circuit PE-N
- Impact sur champ magnétique

Because your power distribution is also a mission-critical network

Il n'y a qu'une seule terre!

- Terre
 - de Protection
 - Operationnelle (??)
 - Fonctionnelle (??)
 - IT
 - Téléphonie
 - Ballasts TL
- Ma terre
- Votre terre
- ...



Raisonnement par l'absurde



Hypothèse: Ma terre est propre!

Donc je l'utilise comme « poubelle » électrique sans fond

Donc je pollue la terre de mes voisins

Mais ils font la même chose que moi

Conclusion: ma terre n'est pas propre!

Because your power distribution is also a mission-critical network

Autre tueur en série: caché, subtil, vicieux

Résonances

Mais nous en parlerons une autre fois

Because your power distribution is also a mission-critical network

Troisième tueur en série: très vicieux aussi

Interférences et battements

Mais nous en parlerons aussi une autre fois

Because your power distribution is also a mission-critical network

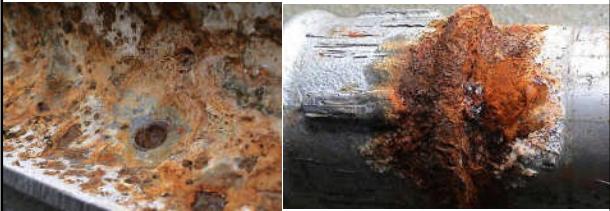
Quelques cas vécus

Because your power distribution is also a mission-critical network

Rolls Royce, Berlin



Système Sprinkler corrodé



Because your power distribution is also a mission-critical network

Sans commentaires...

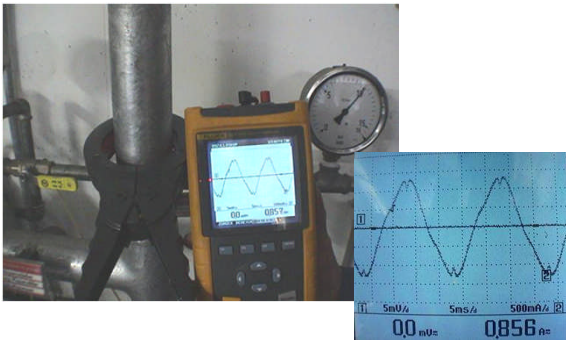


Because your power distribution is also a mission-critical network



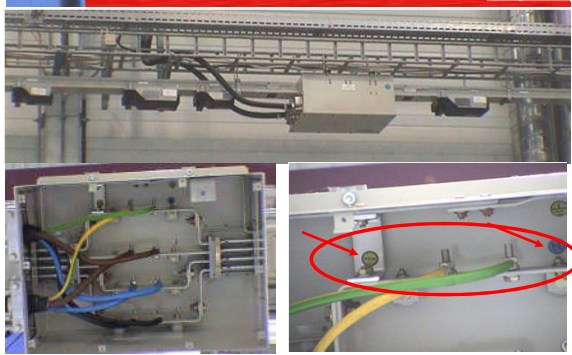
Because your power distribution is also a mission-critical network

La raison



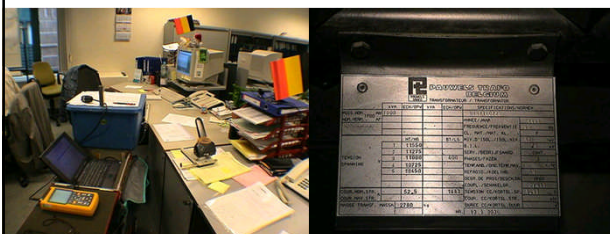
Because your power distribution is also a mission-critical network

Le sabotage était bien caché



Because your power distribution is also a mission-critical network

En Belgique...



