

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DES ALIMENTATIONS

Il n'est pas rare de rencontrer, sur le marché des alimentations, des produits apparemment identiques, si l'on s'en tient uniquement aux valeurs de tensions et de courant de sortie, et pourtant aux prix tellement différents. C'est que justement la différence vient, pour une bonne partie, des spécifications. Nous nous proposons donc de réfléchir sur ce sujet et tout d'abord de signaler l'existence d'un outil de travail très utile en ce qui concerne les spécifications électriques : la publication 478 de la CEI, Commission Electrotechnique Internationale.

Généralités

La première partie de la publication 478 de la CEI concerne les « termes et définitions relatifs aux alimentations stabilisées à sortie en courant continu ». Si elle est considérée comme une « recommandation », les

parties 2, 3 et 4 doivent être prises en tant que normes et sont relatives :

- aux caractéristiques et performances (2),
- aux essais concernant les perturbations radio-électriques (3),
- aux essais autres que ceux concernant les perturbations radio-électriques (4).

L'avantage de se référer à un document officiel, tel que celui-là par exemple, est évident ; il permet d'éviter toute confusion et d'uniformiser certaines données afin de faciliter des comparaisons. Nous nous en apercevrons au cours de cette étude.

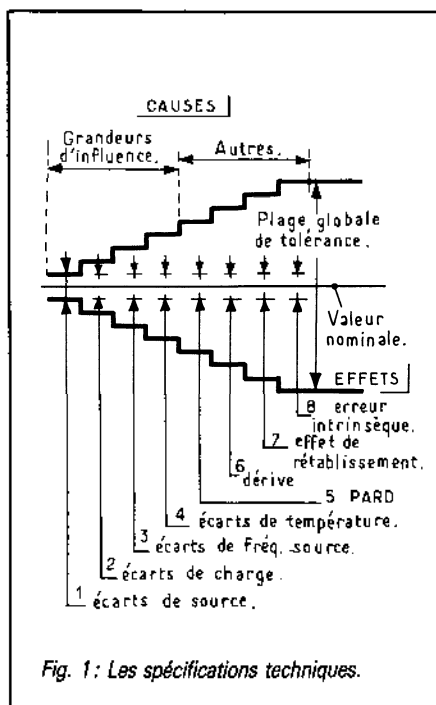
Examinons donc un peu plus en profondeur, quelques spécifications techniques, résumées figure 1.

La valeur de la tension de sortie

Si elle est donnée « nominalement », quantité de facteurs interviennent et la figure permet d'avoir une vue d'ensemble sur les facteurs d'influence et leurs conséquences.

1. Ecart dû à la tension d'alimentation.

Il est déterminé pour un écart spécifié de la source ; exemple : $\pm 10\%$ de variation source (198 à 242 V pour le



QUES ET NORMES DE SÉCURITÉ A DÉCOUPAGE

réseau 220 V) donnent un écart de $\pm 0,1\%$ sur la tension de sortie.

2. Ecart dû à la charge.

Exemple : une variation de charge de 0 à 100 % du courant nominal, donne un écart de $\pm 0,15\%$ sur la tension de sortie.

3. Ecart dû à la fréquence de la source.

Il est nul dans le cas des alimentations à découpage.

4. Ecart dû à la température.

Il est souvent dû à la dérive thermique de la référence présente dans l'électronique de commande; exemple : $0,02\% \text{ } ^\circ\text{C}$.

5. Le *PARD* ou *Peak And Random Deviation*, déviation périodique et aléatoire.

Nous en avons parlé en partie dans l'article précédent (TLE n° 499); il concerne l'ondulation résiduelle de sortie (à la fréquence de découpage) ainsi que quelques pointes haute fréquence présentes à chaque transition brusques de cette ondulation. La valeur est donc spécifiée en accord avec une certaine bande passante; la IEC 478-4 propose 10 MHz.

6. Dérive.

Elles correspondent à un écart de la tension de sortie entre l'instant de mise en service et le moment où l'équilibre est atteint.

Il s'agit principalement d'un phénomène thermique.

7. Effets de rétablissement (Settling effects).

Il s'agit d'un écart supplémentaire de la tension de sortie dû à une mise en équilibre thermique et suite à l'action d'une grandeur d'influence. Ainsi, le fait de passer de 0 à 100 % de charge crée un premier écart dû au gain (limité) de la boucle de régulation suivi d'un second (beaucoup plus

lent) dû aux variations thermiques de l'alimentation.

8. Erreur intrinsèque.

Elle concerne la tolérance sur la valeur nominale.

Remarquons que certains écarts peuvent être donnés de façon cumulée; ainsi par exemple l'effet de rétablissement peut être compris dans l'écart donné pour la grandeur d'influence.

La valeur du courant de sortie

Il s'agit là d'une donnée moins complexe que celle de la tension vue ci-dessus. Il n'empêche que sa valeur maximale doit être spécifiée pour une certaine température et que la différence entre 40°C et 55°C est sensible (au moins 10 %). Dans cette optique, il est d'autre part intéressant d'examiner certaines publicités.

