

BEP des « Métiers de l'Électrotechnique »

Épreuve Ponctuelle EP2.2

INTERVENTION SUR UNE PARTIE D'EQUIPEMENT : ⌚ durée 3 heures



DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2008

VERIFICATIONS DES PROTECTIONS DIFFERENTIELLES Page 2/7

LES HARMONIQUES CAUSES ET EFFETS Pages 3/7 à 7/7

Académies : CRÉTEIL – LILLE – PARIS – VERSAILLES & AMIENS			SESSION 2008
B.E.P. des MÉTIERS de l'ÉLECTROTECHNIQUE	51 25509	Dossier Technique	
EP2-2 : INTERVENTION sur 1 PARTIE de l'ÉQUIPEMENT	Durée : 3H00	Coefficient : 2	Page 1/7

Documentation Ressource

EXTRAIT NFC 15-100



Vérifications des Protections différentielles

1/ Valeur du courant I_d de déclenchement du DDR / sensibilité :

Annexe B – (informative) – Vérification du fonctionnement des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel

Norme définissant le déclenchement en fonction du courant de fuite I_d :

Le courant I_d pour lequel le dispositif se déclenche ne doit pas être supérieur au courant différentiel-résiduel assigné $I_{\Delta n}$.

2/ Temps de coupure maximal :

411.3.2.2 Selon la tension nominale entre phase et neutre U_0 , le temps de coupure maximal du tableau 41A doit être appliqué à tous les circuits terminaux.

Tableau 41A - Temps de coupure maximal (en secondes) pour les circuits terminaux

Temps de coupure (s)	$50 \text{ V} < U_0 \leq 120 \text{ V}$		$120 \text{ V} < U_0 \leq 230 \text{ V}$		$230 \text{ V} < U_0 \leq 400 \text{ V}$		$U_0 > 400 \text{ V}$	
	alternatif	continu	alternatif	continu	alternatif	continu	Alternatif	continu
Schéma TN ou IT	0,6	5	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
Schéma TT	0,3	5	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

Ces temps dérivent d'une courbe définissant le temps de coupure du dispositif de protection en fonction de la tension de contact présumée. Cette courbe a été établie en tenant compte des études internationales sur les effets du courant électrique sur le corps humain rassemblées dans le guide UTE C 15-110.

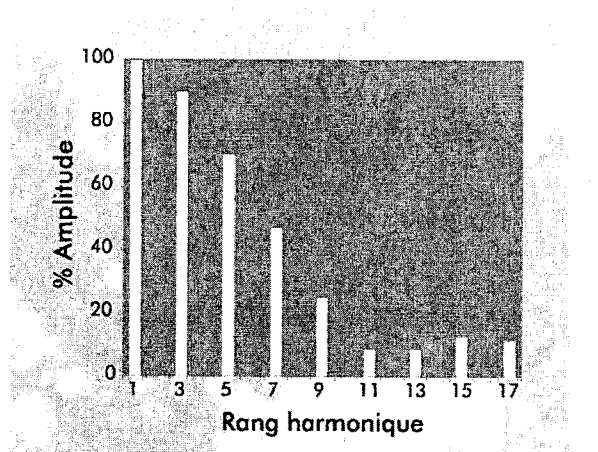
Les temps de coupure ci-dessus sont satisfaits notamment par les dispositifs différentiels non volontairement retardés ou, lorsque U_0 est inférieure ou égale à 230 V, de type S.

VERIFICATIONS DES PROTECTIONS DIFFERENTIELLES

Académies : CRÉTEIL – LILLE – PARIS – VERSAILLES & AMIENS			SESSION 2008
B.E.P. des MÉTIERS de l'ÉLECTROTECHNIQUE	51 25509	Dossier Technique	
EP2-2 : INTERVENTION sur 1 PARTIE de l'ÉQUIPEMENT	Durée : 3H00	Coefficient : 2	Page 2/7