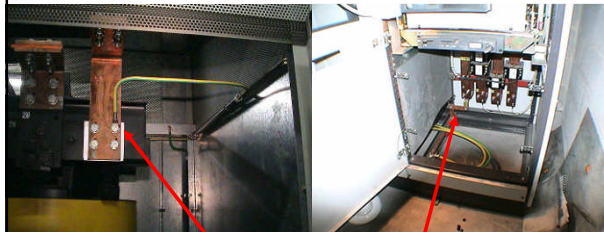
Because your power distribution is also a mission-critical network

Trois pontages PE-N en trop?



Deux aux transfos

Un de trop au TGBT



Because your power distribution is also a mission-critical network

Non: Cinq pontages PE-N en trop!



Plus deux pontages pirates, non documentés



Because your power distribution is also a mission-critical network

Bien caché, non?



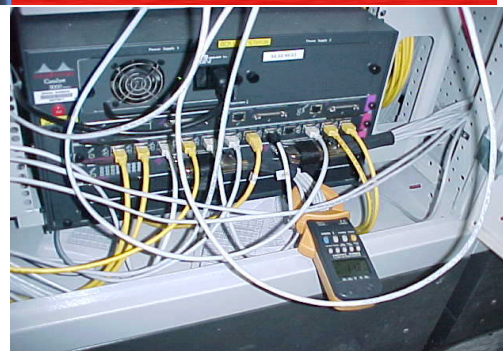
Because your power distribution is also a mission-critical network

Resultat: 3 A, mode commun, centre telecom



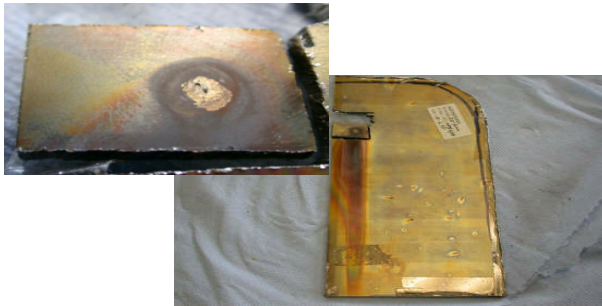
Because your power distribution is also a mission-critical network

Idem en transmission de données



Because your power distribution is also a mission-critical network

Même de l'inox



Because your power distribution is also a mission-critical network

Dans une brasserie...



Because your power distribution is also a mission-critical network

Centre télécom européen: problèmes divers



Symptôme:

- Activation anormale et erratique de disjoncteurs différentiels lors de tests mensuels

Problème 1:

- Réseaux de terre de l'étage NON connectés à une électrode de terre

Problème 2:

- Le « bypass switch » de l'UPS connecté à l'envers

Problème 3:

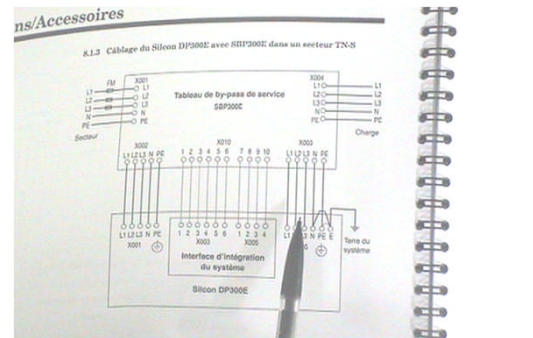
- Le pontage PE-N de l'UPS non supprimé

Problème 4:

- Les filtres d'entrée des alimentations des serveurs: courant de fuite différentiel trop important lorsque l'on reconnecte le secteur quand la sinusoïde en tension est près de son maximum