Généralement les fabricants d'alimentations présentent leurs produits par familles de puissances dans lesquelles on retrouve certaines tensions classiques : 5 V, 12 V, 24 V. Etant donné que le rendement d'une alimentation augmente avec la tension de sortie (pertes joules plus faibles), il est donc normal de voir, dans une même famille, une puissance disponible plus importante en 24 V qu'en 5 V.

Qu'affiche, en grand, la publicité ? Et à quelle température ? Nous vous laissons la surprise de la découvrir.

Autres grandeurs à examiner

— La température maximale d'utilisation, avec éventuellement un « dérating »; exemple : à 70°C on peut tirer 50 % du courant spécifié à 55°C .

— La valeur crête du courant de source au démarrage et ceci dans le

cas le plus défavorable.

— Les performances en cas de transitoires de courant. Deux paramètres sont donnés; l'amplitude du transitoire de courant et sa pente; deux résultats en découlent : la valeur de la dépression ou de dépassement de la tension de sortie ainsi que le temps de rétablissement. Exemple : un di/dt de 10 à 100 % de i nominal, avec di/dt : $0,5 \text{ A}/\mu\text{s}$ donne une dépression de 0,5 V maximum et une durée de rétablissement de 2 ms.

— La réserve d'énergie; exemple : 10 ms.

— L'existence et les niveaux de protection de surtension, surcourant, de température.

— L'existence de protection en cas de rupture de fils de « sense » ou d'inversion de polarité de ces conducteurs.

Il existe enfin d'autres caractéristiques qui peuvent aussi faire la « différence »; la possibilité de programmer la tension de sortie pour une résistance extérieure et/ou une tension extérieure, la présence d'un signal logique indicateur de réserve d'énergie, la commande marche/arrêt par un signal logique, etc.

Ces grandeurs que l'on vient d'évoquer ci-dessus sont d'une approche relativement aisée. Les comparaisons entre produits de même nature, sous cet angle, doivent cependant être faites avec vigilance.

Il en est d'autres cependant plus rébarbatives car moins connues. Elles font appel à quelques principes qu'il est bon de détailler.

La sécurité électrique

L'importance de la sécurité électrique dans le cadre d'une alimentation,

NORMES CONCERNÉES

Applications	IEC	VDE	UL	CSA
Industrielles Machines industrielles Appareils électronique dans les installations électriques de puissance	IEC 204 = VDE 113	VDE 160		
Scientifiques Tests et Mesures Traitement de données et télécom. Machines de bureau	IEC 348 = VDE 411 VDE 804 IEC 435 = VDE 805 IEC 380 = VDE 806 VDE 730		UL 1244 UL 428 UL 14	CSA C22.2 N° 154 CSA C22.2 N° 143
Médicales Appareils électro-médicaux	IEC 601 = VDE 750		UL 544	
Usage général Appareil électronique	IEC 65 = VDE 860 VDE 101		UL 187	

Fig. 2.

qu'elle soit à découpage ou non, est primordiale.

Etant donné qu'elle joue le rôle de « convertisseur d'énergie », véritable interface entre le réseau et l'utilisation, toutes les mesures doivent être prises en vue de rendre nul le risque d'accident : choc électrique, élévation de température excessive, feu...

On comprendra donc facilement que cette sécurité sera d'une importance plus ou moins capitale en fonction du domaine d'application.

L'environnement joue aussi un rôle important : il peut affecter les isollements électriques, provoquer des dégradations dues à l'usure, être explosif, etc.

Quels types de personnes sont concernées par ce genre d'appareils : l'opérateur et le technicien de service. Le terme « opérateur » s'applique à toute personne non spécialisée, et les exigences pour sa protection supposent sa non-connaissance des risques de l'électricité. Ce terme est très général puisqu'il peut être repris aussi bien par le médecin manipulant un appareil médical que le patient lui-même. Le terme « technicien de service » suppose que la personne en question est consciente des risques encourus, mais la conception des appareils doit la protéger de ces risques.

L'origine du risque électrique au niveau du matériel réside dans le fait que les systèmes créent habituellement une différence de potentiel par rapport à la terre sur un ou plusieurs

de leurs conducteurs. Le risque dépendra de la tension existante, de la résistance au corps humain et du cheminement du courant à travers le corps.

Généralement, ce risque est diminué par la prescription fondamentale que toutes les parties sous tension soient protégées contre un contact accidentel. Cette protection est réalisée par un isolement fondamental de sécurité. Toutefois, cette seule mesure de protection n'est pas considérée comme suffisante pour exclure la possibilité d'un risque auprès d'un premier défaut. Ce premier défaut peut en engendrer un autre et la sécurité électrique doit être maintenue.

Les effets de ces défauts sont évalués en fonction des dangers ou risques suivants : choc électrique, feu, dangers d'énergie, dangers mécaniques et chaleur.

A cet effet, différentes classes ont été établies en vue de qualifier le degré d'isolation d'un appareil, à savoir les fameuses classes I, II ou III. La classe I par exemple, signifie que toutes les parties métalliques accessibles et pouvant être mises sous tension en cas d'un défaut d'isolement, sont mises à la terre.

Les différents organismes

Le plus connu en Europe est la *Commission Electro-technique Internationale* ou *CEI* (IEC en anglais) dont nous avons déjà fait mention plus haut.

