Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 87 (1996)

Heft: 24

Artikel: Aspects économiques des coûts d'exploitation des compteurs électroniques et traditionnels (Ferraris)

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902398

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Plusieurs articles ont paru récemment sur les compteurs d'électricité électroniques, soulignant les avantages fonctionnels offerts par ce type d'appareil pour la mesure de l'énergie électrique. Toutefois, aucune analyse n'a été publiée jusqu'ici sur les avantages économiques que présentent certains compteurs électroniques par rapport aux compteurs Ferraris. Cet article vise à chiffrer les différents coûts d'exploitation du compteur électronique par rapport au compteur Ferraris.

Aspects économiques des coûts d'exploitation des compteurs électroniques et traditionnels (Ferraris)

Adresse de contact:
Enermet AG
Undermülistrasse 28, 8320 Fehraltorf

Le compteur électronique

Le compteur Ferraris est considéré depuis longtemps comme solution idéale pour la mesure de l'énergie électrique consommée. Sa réputation n'est plus à faire et repose principalement sur sa fiabilité exemplaire et sa durée de vie éprouvée. Depuis quelques années, des compteurs fonctionnant selon le principe de mesure entièrement électronique ont fait leur apparition sur le marché. La puissance électrique étant le produit de la tension et du courant, la mesure du courant reste obligatoirement nécessaire pour toute solution électronique de comptage de l'énergie. Pour ce faire, divers senseurs ayant tous la propriété d'offrir une très faible impédance (quelques dizaines de micro-ohms) sont utilisés. Les principes de mesure les plus courants sont: shunt, transformateur de courant, transformateur shunté et senseur à effet hall.

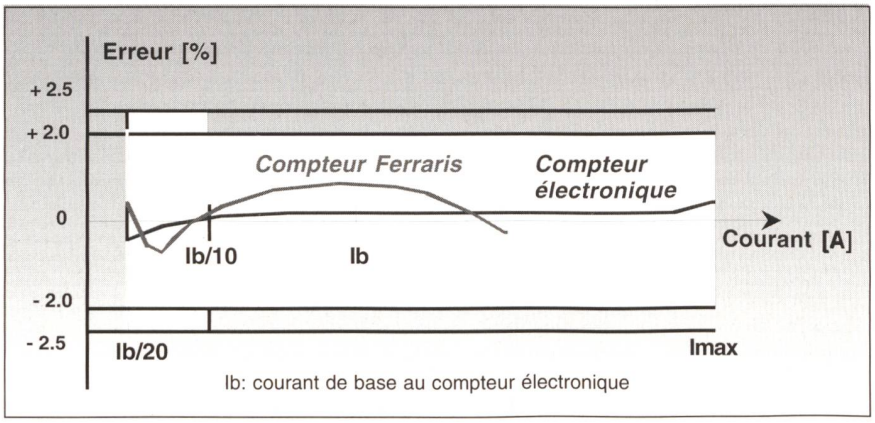

Figure 1 Courbes de précision comparatives entre compteur Ferraris et compteur électronique.

La mesure de l'énergie électrique s'obtient par le calcul de la puissance (multiplication du courant par la tension) à laquelle on affecte un facteur d'intégration dans le temps. Ce calcul peut s'effectuer selon plusieurs procédés:

- Amplitude-rapport cyclique (MSA)
- Digital
- Hall
- Par transconductance

La modulation MSA

Le système MSA est utilisé depuis plus de 20 ans dans les compteurs de haute précision (classes 0,2 et 0,5%). Depuis une décennie, il est également utilisé pour les compteurs domestiques. Son principe repose sur un signal rectangulaire de quelques kHz doublement modulés: on module le rapport cyclique du signal par la tension et son amplitude par le courant. L'intégration du signal doublement modulé conduit à une valeur de puissance très précise.

La multiplication digitale

La méthode numérique repose sur la conversion analogique-digitale par échantillonnage du signal tension et du signal courant. Une fois l'échantillonnage effectué, la multiplication digitale se fait généralement au moyen d'un microprocesseur. Ce principe a été mis en application relativement tard en raison des coûts initialement élevés de la technique des micro-contrôleurs.