Because your power distribution is also a mission-critical network

Encore et toujours: pontage PE-N pirate

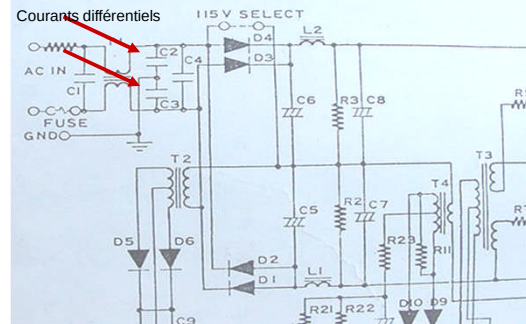


Because your power distribution is also a mission-critical network

Autre PE-N caché: Condensateurs de filtrage

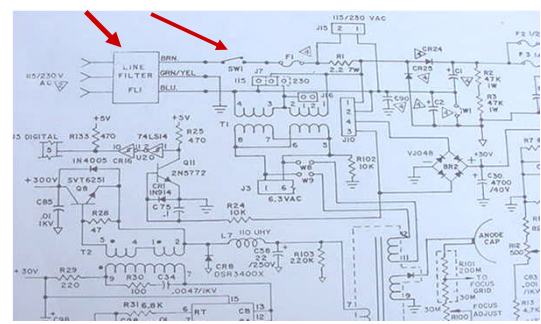


Courants différentiels



Because your power distribution is also a mission-critical network

Filtres: jamais déconnectés



Because your power distribution is also a mission-critical network

Bruxelles, Juin 2004, Mai 2005



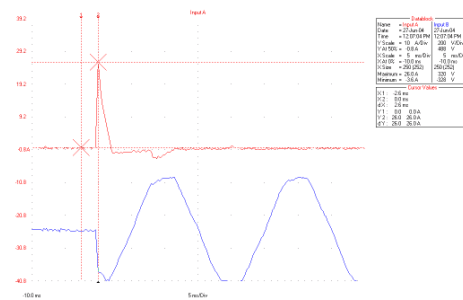
MediaMarkt

- 127 écrans plats neufs
- 30 PCs neufs
- Après 3 semaines
 - 30 écrans en panne
 - 7 PC's en panne
- Mêmes symptômes: VDR brûlées, voire explosées
- Causes: transitoires excitant des résonances, avec surtensions de plus de 1500 Volts en mode différentiel
- Coupable: alimentations à découpage en parallèle



Because your power distribution is also a mission-critical network

Transitoire à l'allumage: 37.000 A/sec



Because your power distribution is also a mission-critical network

Un laboratoire de biologie, été 2006



Symptômes

- Perturbations erratiques de sondes de mesure de Ph et oxygène

Résultats

- Corrections automatiques à mauvais escient

Conséquence

- Destruction de 20.000 doses de vaccin

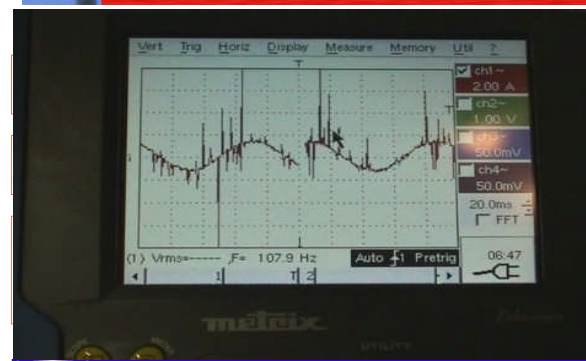
Cause technique

- Propagation de transitoires en mode commun à travers un système de distribution multiple, incluant un schéma de terre IT



Because your power distribution is also a mission-critical network

Un autre laboratoire de biologie, oct. 2010



Because your power distribution is also a mission-critical network

Un hypermarché, la semaine avant Noël



30 caisses électroniques

- chacune munie d'un petit UPS

Panne de secteur

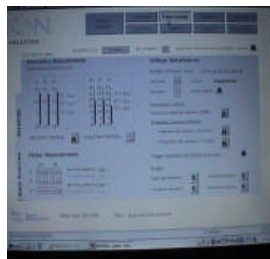
- Les UPS font leur travail
- Le générateur diesel démarre normalement
- Les caisses « tombent » l'une après l'autre après quelques minutes

Raison

- distorsion harmonique totale en tension trop élevée: l'UPS ne considère pas cette tension comme correcte et ne reconnecte pas le secteur

Cause

- THD en courant très élevée suite à l'installation de ballasts électroniques. Conversion en THD en tension via une impédance commune élevée. Le générateur a une impédance interne plus élevée que celle du transformateur.



