

# Capteurs de courant Eta basés sur un ASIC mesurant des courants nominaux de 50 & 100 A

Par Rüdiger Bürkel, Pierre Cattaneo, Steve Guex, Hans Dieter Huber, Bernard Richard & Stéphane Rollier.

L'électronique trouve des applications de plus en plus nombreuses dans tous les domaines de la vie quotidienne. Elles commencent, dans le domaine domestique, par les appareils électroménagers, les techniques modernes de communication, les régulateurs de chauffage et d'air conditionné intelligents, et continuent dans de nombreux domaines tels que l'informatique et les technologies automobiles ainsi que le contrôle et la régulation automatiques de procédés industriels. Dans les années 90, le domaine des alimentations a subi des changements fondamentaux de topologies de circuits. Les composants de commande numérique y jouent un rôle de plus en plus important. Cette

tendance se poursuit également dans l'électronique de puissance. Des modules de puissance IGBT (IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor), dont les pertes ne cessent de diminuer et la compacité de s'accroître, permettent, avec d'autres composants électroniques, de réaliser des appareils moins encombrants et plus compacts. L'objectif est toujours l'accroissement de la densité de puissance (puissance par volume) tout en réduisant les coûts. Cette tendance à l'innovation n'est possible que si le grand nombre de processeurs nouveaux voit également entrer sur le marché des capteurs plus petits et moins coûteux, avec une interface intégrée et galvaniquement isolée.

En 1997, avec le capteur de courant appelé LTS 25-NP, LEM a introduit un composant répondant aux besoins du marché moderne en électronique de puissance pour la mesure de courants, offrant aux constructeurs un produit de bon rapport qualité-prix, de hautes performances, à dimensions réduites, de forte immunité contre les environnements électriques de plus en plus sévères, et utilisant une seule tension d'alimentation 0/+5V. Cette solution fut trouvée en utilisant quelques solutions innovantes, telles que l'intégration d'un ASIC (ASIC = Application Specific Integrated Circuit) et de nouvelles techniques de production. LEM accroît aujourd'hui sa famille de capteurs 0/+5V, appelée la famille  $\mu$ ProSenz avec le LAS 50-TP, LAS 100-TP, LAS 50-TP/SP1 et LAS 100-TP/SP1, introduisant une nouvelle technologie appelée  $\text{\textcircled{E}}$  pour atteindre les mêmes buts. LEM reste fidèle à sa réputation de répondre aux besoins du marché, en introduisant de nouveaux produits basés sur des stratégies innovatrices de construction. C'est le cas aujourd'hui avec l'introduction de la technologie Eta.

Comment fonctionne cette nouvelle technologie? Pour répondre à cette question, il est nécessaire d'avoir une vue d'ensemble des technologies existantes

## Technologie à Boucle Ouverte

Pour la mesure isolée de courants, les capteurs à Boucle Ouverte (fig. 1) utilisent un circuit magnétique avec un entrefer, positionné (sans contact) autour du conducteur porteur du courant à mesurer. Une cellule à effet Hall est insérée dans l'entrefer et fournit une tension de Hall proportionnelle au flux produit par le courant. Cette tension de Hall est traitée et amplifiée avant d'être fournie en sortie du capteur.

Les capteurs à Boucle Ouverte comportent de nombreux avantages:

- Électronique simple.  
Contrairement aux capteurs à Boucle Fermée, aucun courant n'est requis pour l'enroulement secondaire, éliminant ainsi le besoin d'un étage d'amplification de puissance coûteux.
- Bon rapport performances-prix.
- Faible consommation.
- Dimensions réduites pour courants forts.

Les désavantages sont:

- Plage de fréquences limitée.  
Jusqu'à 25 kHz et 50 kHz, en fonction de la performance de l'électronique et de la qualité du circuit magnétique.
- Dérive relativement élevée de l'offset et du gain.

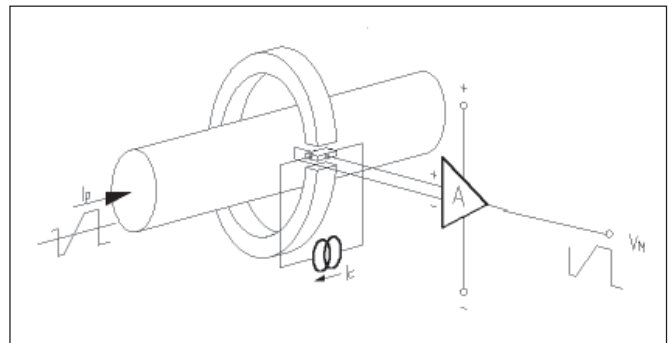


Fig. 1. Principe des capteurs à Boucle Ouverte.