Pour l'Allemagne, nous avons la *VDE* ou *Verband Deutscher Elektrotechniker*, très prisée aussi à l'échelle internationale. Certaines de ses normes ou recommandations sont fort semblables à celle du *CEI*. Outre-Atlantique, un organisme particulièrement efficace est le « *Underwriters Laboratories Inc.* » ou *UL*. Si en principe son autorité est de prime abord destinée aux USA et possessions, ses exigences sont très souvent demandées au niveau mondial. Son voisin, le Canada possède également un bureau : le *CSA* ou « *Canadian Standard Association* ». Il existe une certaine similitude entre ses exigences et celles de *UL*. Citons enfin la *BSI* ou *British Standard Institution*. D'autres organismes nationaux existent. Si le contenu de leurs publications est comparable à celui des *CEI*, certains détails font parfois penser à une mesure de protectionnisme national. Mais qui oserait les en blâmer... Citons par exemple les *NEMKO* (Norvège), *DEMKO* (Danemark), *SEMKO* (Suède), *FEMKO* (Finlande), *SEV* (Suisse), *KEMA* (Hollande), *NBN* (Belgique), *NF* (France), etc.

Les normes applicables

Les publications des organismes cités ci-dessus sont considérées en tant que « normes » ou en tant que « recommandations ». La norme fait office de « loi » (exemple la *VDE 806*) ; une recommandation exprime plutôt un certain nombre de conseils de bonne pratique (exemple, la *VDE 804*). Les appareils utilisant des alimentations AC/DC doivent souvent répondre dans leur totalité à un certain nombre d'exigences quant à la sécurité, elle-même directement en rapport avec le domaine d'application. Nous l'avons vu plus haut.

L'alimentation du système n'échappe donc pas à cette règle. Il est alors logique de retrouver les normes réparties suivant les applications envisagées : quelques une sont citées au tableau de la figure 2.

Les niveaux de sécurité déclarés

Tout fabricant d'alimentation annonce dans ses spécifications, un certain nombre de points relatifs à la sécurité. On peut les graduer en trois niveaux.

1. Le fabricant utilise ses propres standards et les publie sous une forme du genre : « tension d'isolation primaire/secondaire 2kV AC », ou encore « résistance d'isolement primaire/secondaire sous 500 V DC \geq 100 M Ω ».

2. Le fabricant se réfère aux normes existantes et généralement reconnues. Il les publie sous une forme « conçue pour satisfaire à la VDE 806, IEC 380, ... » ou encore « design to meet UL 114, ... ». C'est déjà mieux !

En principe, pour — par exemple — les VDE et IEC à la demande de l'utilisateur, le fabricant doit fournir une déclaration de conformité aux exigences, ceci en vertu de l'article 100 du traité de Rome des Communautés Européennes concernant la sécurité électrique (directive LV).

Il s'agit donc bien là d'une méthode plus rigoureuse et beaucoup plus complète car elle aborde de nombreux aspects, clairement décrits par la norme, tels par exemple : tenue en tension primaire/secondaire, courants de fuite vers la terre, distance de fuite primaire/secondaire, élévation de température, etc.

3. L'utilisateur le plus exigeant peut aussi trouver sur le marché des produits approuvés par les organismes eux-mêmes, c'est-à-dire qualifiés en toute neutralité et objectivité. C'est le cas par exemple des UL, VDE, CSA qui délivrent en quelque sorte un label de qualité quant à la sécurité.

Dans le cas d'une alimentation, pour les UL, il faudra distinguer le « listing mark » relatif à un produit complet (alimentation de labo par exemple) et

la « recognition mark » (alimentation modulaire à inclure dans un équipement).

Les VDE font également une distinction dans la finalité du produit : le marquage d'un produit fini sera celui de la figure 2, celui d'un module portera seulement la référence VDE sans le triangle mais suivie de chiffres.

Ces marquages n'ont lieu que pour les normes et non les recommandations.

L'approbation d'un produit

Que signifie-t-elle pour l'utilisateur et pour le fabricant ? Examinons, par exemple, le cas des UL.

Le fait de posséder un produit reconnu, assure l'utilisateur non pas de performances électriques particulières ou de fiabilité mais seulement d'une garantie de niveau de sécurité. Celle-ci sera conservée tant que le produit sera fourni par le fabricant. Il reçoit d'ailleurs à cet égard, et plusieurs fois par an, la visite d'inspecteurs agréés. Leur mission est de comparer la conformité du produit en cours de fabrication avec celui qui a été décrit dans le dossier initial enregistré. Celui-ci a été établi par une étude approfondie par l'inspecteur américain et dont quelques points sont repris ici :

- étude de la qualité des matériaux isolants, principalement ceux en relation directe avec le côté primaire de l'alimentation (tenue en tension, inflammabilité VO, c'est-à-dire auto-extinguible, ...),

- examen du circuit imprimé : matériel (doit satisfaire la UL 796), chemins de fuite entre pistes primaires/primaires, primaires/secondaires, primaires ou secondaires/terre),

- examen des composants critiques utilisés et situés généralement du côté primaire : fusibles (doivent être « UL Listed »), connecteurs, interrupteurs, capacités de déparatistage, ...