Because your power distribution is also a mission-critical network

Allemagne, Cie d'assurances, Dec. 2008



Ballasts électroniques

- Durée de vie normale: 2 à 5 ans
- Durée de vie réelle: 5 JOURS
- 10 à 20 remplacés chaque mois

Surprenant

- La panne est dans la partie HF du ballast (approx. 40 à 44 KHz)

Explication

- Interférences entre les parties HF de ballasts adjacents
- Phénomène de battement
- Génération de tensions supérieures aux valeurs limites des condensateurs
- Vieillessement prématuré de condensateurs "low cost", réduction dramatique de la durée de vie des alimentations



Because your power distribution is also a mission-critical network

Grande surface HiFi, TV, etc., mar. 2010



Problème de base

- Déclenchement anormal et erratique de disjoncteurs, plus particulièrement du système d'éclairage.

Curieusements

- Déclenchement d'un 630 A, même magasin fermé avec un courant de phases de l'ordre de 40 A.

Conséquences

- Evacuation forcée du magasin à deux reprises en trois mois car sans lumière, avec conséquences commerciales catastrophiques.

Causes

- La nature même des équipements connectés génère une THD rarement rencontrée ailleurs. Les disjoncteurs n'étaient pas prévus pour cet environnement.

Commentaire

- Il est aberrant d'alimenter l'éclairage par un disjoncteur triphasé. Un problème sur une phase affecte la totalité de l'éclairage.

Solution à court terme

- Le constructeur des disjoncteurs a remplacé les disjoncteurs en cause par un modèle plus approprié.

Because your power distribution is also a mission-critical network

Une ferme, mai 2005



Depuis approximativement 10 ans

- Mortalité anormale et inexpliquée de porcs, moutons, lapins mais surtout de vaches.
- 8 à 10 % du cheptel meurt chaque année.
- Problèmes de chimie sanguine, entre autre.

Le fermier soupçonne

- initialement la proximité d'une ligne à « haute tension » et les champs magnétiques associés.

Cependant

- Les problèmes apparaissent à la même époque qu'une migration du réseau électrique de 220V delta vers 400V étoile.
- Les porcs deviennent nerveux et agressifs lorsqu'on allume l'éclairage public.
- Moins de problèmes lors de longs congés tels que Noël.
- On sait que les animaux sont plus sensibles que les humains à des courants très faibles tels que 100 microAmps.

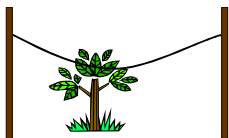
Because your power distribution is also a mission-critical network

Première cause, solution à court terme



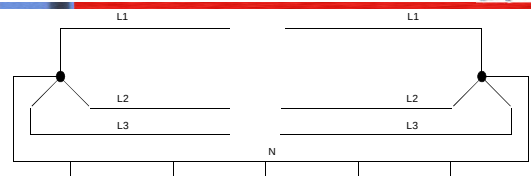
Première cause

- Le frottement d'un câble de distribution contre une branche d'arbre a détruit l'isolation, d'où fuite de courant vers le sol: 4 Ampères dans l'arbre!
- Un fil 400 V et un fil 230 V qui alimente l'éclairage public sont impliqués.
- Un gradient de potentiel de sol de plus de 45 millivolts/mètre est mesuré.
- On reproduit artificiellement ce gradient dans la porcherie: Les porcs deviennent nerveux et se mordent jusqu'au sang.



Because your power distribution is also a mission-critical network

Un problème plus fondamental



Un système original, le T-N-C-T-C-T T-C-T-C-N-T

- Le N est mis à la terre à chaque poteau « pour raisons de sécurité » et surtout « parce qu'on a toujours fait comme cela ». Peut-être aussi parce qu'une rupture du fil N causerait des dégâts coûteux chez les clients ...
- Le N de cabines adjacentes est interconnecté en permanence alors que les têtes de lignes sont séparées par un sectionneur, parce que « c'est moins cher ».
- Un essai: mise de la zone de la ferme en TNS vrai.
- Résultat: très nette amélioration immédiate.