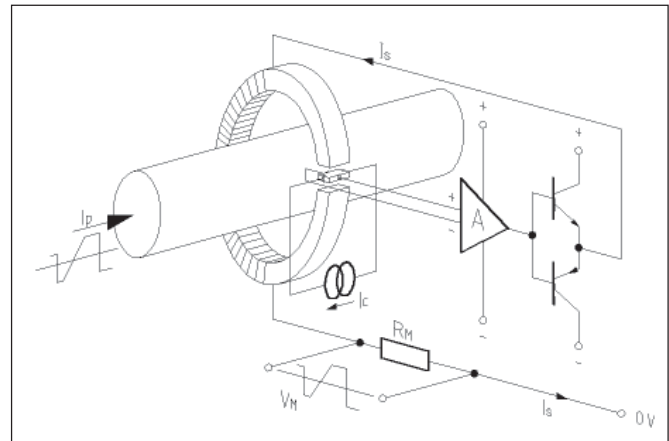


Fig. 2. Principe des capteurs à Boucle Fermée

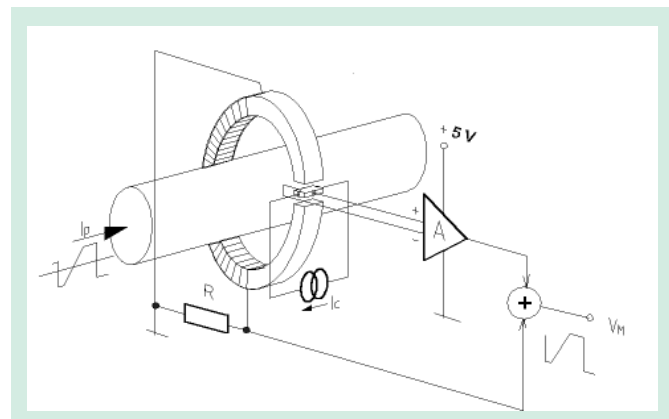


Fig. 3. Principe Eta

- Précision plus faible pour la mesure de courants AC et DC.  
Certains paramètres, tels que la dimension de l'entrefer, influent sur la précision.
- Surchauffe avec des courants de haute fréquence, du fait des pertes par hystérésis magnétique et des courants de Foucaults.

## Technologie à Boucle Fermée

Comme montré dans la fig. 2, avec ce principe, l'élément de Hall situé dans l'entrefer est utilisé uniquement pour la détection du flux nul. Un circuit électronique, en aval, fait passer un courant de compensation à travers un enroulement secondaire, jusqu'à ce que les ampères-tours soient égaux. Le courant de compensation peut alors être mesuré à travers une résistance de charge et constitue une représentation exacte du courant primaire.

La méthode montrée dans la fig. 2 a plusieurs avantages:

- Large bande passante du fait de l'utilisation de l'effet transformateur de courant (mesure en fréquence jusqu'à 100 kHz et même 200 kHz).
- Excellente précision, pas de dérive du gain. En fait, le gain ne dépend que du nombre de tours.
- Inductance d'insertion insignifiante.

La technologie Boucle Fermée a aussi ses désavantages:

- Consommation de courant élevée; l'alimentation doit fournir le courant de compensation.
- Electronique coûteuse du fait de l'étage de sortie de puissance.

Ce sont les désavantages de la technologie à Boucle Fermée qui ont incité le développement de la technologie Eta pour la conception d'une nouvelle gamme de capteurs de courant (fig. 3). Les ingénieurs de LEM ont conçu une solution conservant les meilleures caractéristiques des technologies bien connues et déjà utilisées.

Les premiers modèles de cette nouvelle gamme sont les LAS 50-TP et LAS 100-TP respectivement prévus pour un courant nominal de 50 et 100 A eff. Ils sont tous les deux également disponibles sous la référence SP1.

## Technologie

Avec le principe Eta, LEM a tenté de réunir les caractéristiques positives des capteurs à Boucle Ouverte avec celles des capteurs à Boucle Fermée. Ceci n'est devenu possible qu'avec la disponibilité d'ASICs spéciaux qui ont pu sensiblement améliorer la performance des capteurs à Boucle Ouverte. La fig. 3 montre la construction de ce capteur.

Dans l'entrefer du circuit magnétique se trouve un ASIC à hautes performances avec un élément de Hall à compensation de température pour la mesure du flux magnétique. Ceci permet au capteur de mesurer avec précision des courants DC et basses fréquences. Dans le cas des courants AC, l'enroulement secondaire fournit la tension de sortie à travers la résistance de charge R. Les deux signaux sont superposés électroniquement pour fournir un signal de sortie commun.