- examen du comportement de l'alimentation en cas de fonctionnement anormal : tout composant est susceptible d'être court-circuité (condensateur, résistance, diode, transistor, ...) ou chargé pour délivrer une puissance maximale (transformateur par exemple). Ce défaut est maintenu un temps tel qu'un équilibre thermique est atteint ou que l'alimentation cesse de fonctionner. Le résultat, s'il s'agit

d'une alimentation en panne, ne peut pas être une alimentation dangereuse : piste brûlées, résistance bobinée incandescente, isolation dégradée, ...

- examen des courants de fuite vers la terre,

- test haute tension aux bornes primaire et secondaire, etc.

La conception de l'alimentation doit donc être faite avec rigueur pour déjouer ces pièges : utilisation de composants appropriés, circuits de protection, redondance, matériaux de qualité et/ou reconnus UL.

La fiabilité

Elle peut se définir comme étant la faculté ou la probabilité d'un produit de remplir, sans défaillance, une fonction donnée, sous certaines conditions et cela pour une durée déterminée.

Si un lot de n composants identiques est mis simultanément en service, un examen statistique nous montre que le nombre de pannes, au début de la période de fonctionnement, est relativement important.

Par la suite, les défauts deviennent beaucoup plus rares et cela durant une période assez longue.

Ensuite, on assiste à une recrudescence de la mortalité jusqu'à la panne totale de tous les composants.

La figure 3 représente typiquement cette évolution en nous montrant le nombre de n_i de composants encore en vie, en fonction du temps t .

Une façon rigoureuse d'exprimer cela est de dire que la probabilité pour un composant d'être encore fonctionnel après un temps t est :

$$F_t = \frac{n_i}{n}$$

A l'inverse, la probabilité pour qu'il soit défectueux est évidemment :

$$D_t = 1 - F_t \quad (2)$$

Le taux de panne λ découle directement de ces considérations ; il est défini comme étant le nombre de défauts rencontrés par une unité de temps. On comprendra donc aisément l'allure de la courbe de la fig. 3b.

Tout équipement électrique, donc une alimentation, est bien sûr constitué de composants différents.

Dans l'intervalle de temps t_1 t_2 , étant donné la faible valeur de λ et sa relative constance, quelques considéra-

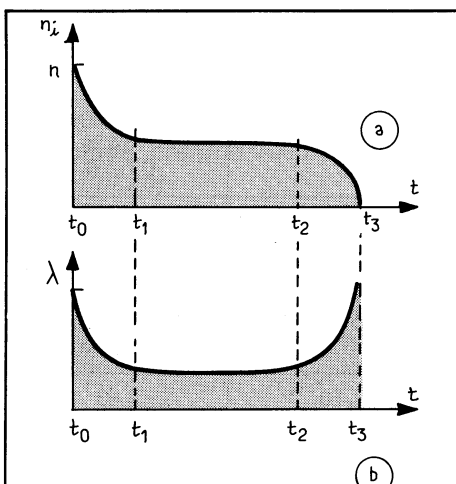


Fig. 3. (a) Nombre de composants n_i encore en vie en fonction du temps t et (b) Taux de panne de ce lot de composants (ou nombre de panne par unité de temps) en fonction du même temps t .

tions mathématiques basées sur la loi de Poisson, nous permettent de dire :
 a. $F_{\text{totale}} = F_1 \times F_2 \times F_3 \times \dots \times F_n$.

C'est à dire : la probabilité pour qu'un équipement de n composants soit encore fonctionnel est égale au produit des probabilités de vie des différents composants.

b. Etant donné d'autre part que :

$$F_i = e^{-\lambda_i} \quad (3)$$

on a :

$$\lambda_{\text{totale}} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \dots + \lambda_n.$$

Finalement on arrive à une notion de qualité très prisée par l'utilisateur puisqu'elle le concerne directement : celle du MTBF (*Mean Time Between Failure*), le temps moyen entre panne ou encore *Moyenne de Temps de Bon Fonctionnement* qui vaut :

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\lambda}$$

Il est toujours donné par l'intervalle de temps t_1 , t_2 correspondant à la période de fonctionnement normal de l'appareil.

Calcul du MTBF

Une analyse statistique permet à tout fabricant de composants de déterminer le taux de panne de ses produits. Il doit en outre spécifier dans quelles conditions cette analyse a été effectuée en vue de guider l'utilisateur dans le choix des valeurs les plus exactes possibles.

Prenons l'exemple d'une résistance à film métallique. Son λ vaut 5, à condition qu'elle soit utilisée :

— à 20 % de sa puissance spécifiée à 25° C,

— dans une ambiance de 40° C,

— dans un équipement immobile.

Dans un cas extrême, il vaut 180 si elle est utilisée :

— à 80 % de sa puissance à 25° C. (x4),

— dans une ambiance de 50° C, (x1,5),

— dans un équipement mobile (x6),

Les valeurs de λ ci-dessus sont données en panne par 10^9 heures. Le MTBF de la résistance sera, pour ces deux exemples, respectivement de $200 \cdot 10^6$ heures et $5,55 \cdot 10^6$ heures.