DOSSIER RESSOURCE

LES HARMONIQUES CAUSES ET EFFETS



Sommaire du dossier

A- Les appareils générateurs d'harmoniques	page 4
B- Effets des perturbations harmoniques	page 4
C- Quelles limites tolérées?	page 5
D- Les solutions (par ordre de préférence des exploitants)	page 6
Annexe	page 7

LES HARMONIQUES CAUSES ET EFFETS

Académies : CRÉTEIL – LILLE – PARIS – VERSAILLES & AMIENS			SESSION 2008
B.E.P. des MÉTIERS de l'ÉLECTROTECHNIQUE	51 25509	Dossier Technique	
EP2-2 : INTERVENTION sur 1 PARTIE de l'ÉQUIPEMENT	Durée : 3H00	Coefficient : 2	Page 3/7

A- Les appareils générateurs d'harmoniques

On considérait souvent abusivement que les générateurs d'harmoniques étaient essentiellement industriels. Or des mesures sur le réseau électrique français, ont montré que le moment où le réseau est le plus pollué par les harmoniques est le dimanche soir, c'est-à-dire à un instant où les industries tournent au ralenti, mais où les téléviseurs sont massivement allumés.

Les téléviseurs ou les ordinateurs sont les principaux émetteurs d'harmoniques. En effet, ces appareils comportent des redresseurs et des filtres capacitifs composés de diodes, bobines et condensateurs qui perturbent la tension du réseau. Le rôle de ces circuits est de transformer une tension alternative délivrée par le réseau en une tension continue. Étant donné le nombre de ces équipements dans chaque foyer et leur longue période d'utilisation dans une journée, ces appareils domestiques émettent un courant et une tension harmonique qui va perturber la tension sinusoïdale du réseau, même s'ils ne consomment pas une puissance importante.

Dans l'industrie
<ul style="list-style-type: none">• Variateur de vitesse pour moteurs• Redresseur• Hacheur• Soudeuses• Four à arc utilisé dans la métallurgie
Dans les usages domestiques et tertiaires
<ul style="list-style-type: none">• Lampe basse consommation dite à économie d'énergie (alimentation électronique)• Tubes fluorescents• Tous les appareils électroménager comportant une alimentation à découpage (TV, magnétoscope, ordinateur, etc.)

B- Effets des perturbations harmoniques

1/ Effets instantanés

Les effets des harmoniques les plus connus sont la destruction des condensateurs et des disjoncteurs.

- Perte d'exploitation par ouverture intempestive des disjoncteurs et des différentiels (échauffements, perturbation de la commande électrique de ces appareils).
- Vibrations, bruits et échauffement sur les machines tournantes.
- Perturbations électromagnétiques diverses : Il peut s'agir d'une altération de l'image pour les écrans de télévision ou une altération du son s'il s'agit d'une chaîne HI-FI ou d'un téléphone.

2/ Effets à long terme

- Echauffement supplémentaire des câbles (surchauffe du neutre), des transformateurs, des moteurs donc vieillissement prématuré, sauf si déclassement du matériel électrique.

LES HARMONIQUES CAUSES ET EFFETS

Académies : CRÉTEIL – LILLE – PARIS – VERSAILLES & AMIENS			SESSION 2008
B.E.P. des MÉTIERS de l'ÉLECTROTECHNIQUE	51 25509	Dossier Technique	
EP2-2 : INTERVENTION sur 1 PARTIE de l'ÉQUIPEMENT	Durée : 3H00	Coefficient : 2	Page 4/7

C- Quelles limites tolérer ?

1/ limite en tension

On définit le concept de distorsion harmonique totale (THD). Ce taux de distorsion harmonique total décrit l'influence des composantes harmoniques d'un signal.

Voir : CEI/EN 61000 - Compatibilité électromagnétique (CEM) (partie 2-2 ; 2-4 ; 3-2 ; 3-4)

Les tensions harmoniques peuvent être évaluées soit :

- Individuellement, d'après leur amplitude relative (U_n) par rapport à la tension fondamentale U_1 , où h représente le rang de l'harmonique.
- Globalement c'est-à-dire d'après la valeur du taux de distorsion harmonique THD.