Comme nous le voyons, la technologie Eta est une application du théorème d'Ampère

$$\sum I = \oint \vec{H} \times d\vec{l}$$

ce qui nous permet d'écrire l'équation suivante (fig. 4):

$$I_p \cdot N_p = H_{air} \cdot l_{air} + H_{fe} \cdot l_{fe}$$

$$\text{et } I_p \cdot N_p = H_{air} \cdot l_{air} + n_s \cdot i_s$$

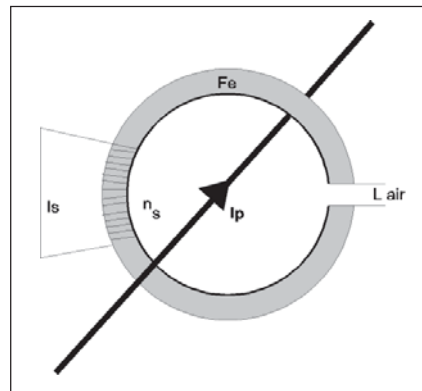


Fig. 4. Application du théorème d'ampère

## Avantages & inconvénients du principe Eta

- \* Les capteurs de courant Eta travaillent avec une très haute précision lors de mesures de courants AC.
- \* Grâce à l'optimisation de l'effet transformateur de courant, on obtient une réponse rapide aux transitoires. Les capteurs de courant peuvent suivre avec précision un  $di/dt$  jusqu'à 100 A/ $\mu s$  et même au-delà.

- \* Pas de surchauffe avec des courants à haute fréquence, car le flux dans le circuit magnétique est pratiquement nul. (At primaire @ At secondaire)
- \* Très faible consommation de courant. Par exemple, moins de 20 mA pour le LAS 50-TP.
- \* Pour la mesure d'un courant DC légèrement variable, un capteur de courant Eta fonctionnera sur le même principe qu'un capteur du type Boucle Ouverte.

De ce fait, le circuit magnétique doit être dimensionné de telle sorte qu'il reste bien en dessous de la saturation magnétique. Malgré cette précaution, l'erreur en linéarité reste la même que celle obtenue avec un capteur Boucle Ouverte, c'est à dire, environ entre 3 et 4 fois plus élevée qu'avec un capteur à Boucle Fermée.

Comme les capteurs LAS sont une combinaison entre un capteur à Boucle Ouverte et un à Boucle Fermée, certaines erreurs, telles que dérive en température de l'offset et du gain, propres aux capteurs à Boucle Ouverte, se retrouvent. Pour améliorer ces performances, LEM a développé un ASIC «sur mesure», qui permet une précision accrue quand le capteur travaille en Boucle Ouverte en DC et à basses fréquences. Il est, en effet, possible alors de compenser les erreurs précitées plus facilement.

Cet ASIC, appelé PACT, (Programmable ASIC for Current Transducer, voir fig. 5), a été conçu pour supporter de fortes perturbations en CEM. Les problèmes de mesures lors de la présence de  $di/dt$  et de  $dV/dt$  très élevés, ont reçu une attention spéciale de notre part: LEM a ainsi réussi à créer un ASIC avec une immunité exception-nelle.

L'amplificateur de sortie peut utiliser, soit une référence interne et stable 2,5 V (LAS 50-TP), soit une tension de référence externe de 2,3 à 2,7 V (LA 50-TP/SP1).

# Caractéristiques principales

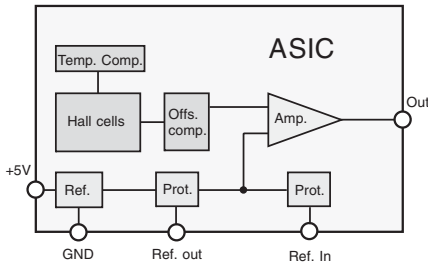


Fig. 5. PACT schéma de principe.

## Caractéristiques principales

Les caractéristiques principales sont indiquées dans le tableau 1.

La tension d'alimentation est de 0/+5 V et correspond à celle des processeurs généralement les plus utilisés.

Contrairement aux capteurs de courant à Boucle Fermée existants, lesquels ont un facteur de 1,5, le rapport plage de mesure/courant nominal réalisé avec la série LAS est de 2,5 à 3. Ceci est avantageux pour la plupart des applications. Le LAS 50-TP (LAS 100-TP) peut mesurer avec précision des courants jusqu'à 150 A (300 A), avec un courant nominal maximum de 50 A (100 A). Le point de référence pour un courant primaire nul se situe à 2,5 V, ce qui correspond exactement à la moitié de la tension d'alimentation. La variation du signal de sortie (gain) est de 0,625 V/I<sub>PN</sub>, de sorte que la sortie affiche une tension de 4,375 V à +150 A (+300 A) et de 0,625 V à -150 A (-300 A).

## Précision

Selon le signal primaire à mesurer (AC ou DC), la série LAS travaille, soit selon le principe à Boucle Ouverte, soit selon l'effet transformateur de courant (une des caractéristiques de la technologie à Boucle Fermée); c'est le principe même de la technologie Eta. La précision est alors diverse, selon le signal à mesurer:

1. (cas 1) DC ou basses fréquences: Dans ce cas, le capteur fonctionne comme un capteur à Boucle Ouverte.
2. Ou (cas 2) AC: Dans ce cas, le capteur fonctionne comme un transformateur de courant.

Le cas le moins favorable en terme de précision se produit quand le capteur fonctionne en mode Boucle Ouverte.