Il est peut-être intéressant de constater que si $\lambda = 5$ pour une résistance, dans les mêmes conditions, nous avons, par exemple, un λ de 15 pour un petit condensateur électroly-

tique et 150 pour son équivalent tantale, 250 pour 1 dm² de circuit imprimé, 1500 pour un triac et 10000 pour un tube à rayons cathodiques à mémoire !

Le calcul complet du MTBF pour une alimentation est donc long puisque tous les composants doivent être passé en revue et examinés en fonction de leur sollicitation.

On arrive alors à un ordre de grandeur de 50000 heures à 40° C.

La vraie signification du MTBF

Le malheur veut que le MTBF s'exprime en heures !

Cela crée, dans l'esprit de bon nombre d'utilisateurs, une confusion qui leur fait penser que cette durée est en fait un temps pendant lequel le système est apte à fonctionner.

Il n'en est rien !

Il suffit pour s'en convaincre de reprendre la formule 3. En posant : $t = 1$, MTBF F_i vaudra 0,37.

C'est à dire que la probabilité pour que l'équipement soit encore fonctionnel après 1 MTBF, n'est que de 37 % !

Le tableau de la figure 4 reprend quelques autres valeurs.

Exprimons-nous encore autrement : sur 50000 appareils dont le MTBF est de 50000 heures, il faudra réparer un appareil toutes les heures...

En conclusion, nous dirons que le MTBF donné est utile pour l'utilisateur en vue de l'aider dans son estimation de potentiel de maintenance.

Encore faut-il, pour être précis, connaître le MTTR (*Mean Time To Repair*) ou temps moyen de réparation, donné parfois par le fabricant.

Tout ceci peut être illustré clairement par un exemple.

Exemple

10000 alimentations sont mises en circulation. Leur MTBF est de 50000 heures et leur MTTR de 2 heures.

Quel est le potentiel humain à mettre en œuvre pour les réparations ?

En moyenne, nous aurons une panne toutes les $50000/10000 = 5$ heures.

Si les équipements fonctionnent 24 heures sur 24, au bout d'une semaine de 168 heures, nous aurons $168/5 = 33,6$ alimentations en panne.

Elles donneront $33,6 \times 2 = 67,2$ heu-

res de travail à répartir dans une semaine de 38 heures.

Il y aura donc de l'emploi pour $67,2/38 = 1,77$ technicien.

La durée de vie (Life time)

Pour un équipement, elle est limitée à la durée de vie du composant le plus fragile. En l'occurrence, dans le cas d'une alimentation, il s'agit bien souvent d'un des condensateurs électrolytiques soit d'entrée (côté réseau) soit de sortie (voir article précédent). Ce sont généralement eux les plus sollicités.

Le constructeur du condensateur garantie une certaine durée de vie de ses produits, quand ils sont placés dans un environnement donné : par exemple 2000 heures à 85° C d'ambiance. Cette durée correspond à un fonctionnement sans panne. Il donne d'autre part une espérance de vie ou durée de vie typique : V_{typ} ; par exemple 5000 heures à 85° C.

Cette durée correspond à un fonctionnement où le taux de panne est de 3 %. Au sein d'une alimentation, l'environnement est différent. Quel sera son influence ?

Durée de vie pratique d'un condensateur

Le courant d'ondulation maximal, spécifié et permis pour le condensateur est celui qui provoque une aug-

τ	F_i
0,1	90 %
0,5	61 %
1	37 %
2	14 %
5	0,67 %

Fig. 4 : Après un temps $\tau \times \text{MTBF}$, il reste F_i de probabilité de vie.

Fréquence en Hz	Facteur multiplicatif sur I_{HMax}
50	0,83
100	1,00
200	1,10
400	1,15
1000	1,19
> 2000	1,20

Fig. 5 : Adaptation de I_{HMax} d'un condensateur électrolytique, en fonction de la fréquence d'utilisation (condensateurs PHILIPS, série 050-052).

mentation de sa température interne de 10° C. Si la température ambiante est de 85° C, comme nous l'avons vu plus haut, la température interne sera de 95° C. Les durées de vie sont habituellement données dans ces conditions.

On peut, tout comme pour un semi-conducteur, calculer la résistance thermique électrolytique-ambiance R d'un condensateur.

Elle vaudra :

$$R = \frac{T_{e \text{ Max}} - T_{a \text{ Max}}}{P_{\text{Max}}} = \frac{95 - 85}{\text{ESR} \times I_{R \text{ Max}}^2}$$

avec ESR = la résistance série équivalente,

$I_{R \text{ Max}}$ = le courant d'ondulation maximal,

T_e = température de l'électrolyte,

T_a = température de l'ambiance (toutes les deux maximale).

Pour d'autres conditions de I_R et T_a , nous aurons, et pour autant que l'on admette la constance de R (bonne approximation) :

$$R = \frac{T_e - T_a}{\text{ESR} \times I_R^2}$$

ou encore :

$$T_e = R \times \text{ESR} \times I_R^2 + T_a.$$

En remplaçant dans (6), R par sa valeur (4), on a :

$$T_e = \left[\frac{I_R}{I_{R \text{ Max}}} \right]^2 + T_a.$$

L'expérience a prouvé que la durée de vie typique d'un condensateur double à chaque diminution d'environ 10° C de son électrolyte.