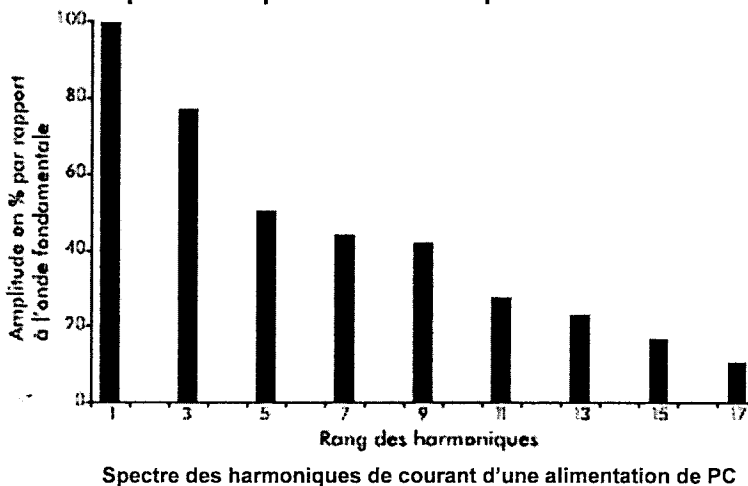
Dans certains pays, le fournisseur d'énergie électrique s'engage sur la pureté de l'alimentation électrique fournie à ses clients industriels, via un niveau de THD garanti (typiquement 2 %).

<p>■ CEI 61000-2-4 qui définit les niveaux de compatibilité dans les réseaux d'installations industrielles. Rappelons qu'un niveau de compatibilité n'est pas une limite absolue ; il peut être dépassé avec une faible probabilité.</p>	<p>D'autre part, la norme EN 50160 concerne les caractéristiques de la tension fournie par les réseaux publics de distribution. En France, EDF propose un contrat dit « Emerald » aux abonnés tarif vert par lequel il y a un engagement réciproque : de qualité, pour EDF, et de limitation de pollution de la part de l'abonné.</p>
--	---

2/ limite en courant :

Dans certain cas, le fournisseur d'énergie électrique peut aussi imposer des niveaux maximaux de distorsion harmonique de courant.

3/ Exemple d'un spectre harmonique :



L'appareil calcule le THD :
Ici THDcourant = 121% !!!!

☰ Voir en annexe d'autres exemples

LES HARMONIQUES CAUSES ET EFFETS

Académies : CRÉTEIL – LILLE – PARIS – VERSAILLES & AMIENS			SESSION 2008
B.E.P. des MÉTIERS de l'ÉLECTROTECHNIQUE	51 25509	Dossier Technique	
EP2-2 : INTERVENTION sur 1 PARTIE de l'ÉQUIPEMENT	Durée : 3H00	Coefficient : 2	Page 5/7

4/ Pour nos applications :

En regardant le spectre d'harmoniques, et surtout la valeur du THD, nous serons nous aussi capable de connaître la qualité de l'alimentation d'un récepteur.

Quelques valeurs usuelles acceptables en fonction de différents récepteurs :

Récepteur	THD acceptable si
Eclairage	En courant THD < 30%
Transformateurs	En tension THD < 5%
Moteurs	En tension THD < 5%

D- Les solutions (par ordre de préférence des exploitants)

1/ Filtrage passif

Le but est d'abaisser l'impédance harmonique du réseau à l'aide de filtres accordés sur les fréquences des harmoniques générés par le système.

Les filtres sont généralement installés en HTA. Ils peuvent participer à la compensation en énergie réactive. Ils sont composés d'ensemble condensateurs - selfs dont la fréquence de résonance est accordée sur les rangs des harmoniques générées.

Généralement les harmoniques de rang 3 sont filtrées par le réseau (transformateurs) et ne nécessitent pas de filtrage spécifique. On prévoira par contre souvent un filtre accordé sur le rang 5.