Tableau 1 - Caractéristiques techniques des capteurs LAS

	LAS 50-TP	LAS 100-TP	LAS 50-TP/SP1	LAS 100-TP/SP1
Courant nominal	50 A	100 A	50 A	100 A
Plage de mesure	±150 A	±300 A	±150 A	±300 A
Précision @ +25 °C	1 %		1 %	
Tension d'alimentation	+ 5 V		+ 5 V	
Référence	2,5 V ± 25 mV		Externe 2,5 ± 0,2 V	
Dérive en température de V <sub>out</sub> /V <sub>ref</sub> à I <sub>p</sub> = 0	50 ppm/K typique		50 ppm/K typique	
Bande passante	DC.. 100 kHz (-1dB)		DC .. 100 kHz (-1dB)	
Plage de températures	-40 °C .. +85 °C		-40 °C .. +85 °C	
Tension d'isolation	5 kV		5 kV	
Consommation	0,08 W		0,08 W	

Dans ce cas, l'erreur maximale possible est de ±1 % de I<sub>PN</sub> à +25 °C (sans offset électrique, magnétique et sans erreur de linéarité) ce qui est comparable à la précision d'un capteur Boucle Ouverte.

La précision globale d'un capteur Boucle Ouverte peut être définie comme incluant (remarque: entre parenthèses les valeurs LAS 50-TP):

- L'offset électrique initial à +25 °C à I<sub>p</sub> = 0 (V<sub>ref</sub> ±25 mV avec V<sub>ref</sub> = 2,5 V ±25 mV), cette erreur peut être compensée avec un microcontrôleur,
- L'erreur d'ajustement de gain initial (±0,5 % de I<sub>PN</sub> typique, ±1 % de I<sub>PN</sub> max).
- L'offset magnétique: Vom (±0,5 % de I<sub>PN</sub> après une excursion à I<sub>PN</sub> = 50 A)
- Et l'erreur de non-linéarité (±0,8 % de I<sub>PN</sub> incluant l'offset magnétique. Cet offset magnétique pour le LAS 50-TP ne peut être présenté sans l'erreur de linéarité).

L'offset magnétique Vom est provoqué par la rémanence du circuit magnétique après une excursion positive ou négative dans la plage de mesure du capteur.

Que se produit-il exactement?

Pour répondre à cette question, il est nécessaire de regarder plus en détail la structure du capteur.

Voyons le comportement du circuit magnétique: Un circuit magnétique est défini par un cycle d'hystérésis comme suit:

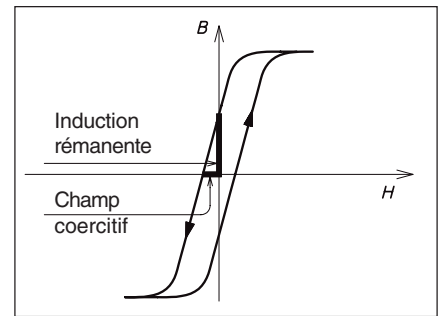


Fig. 6. Cycle d'hystérésis du circuit magnétique.

H étant fonction du courant mesuré (I<sub>p</sub>), B étant fonction de H et du circuit magnétique utilisé.

Le choix du circuit magnétique et de son cycle d'hystérésis associé, détermine les caractéristiques du capteur à Boucle Ouverte mais notamment sa plage de mesure.

Quand le courant primaire augmente, H augmente proportionnellement, ainsi que B, selon le cycle d'hystérésis du circuit magnétique.

Le courant max. de la plage de mesure est défini avant d'atteindre la saturation du circuit magnétique. La saturation apparaît quand B commence à fléchir, et elle est complète quand B plafonne. Quand le courant à mesurer diminue, H diminue proportionnellement, ainsi que B, selon le cycle d'hystérésis du circuit magnétique.

En théorie, B et H devraient alors revenir à leurs valeurs initiales à 0, mais en réalité alors que H approche 0, B atteint une certaine valeur légèrement différente de 0.

On appelle cette valeur «rémanence» (magnétisme résiduel) et sa valeur est plus importante si la saturation est atteinte. Avec n'importe quel autre capteur, cette valeur se retrouve sous la forme d'offset magnétique appelé «Vom», et après une excursion à  $2 \cdot I_{PN}$  il peut être de  $\pm 5$  mV max, et  $\pm 3$  mV max. ( $\pm 0,5\%$  de  $I_{PN}$ ) après une excursion jusqu'à  $1 \cdot I_{PN} = 50$  A pour le LAS 50-TP. Pour le LAS 50-TP, l'erreur Vom (après une excursion à  $\pm I_{PN}$ ) a été intégrée dans l'erreur de linéarité. L'erreur de linéarité est définie comme l'erreur résultant de la différence entre la mesure effective et la référence idéale. La valeur max. trouvée dans la plage de mesure du capteur est alors rapportée au courant nominal du capteur, et ceci donne une erreur applicable à la plage entière de mesure. Dans le cas présent, l'erreur de linéarité est évaluée à  $\pm 0,7\%$  de  $I_{PN}$  (LAS 50-TP).