Because your power distribution is also a mission-critical network

Février 2012: Usinage de haute précision



Problème

- Relais différentiel déclenche erratiquement, bien que calé à 30 A.



Because your power distribution is also a mission-critical network

Février 2012: Usinage de haute précision



Cause

- PEN « pirate » qui fausse la mesure du courant N dans le capteur différentiel



Because your power distribution is also a mission-critical network

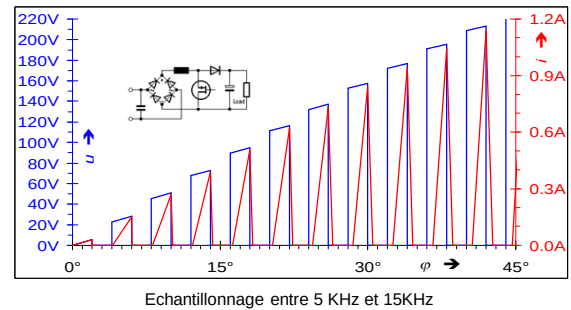
Mais quid de l'EMC HF?



Because your power distribution is also a mission-critical network

Une tentative de mitigation ...

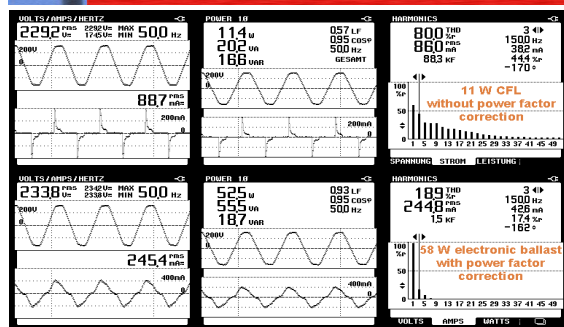
Correction électronique du facteur de puissance



Echantillonnage entre 5 KHz et 15KHz

Because your power distribution is also a mission-critical network

Est-ce efficace? Apparemment oui, mais ...



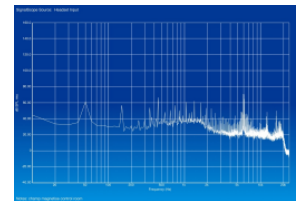
(ref EN 61000-3-2)

Because your power distribution is also a mission-critical network

On ne fait que reporter le problème

2013: Un centre de calcul critique

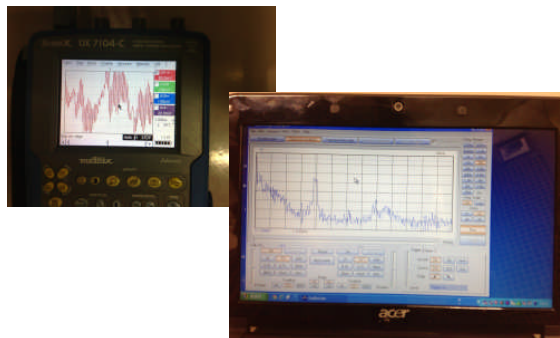
- Un transfo 630 kVA
- Réseau TN-C
- Deux UPS 175 kVA
 - Fréquence de découpage 15 KHz
 - Non synchronisés



Résultat: battements disséminés dans toute l'installation
Les alimentations de PCs distants « chantent »

Because your power distribution is also a mission-critical network

Et le Neutre ...



Because your power distribution is also a mission-critical network

2013 logistique pièces automobiles

- Un transfo normal
- Un groupe diesel de 36 KVA
- Un UPS de 15 KVA
- Deux lignes d'éclairage de 17 KVA chaque (ballasts électroniques)



Simulation de panne: le groupe démarre puis stoppe aussitôt. Courant réactif trop élevé!