Elle sera ainsi, pour un environnement différent, et fort des renseignements trouvés ci-dessus, de :

$$V = (V_{\text{typ}})^{\frac{95 - T_e}{10}}$$

Avec T_e déterminée par (7) et V_{typ} spécifiée, comme vue plus haut, par le fabricant.

Pour être complet, nous devons ajouter que $I_{R \text{ Max}}$ peut être pondéré en fonction de sa fréquence.

Quelques valeurs sont données au tableau de la figure 5.

Une comparaison un peu « extrême » est possible en vue de bien saisir l'excellente durée de vie d'une alimentation.

Prenons le cas d'une voiture automobile.

Si l'on admet qu'au cours de sa carrière, elle va rouler 120000 km à la

vitesse moyenne de 60 km/h, sa durée de vie est de 2000 heures. Encore faut-il procéder à des entretiens tous les 5000 km, soit toutes les 83 h. Comparé aux 40000 heures à 25° C d'une alimentation... Ceci nous suggère cependant de dire, qu'une maintenance préventive n'est de toute façon pas à exclure.

Les perturbations électromagnétiques (EMI)

Ce domaine dont l'appellation plus ancienne était « Perturbations radio » (RFI), revêt également une certaine importance pour tout utilisateur d'alimentation à découpage. On suppose, bien entendu, que cet utilisateur a d'abord tous mis en œuvre pour que son système ne génère aucune nuisance, ce qui parfois n'est pas si simple...

D'un autre côté, il est fort possible qu'il utilise lui-même des circuits « sensibles » et pour lesquels une ambiance électromagnétique perturbée nuirait à leur bon fonctionnement.

Bref, l'alimentation étant bien souvent le dernier maillon de la chaîne auquel on s'intéresse, il est normal qu'on attende d'elle un minimum d'ennuis relatifs aux interférences HF.

Or, les convertisseurs à découpage, de par leur principe même de fonctionnement, sont le siège de tensions et courants importants commutés, à flancs raides et donc au contenu, harmonique plus ou moins important. Les fabricants de tels dispositifs, conscient de ces difficultés, prennent de plus en plus de mesures nécessaires et se réfèrent, dans leurs spécifications, à certaines normes qui délimitent des niveaux acceptables. Ces normes dont état de certaines plages de fréquences pour lesquelles des méthodes de mesures ont été établies. Elle tiennent compte des caractéristiques de transmission spécifiques des perturbations et des susceptibilités inhérentes aux appareils à protéger.

Dans ce domaine, il existe, au niveau international, un sous-groupe de CEI : le CISPR (Comité International Spécial des Perturbations Radio-électriques) qui a établi des documents de base, principalement la CISPR 11 et 14.

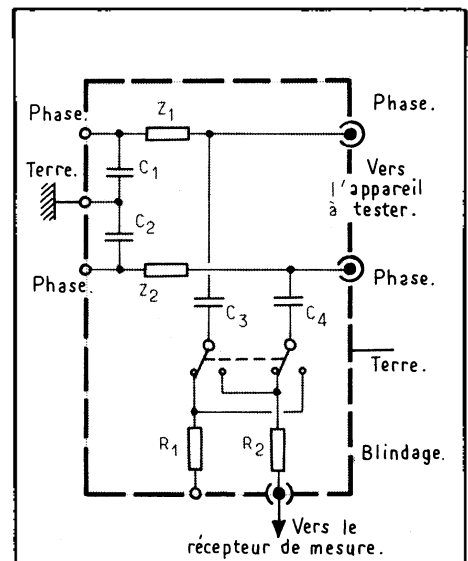


Fig. 6 : Réseau artificiel à insérer entre la source d'énergie et l'alimentation à tester.

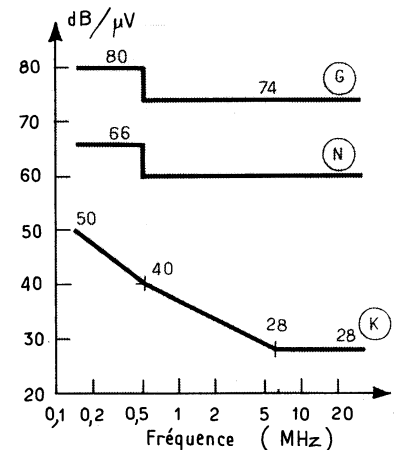


Fig. 7 : Niveaux relatifs à la VDE 875.

Il y a un équivalent allemand fort répandu, la VDE 871 et VDE 875 respectivement.

Les perturbations, dont il est question ici, peuvent être véhiculées et donc investiguées, de trois manières différentes : celles réinjectées dans les conducteurs d'alimentation réseau, celles rencontrées sur les conducteurs de sortie (DC) et enfin celles rayonnées directement.