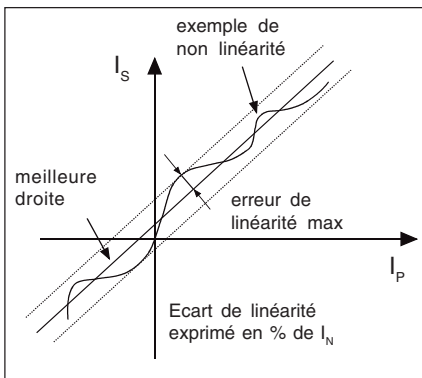


Fig. 7. Définition de la linéarité.

Quand le LAS 50-TP fonctionne en DC, sur toute la gamme de température, la dérive thermique typique du gain est alors de 150 ppm/K.

Lors de mesures en AC, le LAS 50-TP peut être comparé à un capteur Boucle Fermée en terme de précision, car il fonctionne en utilisant le même effet transformateur de courant déjà utilisé par les capteurs à Boucle Fermée.

Lors du fonctionnement en mode transformateur de courant, pour conserver le même rapport et type de sortie (tension) que lors du fonctionnement en DC, une résistance de mesure a été intégrée dans le capteur. LEM a sélectionné des résistances avec une précision de  $\pm 0,5\%$  et une dérive en température de 50 ppm/K maximum.

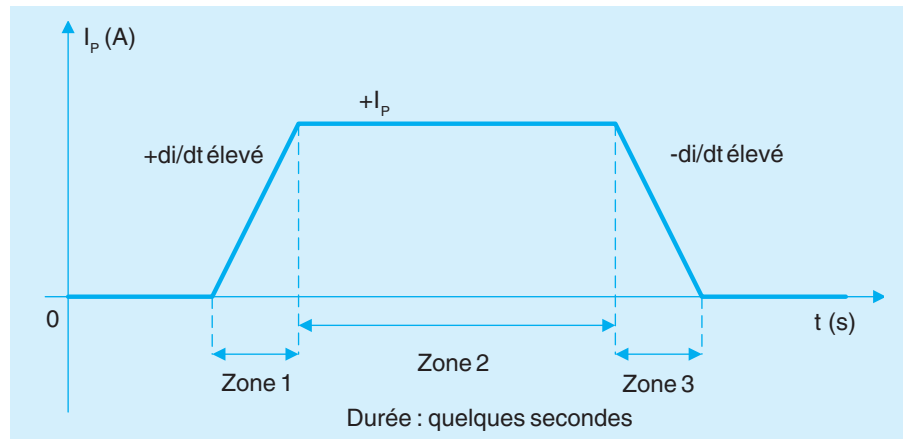


Fig. 8 : Signal typique d'impulsion

Dans la zone 1 (fig. 8) le LAS 50-TP fonctionne comme un transformateur de courant, sans rémanence puisqu'un  $di/dt$  positif élevé est présent. Pendant la zone 2 de la courbe, le LAS 50-TP fonctionne comme un capteur à Boucle Ouverte avec une certaine rémanence du fait du signal constant DC. Dans la zone 3, le LAS 50-TP fonctionne à nouveau comme un transformateur de courant avec un  $di/dt$  négatif élevé. Ceci permet d'annuler une grande partie de la valeur de rémanence précédente.

Une des nouveautés des capteurs LAS consiste en la disponibilité d'une pin supplémentaire, fournissant à l'utilisateur, en externe, la référence intégrée. La tension de sortie analogique à  $I_{PN} = 0$  atteint une stabilité thermique typique de 80 ppm/K. Sa précision absolue à  $+25^\circ\text{C}$  n'est pas importante, puisque dans la plupart des cas elle peut être compensée par un processeur dans l'application du client.

La dérive en température de la tension de sortie analogique par rapport à la référence intégrée à  $I_{PN} = 0$  est la suivante:  $TCV_{out}/V_{ref} = 50$  ppm/K typique.

La disponibilité de la référence intégrée est un moyen pour l'utilisateur d'avoir la possibilité d'annuler l'erreur additionnelle due à la dérive de la référence dans la gamme de température. Ceci est habituellement effectué par un DSP (Digital Signal Processor) de plus en plus usuel dans les circuits d'Électronique de Puissance.

Dans la version SP1, la référence est fournie par l'utilisateur sur une pin et remplace la référence intégrée du LAS 50-TP.

Cette référence client doit avoir une valeur entre 2,3 V et 2,7 V. En fournissant la référence de cette manière, le client connaît et maîtrise la référence avec précision, lui permettant d'éliminer l'offset dans son calcul de précision.

### Alimentation

Les systèmes de commande numérique sont généralement alimentés par une tension d'alimentation de 0/+5 V. Ceci n'est pas toujours le cas avec les composants périphériques, tels que, par exemple, les capteurs de courant disponibles sur le marché, lesquels requièrent, par principe,  $\pm 12$  V ou  $\pm 15$  V. Jusqu'à présent, les signaux ont été adaptés par le biais de circuits de conversion analogiques (fig.9).