Because your power distribution is also a mission-critical network

Causes multiples



PE-N « pirate » dans le groupe



Filtrage du 15 KHZ de découpage de l'UPS insuffisant

Because your power distribution is also a mission-critical network

Solutions: Trois approches

- Supprimer les causes de base
- Minimiser les effets
- Améliorer l'immunité et la robustesse du système

Because your power distribution is also a mission-critical network

Suppression des causes



Supprimer les charges non linéaires?

- Irréaliste: c'est nager à contre courant.

Suppression de la distribution à 3 phases et Neutre?

- Difficile pour les installations existantes.
- A considérer pour de nouvelles installations, mais un peu plus coûteux.

Supprimer les impédances communes: chasse aux PE-N ?

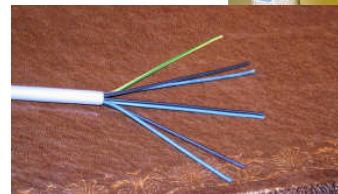
- Chemin facile, efficace et bon marché: c'est le bon.

Because your power distribution is also a mission-critical network

Minimiser les causes



Attention à la Section du N!



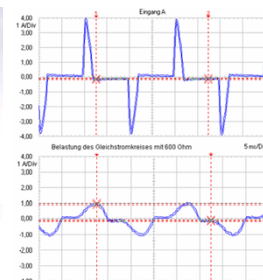
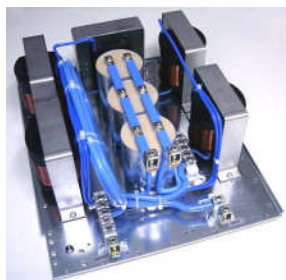
Considérer de distribuer trois fois du monophasé (7 fils) au lieu de trois phases + neutre (5 fils)

Because your power distribution is also a mission-critical network

Actions curatives: Filtrage actif ou passif



Efficace mais vieillissement et risques de panne



Because your power distribution is also a mission-critical network

Filtres homopolaires

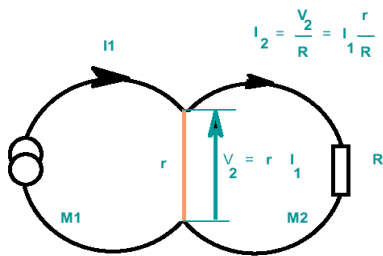


- Statique
- Uniquement des composants linéaires
- Pas de condensateurs
- Vieillessement
- Moins de risques de résonances
- Aucune maintenance: Installer et oublier
- C'est du Belge!

- Lourd
- Assez coûteux

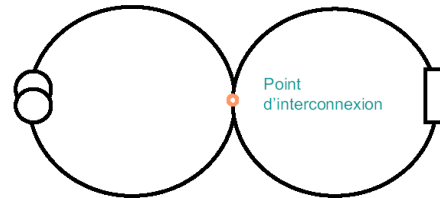
Because your power distribution is also a mission-critical network

Souvenez-vous: L'impédance commune tue



Because your power distribution is also a mission-critical network

Remède: éliminer les pontages superflus



Because your power distribution is also a mission-critical network

Souvenez vous de ce cas



Avant ...

Because your power distribution is also a mission-critical network

Nettoyage des pontages PE-N pirates



Courant à travers le seul « bon » PE-N



Avant ...

et après

Because your power distribution is also a mission-critical network

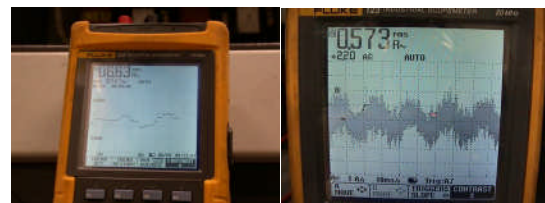
La mission de Power-Audit

- Lorsque l'installation est opérationnelle:
- nous vous proposons une expertise solide,
- des diagnostics non-intrusifs,
- basés sur une méthodologie éprouvée,
- utilisant des instruments adéquats.

Mesurer, mesurer et encore mesurer

Because your power distribution is also a mission-critical network

Recommandations efficaces



Avant ...