2/ Filtrage actif

Le filtre actif est un convertisseur qui injecte dans le réseau des harmoniques de même amplitude que celles générées par le process industriel, mais en opposition de phase. Les harmoniques générées par le filtre actif et le process s'annulent donc. Il s'agit d'une solution qui n'est applicable qu'en basse tension, pour des installations industrielles de faible et moyenne puissance.

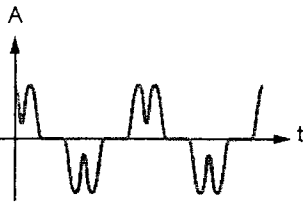
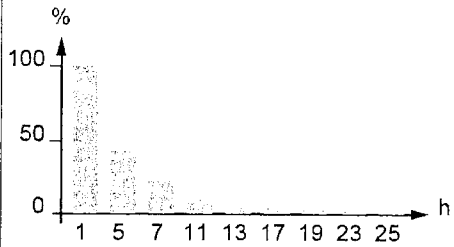
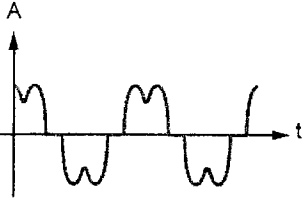
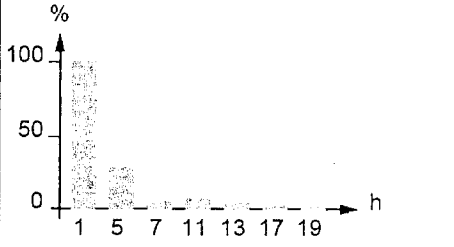
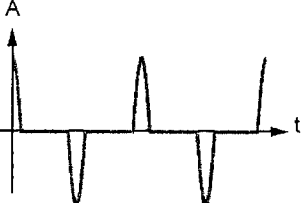
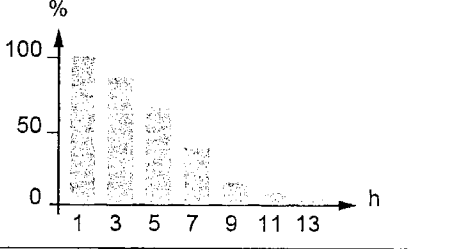
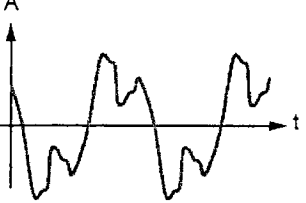
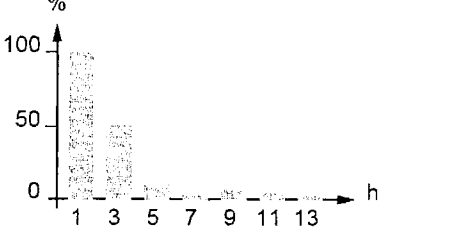
3/ Modification de l'installation

- Alimentation des circuits pollueurs et sensibles par 2 transformateurs distincts.
- Déclassement de l'installation et de ces composants.

LES HARMONIQUES CAUSES ET EFFETS

Académies : CRÉTEIL – LILLE – PARIS – VERSAILLES & AMIENS			SESSION 2008
B.E.P. des MÉTIERS de l'ÉLECTROTECHNIQUE	51 25509	Dossier Technique	
EP2-2 : INTERVENTION sur 1 PARTIE de l'ÉQUIPEMENT	Durée : 3H00	Coefficient : 2	Page 6/7

ANNEXE

Charges non linéaires	Forme d'onde de courant	Spectre	THD
Variateur de vitesse			44 %
Redresseur / chargeur			28 %
Charge informatique			115 %
Eclairage fluorescent			53 %

caractéristiques de quelques générateurs d'harmoniques.

LES HARMONIQUES CAUSES ET EFFETS

Académies : CRÉTEIL – LILLE – PARIS – VERSAILLES & AMIENS			SESSION 2008
B.E.P. des MÉTIERS de l'ÉLECTROTECHNIQUE	51 25509	Dossier Technique	
EP2-2 : INTERVENTION sur 1 PARTIE de l'ÉQUIPEMENT	Durée : 3H00	Coefficient : 2	Page 7/7