La multiplication par effet Hall

Avec cette méthode, un cristal semi-conducteur est soumis à un champ magnétique proportionnel au courant à mesurer et à un courant proportionnel à la tension d'entrée. La tension de Hall mesurée à la sortie du cristal est alors directement proportionnelle à la puissance à mesurer. Ce processus délicat demande un contrôle en temps réel des dérives en température de gain et d'offset. Sa stabilité à long terme peut également poser des problèmes. Enfin, sa vulnérabilité aux champs magnétiques indésirables (fraude) peut être préoccupante.

La multiplication par transconductance

Ce principe, utilisant le coefficient de transconductance di_c/dv_{be} des transistors, fournit à la sortie d'une paire différentielle un signal proportionnel à la puissance absorbée. Le niveau d'entrée exigé n'étant compatible qu'avec le senseur de courant à shunt, son application se voit limitée aux compteurs monophasés. Ce type de circuit, sensible aux variations de température, exige une compensation permanente.

Les avantages du compteur électronique

Quel que soit le système de mesure utilisé, les compteurs électroniques offrent quatre avantages par rapport au compteur Ferraris traditionnel:

1. Une grande dynamique de mesure
2. Un courant de démarrage très faible
3. Une précision de mesure élevée sur toute l'échelle
4. Aucune usure mécanique

La grande dynamique de mesure

La dynamique de mesure représente par définition le rapport entre le courant maximum I_{max} et le courant de base I_b d'un compteur. Pour le compteur Ferraris, cette dynamique est très souvent limitée à un facteur 4: compteurs 10(40) A ou 20(80) A. Cette limitation provient des fluctuations de la mesure sur toute la plage et des frottements mécaniques dont l'influence relative est plus importante en bas de l'échelle, augmentant les erreurs de mesure pour les courants de faible intensité.

Dépourvu des inconvénients inhérents aux systèmes mécaniques, le compteur électronique atteint des dynamiques très supérieures, soit 8, 16 voire 20: par ex. compteurs 10(80) A, 5(80) A ou même 5 (100) A. Cette extension de la dynamique présente deux avantages notoires:

- Du point de vue logistique, un seul type de compteur peut convenir pour toutes les applications en mesure directe.
- La précision de mesure pour un compteur à valeur I_{max} élevée est également garantie pour les courants de faible intensité.

Le faible courant de démarrage

Le courant de démarrage des compteurs électroniques est bien inférieur à celui des compteurs Ferraris. Il est généralement inférieur à 25 mA par phase alors que, pour le compteur Ferraris, il est généralement supérieur à 50 mA pour les compteurs 10(40) A et supérieur à 100 mA pour les compteurs 20(80) A. Notons également à ce propos que les normes de l'OFMET sont différentes pour le compteur électronique et le compteur Ferraris. Celles-ci prescrivent, pour un compteur de classe 2.0, un courant de démarrage de 0,5% de I_b pour le compteur électronique et 1% de I_b pour le compteur Ferraris.

Ces différences ont toutes leur importance dans le monde actuel, où de plus en plus d'appareils électriques à usage domestique sont laissés en permanence en mode stand-by (TV, vidéo, répondeur téléphonique, réveil, alimentation électronique, antenne satellite, fax, etc.). En effet, si le courant de démarrage du compteur est plus élevé qu'un tel courant stand-by, cette énergie «grise» correspondante ne sera pas du tout comptabilisée en l'absence d'autres consommateurs tels que lampes, frigo, four, etc.

Pour les ménages, cette énergie «grise» est évaluée en Suisse à 486 mio de kWh/an ou 170 kWh/an et par ménage, ce qui correspond à 3,5% de l'énergie totale consommée.

Appareils	Utilisation par jour (h)	Puissance consommée(W)		Energie consommée (kWh/a)		Rapport (stand-by/ total)
		stand-by*	actif	stand-by*	actif	(%)
TV	3,8	8	90	55,35	138,7	32,4
Vidéo	0,5	8	25	68,6	4,6	93,7
Appareils audio	2,0	6	50	48,2	36,5	56,9
Réveils	0,1	1,5	1,5	13,1	0,05	99,6
Alimentation	4	1,5	4	10,95	5,8	65,4

(*) Il s'agit de valeurs moyennes pouvant varier considérablement selon les modèles et l'année de fabrication (améliorations notables ces 3 dernières années)

Tableau 1 Puissance consommée par des appareils ménagers.