Grâce aux séries LAS et LTS  $\mu\text{ProSenz}$  (fig. 10), cela n'est plus nécessaire et par conséquent l'utilisateur peut économiser les coûts suivants:

- Élimination d'amplificateurs opérationnels additionnels, de résistance de mesure et de tension externe de référence;
- Dimensions réduites du circuit imprimé, puisque certains composants sont éliminés;
- Le concept du circuit ne nécessite le cas échéant pas de tension d'alimentation de  $\pm 15$  V.

De plus, la consommation du LAS 50-TP est particulièrement réduite (env. 0,08 W) et n'a jamais été aussi faible avec les capteurs de courant à effet Hall. Ceci a été possible grâce à l'utilisation de la technologie Eta, mais aussi grâce à l'ASIC (et sa technologie), qui ne nécessite que très peu de courant pour fonctionner.

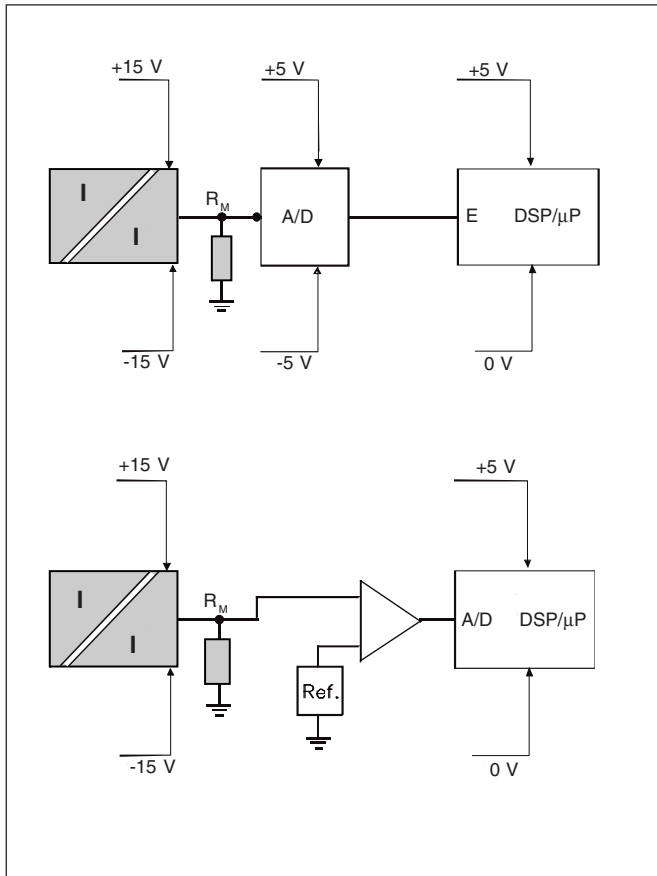


Fig. 9. Schéma bloc des systèmes actuels avec les capteurs alimentés en  $\pm 15$  Volts

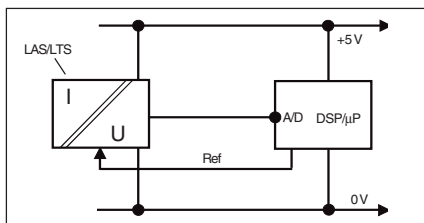


Fig. 10. Systèmes alimentés en 0; +5 V utilisant la série LTS et LAS

## Large bande passante

La réponse en fréquence du LAS 50-TP est représentée fig. 11 et fig. 12. Vous remarquerez la très bonne réponse jusqu'au-delà de 100 kHz. La raison en est l'excellente combinaison de la partie ASIC et de la partie transformateur de courant, avec un très bon couplage avec le circuit primaire. La limite de -1 dB se situe environ à 100 kHz et dépasse ainsi toutes les valeurs des capteurs à effet de Hall conventionnels.

## Comportement en $dV/dt$

Tout composant électrique offrant une isolation galvanique entre les circuits primaire et secondaire, manifeste un couplage capacitif entre les potentiels isolés. Dans les applications utilisant des fréquences de commutation élevées, et ayant, par conséquent, des fronts raides (sauts de tensions rapides dans le circuit primaire), ces derniers provoquent des influences EMI (EMI = Electro Magnetic Interference) intempestives. Du côté secondaire, c'est à dire à la sortie du composant, apparaît un signal parasite. Un saut de tension de  $10 \text{ kV}/\mu\text{s}$  génère, pour une capacité de couplage de  $10 \text{ pF}$ , un courant de sortie parasite de  $100 \text{ mA}$ . Dans le cas du LAS 50-TP, cela correspondrait à deux fois le courant nominal. La fig. 13 illustre le comportement lors d'un saut de tension de  $6 \text{ kV}/\mu\text{s}$  pour une tension appliquée de  $1000 \text{ V}$  sur le conducteur primaire à courant primaire nul. La perturbation maximale constatée est de  $440 \text{ mV}$ , ce qui correspond à environ 70 % de  $I_{PN}$ . Il faut noter que 200 ns après la fin des transitoires