Les perturbations vers le réseau

La méthode de mesure consiste à insérer, en série dans la ligne d'alimentation, un réseau servant à isoler, d'un point de vue HF, l'appareil à tester de sa source d'énergie (figure 6). Ce réseau comprend également les circuits de captation permettant

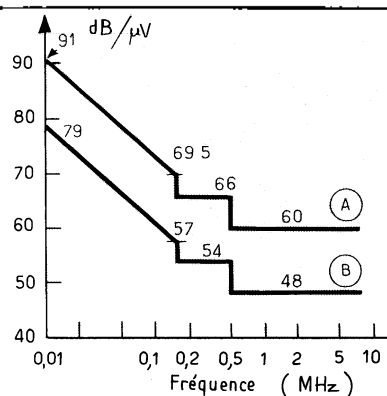


Fig. 8: Niveaux relatifs à la VDE 871.

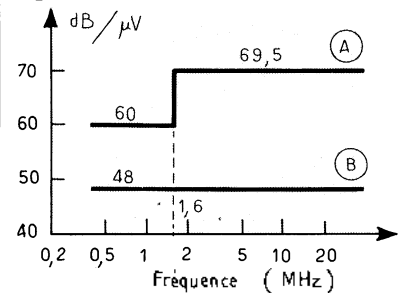


Fig. 9: Niveaux relatifs à la FCC.

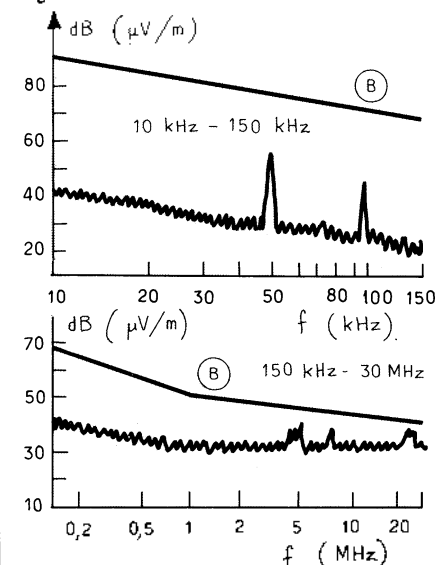


Fig. 11: Niveau de rayonnement, en dB ($\mu\text{V}/\text{m}$) mesuré à 3 m, d'une alimentation PE 1112/50. Le niveau « B », vu la distance de 3 m au lieu de 30 m est corrigé.

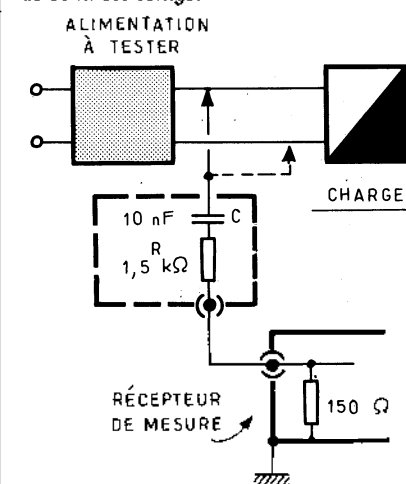


Fig. 12: Méthode de mesure des parasites de sortie selon la CEI 478-3.

d'appliquer la tension parasite de chaque phase par rapport à la terre, au récepteur de mesure.

Celui-ci de la conception particulière (décrite dans la VDE 876) et a, entre autres, pour la gamme allant de 10kHz à 150 kHz, une bande passante de - 6 dB à 200 Hz et de 9 kHz pour la gamme 150 kHz/30 MHz.

On se limite généralement à cette fréquence extrême vu qu'au delà, bien que la norme soit spécifiée jusqu'à 1 GHz, les résultats ne sont plus guère significatifs.

La VDF 875 concerne principalement les appareils travaillant à une fréquence inférieure à 10 kHz.

Le domaine de fréquence pratiquement intéressant s'étend de 150 kHz 30 MHz. Trois niveaux sont présentés (figure 7), relatifs à l'environnement où le dispositif sera utilisé.

Niveau G : système exploités en zone industrielle.

Niveau N : systèmes exploités en zone résidentielle (habitations, bureaux, ...)

Niveau K : système exploités en zone particulière comme par exemple laboratoires, salle de mesures, installations de télé-communication.

Si la VDE 875, entre dans le cadre des alimentations à découpage, a été longtemps le standard de base, à l'heure actuelle, la VDE 871 s'impose de plus en plus. D'ailleurs, elle concerne bien les appareils ayant une fréquence de travail supérieure à 10 kHz, ce qui est quasiment toujours le cas. Le domaine d'investigation commence à 10 kHz et les deux niveaux A et B recommandés sont représentés à la figure 8.

Niveau A : correspond au niveau N ci-dessus mais « prolongé » jusqu'à 10kHz.

Niveau B : se situe 12 dB sous la courbe A.

Dans la VDE 875 on parlait aussi de niveau N-12.

Donc, si pour des raisons historiques, certaines alimentations sont toujours spécifiées selon la VDE 875, il n'en reste pas moins vrai que la VDE 871 qui devrait être généralisée.

Aux USA, la « Federal Communications Commission » (FCC) recommande également certains seuils. On y distingue, figure 9, le niveau B comparable au niveau B de la VDE 871 mais à partir de 450 kHz seulement (« digital consumer ») et le niveau A (« digital industrial ») moins sévère que VDE 871 puisque même en commençant à 450 kHz à 60 dB, il donne 9,5 dB de plus à partir de 1,6 MHz.