Les plus gros consommateurs d'énergie grise sont la télévision et la vidéo.

Le tableau 1 donne une appréciation de la consommation de cette énergie «grise» par les principaux appareils ménager. Les antennes satellites et fax privés ne sont pas présents dans ce tableau, leur utilisation étant encore restreinte.

La puissance totale qu'un ménage consomme en énergie «grise» est évaluée en moyenne à 20 W pour l'ensemble des appareils stand-by; ceci correspond à un courant d'environ 85 mA réparti en général sur deux phases. Nous nous trouvons alors dans un domaine critique pour le compteur Ferraris sachant que son courant de démarrage se situe entre 50 et 100 mA par phase.

En faisant l'hypothèse qu'avec un tel courant, le compteur Ferraris ne compte que la moitié de l'énergie effectivement consommée, et que cette situation s'observe pendant environ 6 heures (4 h pendant la nuit et 2 h pendant le jour) il en résulte une énergie non comptabilisée de 21 kWh par an et par ménage par ce type de compteur.

$$E_{n.c.} = 230\ \text{V} \cdot 85\ \text{mA} \cdot 0{,}5 \cdot 6 \cdot 365 = 21\ \text{kWh/a}$$

Ce chiffre correspond à 0,6 % du total de l'énergie consommée par un ménage (3370 kWh /a). Il est intéressant de remarquer que cette valeur théorique a été confirmée par la pratique: sur 20 sites différents nous avons branché pendant 1 année un compteur Ferraris et un compteur électronique en série. Nous avons toujours observé une différence de consommation entre +0,5 et 0,7% en faveur du compteur électronique.

Précision de mesure sur toute l'échelle

Contrairement au compteur Ferraris qui, tout en restant dans les limites de tolérance, connaît des fluctuations de mesure positi-

ves et négatives (voir figure 1), le compteur électronique montre une grande précision accompagnée d'une linéarité remarquable. Il en résulte pour le client une mesure plus précise et plus équitable de l'énergie effectivement consommée.

Aucune usure mécanique

De par son principe de mesure, le compteur électronique ne présente aucun frottement et donc pas d'usure. Il est ainsi capable de mesurer l'énergie de nombreuses années durant sans qu'une variation de sa précision ne soit décelable. Le contrôle officiel s'en voit fortement simplifié, puisqu'il ne s'agit vraiment que d'un contrôle sans maintenance, aucune pièce ne devant être changée, nettoyée ou réglée.

Consommation propre des compteurs

On entend par consommation propre l'énergie électrique consommée par le compteur lui-même. Cette consommation varie considérablement d'un type à l'autre et mérite l'attention des sociétés d'électricité puisqu'elle reste à leur charge. Dans le cas du compteur Ferraris, cette consommation est légèrement dépendante du courant qui parcourt le compteur et dans le cas du compteur électronique elle en est pratiquement indépendante.

Consommation du compteur Ferraris

La consommation propre d'un compteur Ferraris est relativement constante d'un type à l'autre. Elle représente, par phase, environ 1 W pour le circuit tension et environ 0,2 W à Ib pour le circuit courant. Pour les compteurs à double tarif, il faut aussi tenir compte de la consommation de la bobine de commutation. Celle-ci consomme environ 1,3 W pendant 66% du temps (tarif heures pleines). Pour des compteurs Ferraris double tarif, il en résulte donc une consommation moyenne de l'ordre de:

$$\text{Consommation} = 3 \cdot 1\ \text{W} + 3 \cdot 0{,}1\ \text{W} + 0{,}66 \cdot 1{,}3\ \text{W} = 4{,}2\ \text{W}$$