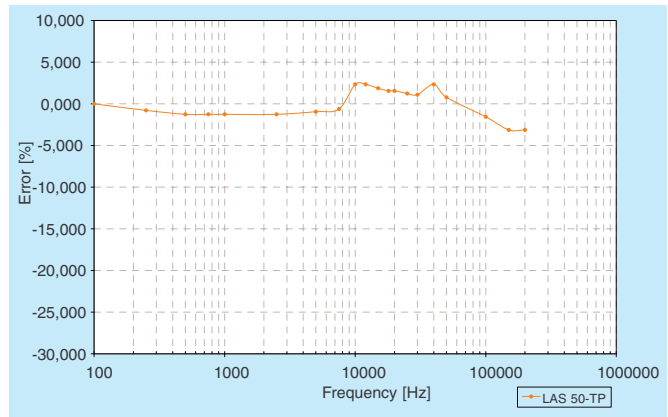


Fig. 11. Réponse en fréquence du LAS 50-TP

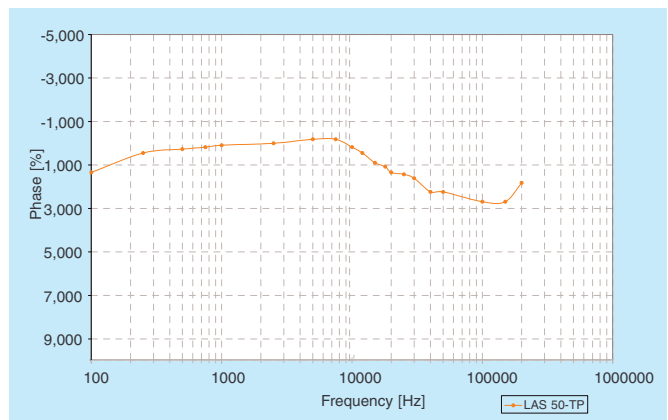


Fig. 12. Erreur de phase du LAS 50-TP

perturbant, le signal de sortie du LAS 50-TP reprend son état normal. Cette très courte perturbation peut aisément être filtrée. Ceci est très important pour une utilisation avec les régulateurs numériques à modulation de largeur d'impulsion (MLI). Dans ce cas, il convient d'utiliser un petit filtre, afin de ne pas limiter la dynamique.

## Normes

Lors du développement de la série LAS, les directives de la norme EN 50178 ont été suivies. Les capteurs satisfont une tension d'isolation de test de  $5 \text{ kV}$  et une tension d'extinction des décharges partielles à plus de  $2 \text{ kV}$ . Ils répondent à toutes les exigences d'isolation de sécurité, jusqu'à une tension de fonctionnement de  $600 \text{ V}$ , pour une catégorie de surtension III. Tous les matériaux sont listés UL (UL = Underwriter's Laboratories). La marque CE documente la conformité avec la Directive Basse Tension 72/23/CEE.

## Quelques conseils d'application & informations

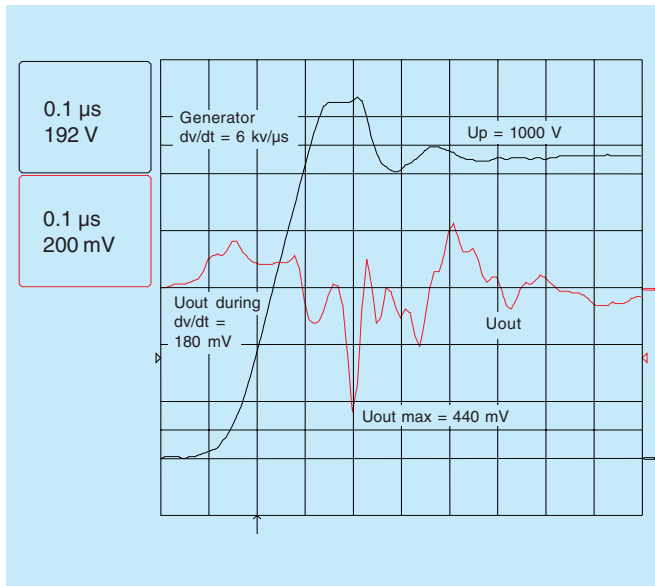


Fig. 13. Comportement aux  $dV/dt$  (LAS 50-TP)

### Quelques conseils d'application & informations

- Couplages entre les pistes primaires et secondaires du PCB

#### Couplage capacitif

Un couplage capacitif entre pistes du PCB est un effet indésirable. Ce couplage intervient lorsque deux pistes sont trop proches l'une de l'autre, ou qu'elles sont parallèles sur une trop grande distance alors qu'un  $dV/dt$  se produit (Fig. 14).

On peut réduire cet effet, en éloignant les deux pistes sensibles l'une de l'autre (principalement dans notre cas, la sortie «Out» du capteur et une des pistes primaires).