Le rayonnement

La mesure relative du rayonnement d'une alimentation à découpage est moins aisée que celle des perturbations conduites.

Les méthodes sont du reste décrites dans la VDE 876.

Comme le montre le tableau de la figure 10, les normes spécifient certains niveaux en dB $\mu\text{V}/\text{M}$ à certaines distances. Pour des raisons de commodité ou de justesse, en vue de se prémunir de rayonnements étrangers à la mesure proprement dite, il est possible de l'effectuer à plus courte distance en chambre blindée

Gamme de fréq.	Distance		Niveaux dB ($\mu\text{V}/\text{m}$)
	VDE « A »	VDE « B »	
0,01 MHz à 30 MHz	100 m	30 m	34 dB
30 MHz à 470 MHz	30 m	10 m	entre 30 et 54 dB suivant les plages 34dB
470 MHz à 790 MHz	10 m	10 m	45 dB
470 MHz à 1 GHz	30 m	10 m	46 dB 59 à 57 dB (linéaire) 46 dB

Fig. 10: Les seuils « A » et « B », selon la VDE 871, correspondent à certains niveaux exprimés en dB $\mu\text{V}/\text{m}$ et ce à une distance bien définie.

Dossier

et absorbante, à 3 mètres par exemple. Les seuils de la figure 11 sont alors à adapter.

Ainsi, la figure 11 représente le niveau de rayonnement d'une alimentation PE 112/50 (5 V/12 A) mesuré à 3 m. La limite B qui y est représentée est pondérée en conséquence.

Les parasites de sortie

Ils sont mesurée pour chaque borne de sortie de l'alimentation vis-à-vis de la terre. On applique généralement la norme CEI 478-3 qui spécifie la méthode de mesure (figure 12) ainsi que les seuils tolérés. Ils valent : 10 mV de 150 kHz à 0,5 MHz (80 dB μ et 5 mV de 0,5 MHz à 30 MHz (74 db μ V).

Etant donné la présence du diviseur résistif dans la sonde de mesure, il ne faut pas oublier d'ajouter 20 dB à la lecture faite sur le récepteur de mesure, identique du reste à celui utilisé dans les VDE 871 et 875.

Conclusions

Nous osons espérer avoir suscité un certain intérêt chez le lecteur par ces quelques considérations même si elles se situaient le plus souvent en dehors du cadre spécifiquement électronique.

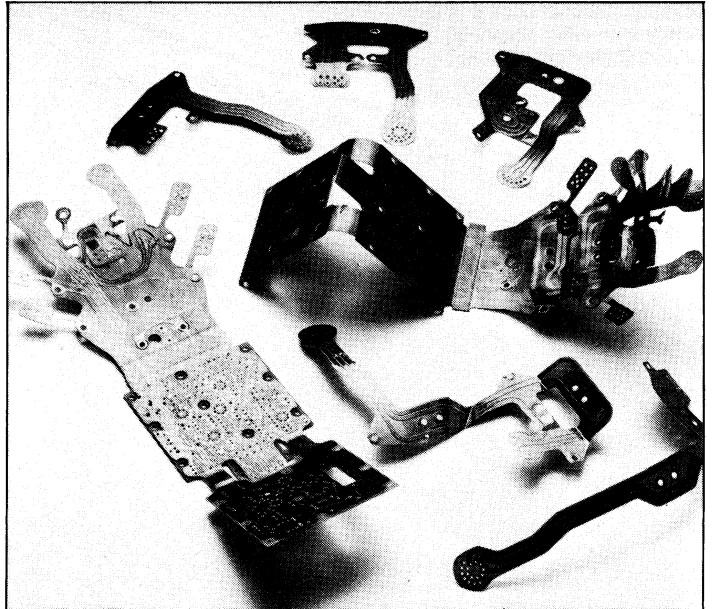
Mais il faut bien dire qu'une alimentation stabilisée n'est pas une fin en soi ; elle figure dans un contexte dont on est bien obligé de tenir compte et il est, ô combien exigeant.

Y. DUCAS et
Ph. WAVRE
Philips

Welwyn Electronique

groupe CRYSTALATE

les circuits flexi-rigides



- sécurité
- facilité d'utilisation
- faible encombrement
- gain de poids

investissement rentable

Département 53, rue Poincaré - B.P. 28 Tél. : (6) 407.90.93
commercial : 77220 Tournan en Brie Téléx : 690 318

CB 643

SOUDES SPECIALISEES POUR MICRO-ELECTRONIQUE

 **INDIUM** KITS D'ESSAIS

Alliages : In/Sn - Bi/Sn - In/Ag - Pb/In/Ag - Pb/Sn - Avec flux.

Températures de fusion : de 58 °C à 597 °C
6 KITS DIFFERENTS DE CREMES ET FILS



. Plus résistants au balayage et au filtrage, . Plus forts, . Plus résistants à l'usure, . Plus conductifs thermiquement et électriquement, . Plus résistants à la corrosion alcaline, . Plus faciles pour souder

TEKNIS - BP 85

78152 LE CHESNAY CEDEX
Tél : (3) 955.77.71
Télex : 697794

Monsieur :
Société :
Adresse :
Tél :
Souhaite recevoir la documentation.