Consommation du compteur électronique Enermet

La consommation des compteurs électroniques peut varier énormément d'un type à un autre en fonction de son électronique et des possibilités qu'il offre. Néanmoins, pour tous les types, l'impédance du circuit courant étant tellement basse et celle des entrées contrôlant la tarification si élevée que ces consommations peuvent être négligées. Il ne reste donc plus que la consommation du circuit tension. Dans l'appareil que nous présentons (voir figure 2), la consommation est particulièrement basse puisqu'elle représente 0,5 W par phase. D'autres types de compteurs électroniques ont une consommation nettement supérieure, dépassant parfois même celle du compteur Ferraris. Pour le compteur Enermet présenté la consommation représente donc:

$$\text{Consommation} = 3 \cdot 0{,}5\ \text{W} = 1{,}5\ \text{W}$$

La puissance consommée d'un compteur Ferraris est ainsi supérieure de 2,7 W, c'est-à-dire d'environ 24 kWh/a à celle du compteur électronique Enermet. En multipliant cette différence avec les 240 000 compteurs de la ville de Zurich par exemple, on obtient une différence de 648 kW, ce qui représente pratiquement l'énergie consommée en permanence par une station de transformation de 630 kVA à pleine charge.

Les différents coûts d'exploitations

La comparaison des coûts d'exploitation entre un compteur Ferraris et le compteur électronique présenté conduit à un gain conjugué entre la consommation propre et le courant de démarrage de l'ordre de 24 kWh/a + 21 kWh/a = 45 kWh/a en faveur du compteur électronique Enermet. En admettant un prix de 15 ct/kWh il en résulte une économie de Fr. 6.75 par année et par compteur. Ceci représente, sur une vie de compteur d'un minimum de 30 ans et avec un taux de 4%, selon la formule bien connue d'actualisation pour la valeur actuelle nette (VAN):

$$\text{VAN} = \sum_{t=1}^{n} \frac{G_t}{(1+i)^t} = G_0 \sum_{t=1}^{n} \frac{1}{(1+i)^t} = G_0 \frac{(1+i)^n - 1}{i\,(1+i)^n}$$

Pour n = 30 ans, i = 4%, il en résulte: $17{,}3 \cdot G_0 = 17{,}3 \cdot$ Fr. 6.75 = Fr. 116.70.

Cette valeur correspond à environ 40% du prix d'achat d'un compteur Ferraris double tarif.

Conclusion

Lors d'une décision d'achat, le choix entre compteurs d'énergie électrique Ferraris et électroniques résulte souvent de la comparaison des critères usuels tels que: prix d'achat, fonctions offertes, fiabilité et espérance de vie. La présente étude montre qu'il existe d'autres avantages en faveur du compteur électronique; bien qu'insignifiante à première vue, l'économie réalisée sur l'ensemble de la durée de vie d'un compteur peut, comme dans le cas du compteur Enermet, représenter jusqu'à 40% de son prix d'achat. Compte tenu de ce résultat, ne serait-il pas judicieux, au moment de l'acquisition de compteurs, de prendre en considération non seulement le prix d'achat, mais aussi les coûts expectatifs d'exploitation et de maintenance pendant la durée de vie des appareils? Ainsi, les quelques francs de différence éventuellement à payer au moment de l'achat de tel ou tel appareil pourraient largement être compensés durant la vie du produit.

Figure 2 Compteur électronique fonctionnant selon le principe de mesure MSA et présentant une consommation propre de 0,5 W par phase.

Littérature

A. Huser, R. Spalinger: Stromverbrauchserhebung in Haushalten (EDMZ, Berne; N° 724.397.235.51d).

J. Roturier, A. Anglade: Energy-efficient information and communication technologies: a survey of world-wide programmes DA/DSM 95, Roma, Italia.

B. Aebischer, C. Bachmann, R. Brüniger: Der Miniwatt-Report (ETHZ) Distribution ENET, Case postale 142, 3000 Bern 6.

Die heimlichen Stromfresser (Bundesamt für Energiewirtschaft) Distribution ENET, Case postale 142, 3000 Bern 6.

Office fédéral de la statistique: «La consommation d'énergie des ménages», ISBN 3-303-X.

Eine deutsche Version dieses Artikels ist im «Bulletin» Nr. 12/1996 erschienen.