... après

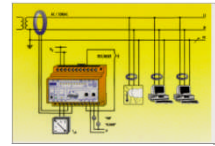
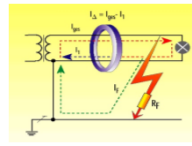
Because your power distribution is also a mission-critical network

Des outils spécifiques



Because your power distribution is also a mission-critical network

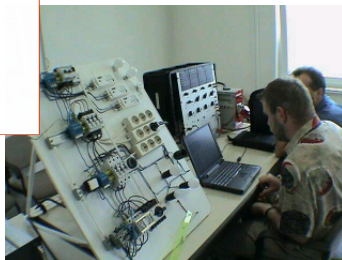
Monitoring permanent



Because your power distribution is also a mission-critical network

Formation

- Du checkup journalier jusqu'à l'expertise
- Plus de 60 personnes/an
- De grands noms: IBM,DKI, ...
- Séminaires résidentiels
- Théorie, exemples, exercices



Because your power distribution is also a mission-critical network

La terre ... et vous

Mythes et Réalité

Because your power distribution is also a mission-critical network

Mythe ou réalité?



Affirmation

- La mise à la terre maintient les charges statiques basses, elle évite les étincelles et les décharges électriques

Vrai

- De plus il n'est pas nécessaire d'avoir une résistance de terre très faible pour maintenir une quasi équipotentialité suffisante

Because your power distribution is also a mission-critical network

Mythe ou réalité?



Affirmation

- La mise à la terre dérive les hautes fréquences vers la terre et donc les supprime

Faux

- L'efficacité dépend des longueurs d'onde considérées ainsi que de la longueur des connexions vers la terre
- Au fait: Où est la terre? A quelle profondeur? Quelle longueur de câble avons-nous?
- Si vous polluez ma terre, je vais polluer la vôtre!

Because your power distribution is also a mission-critical network

Mythe ou réalité?

Affirmation

- La mise à la terre et les connexions « équipotentielles » existent pour des raisons de sécurité en cas de défaut

Vrai

- Initialement, pour s'assurer qu'un défaut va créer un courant suffisant que pour faire fondre les fusibles ou activer un disjoncteur
- C'est pourquoi il est si important de s'assurer d'une faible résistance de terre
- Mieux encore: installer des disjoncteurs différentiels

Because your power distribution is also a mission-critical network

Mythe ou réalité?

Affirmation

- Multiplier les connexions PE-N augmente la sécurité pour cause de redondance: la mise à la terre est garantie, même en cas de mauvais contact sur une connexion

Faux

- Cela augmente la redondance, mais aussi les sources de problèmes dus à une impédance commune
- S'assurer qu'il y a un seul, bon pontage PE-N
- Il peut être constitué de deux câbles en parallèle mais doit être connecté en un et un seul point
- Un monitoring automatique est conseillé. Il en existe de très bon marché

Because your power distribution is also a mission-critical network

Mythe ou réalité?

Affirmation

- Une bonne terre est nécessaire au bon fonctionnement des équipements électroniques

Faux

- Une simple, normale boucle de courant équilibrée est la seule source de puissance nécessaire
- La terre est là uniquement pour raison de sécurité en cas de fuite
- Il arrive que des équipements fonctionnent mieux lorsque mis à la terre. C'est le signe d'un sérieux problème ailleurs. Rien de plus, rien de moins. Un sparadrap cache la blessure, il ne la guérit pas.

Because your power distribution is also a mission-critical network

Derniers conseils

Ne pensez pas uniquement en terme de « volts » mais en termes d' « ampères »: ce sont eux les agents « actifs »

Il est normal d'avoir des courants parfois intenses dans le Neutre + Il est anormal d'avoir des courants dans un fil de terre = Ne les mélangez donc jamais

Because your power distribution is also a mission-critical network

Power Troubles

Power-Audit

teggen@acris.org

Because your power distribution is also a mission-critical network