**Remarque:** Possibilité de faire une piste écran, en reliant celle-ci à un potentiel fixe (attention cependant à maintenir les distances d'isolations).

Ceci peut se produire, par exemple, quand une piste sur une couche de PCB et la seconde piste sur une autre couche du même PCB se superposent.

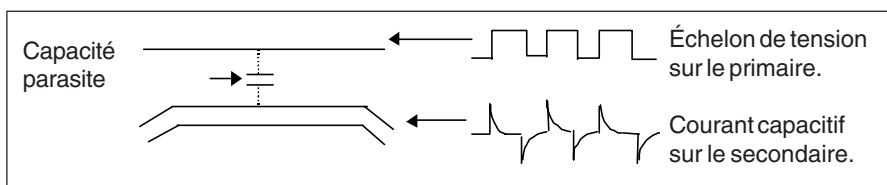


Fig. 14

Tableau 2 Aperçu des avantages et applications de la série LAS

### Avantages de la série LAS

- ▲ En utilisant une tension d'alimentation unipolaire de 0/+5 V, il est possible de mesurer des courants positifs et négatifs;
- ▲ Très faible consommation de puissance;
- ▲ La technologie Eta offre une large plage de fréquences avec un temps de réponse réduit, une plage de mesures étendue, et la possibilité de mesurer de courtes impulsions de courant;
- ▲ Montage simple facilitant le processus de fabrication;
- ▲ Solution peu coûteuse

### Applications

Les capteurs LAS ouvrent toutes les applications de systèmes électroniques à faible puissance, telles que les entraînements électriques à vitesse variable pour l'utilisation industrielle dans les équipements de chauffage, ventilation et de climatisation ainsi que dans les appareils électroménagers et industriels, les entraînements asservis, les alimentations sans coupure (UPS) et SMPS (Switched Mode Power Supplies): Alimentation à découpage, les systèmes de gestion d'énergie et les applications générales de surveillance de courant.

- Bruit à la sortie

Le bruit à la sortie de la série LAS est généré principalement par l'ASIC et sa valeur maximale mesurée est de 10 mV<sub>pp</sub>.

Avec un petit filtre de sortie, ce bruit peut être réduit considérablement.

### Résumé

Le tableau 2 résume encore une fois les avantages et les applications de la série LAS.

Ce produit est le résultat d'un long processus basé sur de nombreux détails de solutions spécifiques aux applications. Ceux-ci résultent d'une coopération en partenariat et d'un dialogue riche en idées entre ingénieurs de développement et constructeurs. L'objectif était d'améliorer les produits de clients se trouvant dans un environnement très compétitif.

C'est ainsi que naissent des solutions de produit innovatrices et peu coûteuses, lesquelles permettent, à l'utilisateur et au fabricant, d'obtenir de nouvelles

possibilités de fabrication en automatique qui assurent des caractéristiques reproductibles et un niveau de qualité très élevé.

Grâce à la nouvelle technologie (Eta), il est possible de développer une gamme de capteurs alimentés en 0/+5 Volts, avec une précision proche de celle des types à Boucle Fermée. Un des grands avantages réside dans la très faible consommation d'environ 5 % en comparaison avec un type usuel. La série LAS fait partie de la famille *μProSenz* (alimentation en 0/+5 volts).

# Capteur de courant LAS 50-TP & LAS 100-TP $I_{PN} = 50 \text{ \& } 100 \text{ A}$

Pour la mesure électronique des courants: DC, AC, Impulsionnels, mixtes, avec une isolation galvanique entre le circuit primaire (courant fort) et le circuit secondaire (circuit électronique).



Caractéristiques électriques principales		LAS 50-TP	LAS 100-TP	
$I_{PN}$	Courant primaire efficace nominal	50	100	A
$I_p$	Courant primaire, plage de mesure à fréquence > 1 kHz	0 .. ± 150	0 .. ± 200 0 .. ± 300	A
$V_{OUT}$	Tension de sortie analogique @ $I_p = 0$		$V_{REF} \pm (0.625 \cdot I_p / I_{PN})$ $V_{REF} \pm 0.025$	V
$V_{REF}$	Tension de référence - sortie	2.5 ± 0.025		V
	Impédance de charge de $V_{REF}$	≥ 1		MΩ
$R_L$	Résistance de charge	≥ 2		kΩ
$R_{OUT}$	Résistance interne de sortie	< 20		Ω
$C_L$	Charge capacitive Max	1		nF
$V_C$	Tension d'alimentation (± 5 %)	5		V
$I_C$	Courant de consommation @ $V_C = 5 \text{ V typ}$	17		mA
$V_d$	Tension efficace d'essai diélectrique, 50/60 Hz, 1 mn	5		kV
$V_e$	Tension efficace d'extinction des décharges partielles @ 10 pC	2		kV
$\hat{V}_w$	Tension de tenue aux chocs 1.2/50 μs	8		kV

## Généralités

- Capteur de courant utilisant la technologie Eta
- Tension d'alimentation unipolaire
- Conception compacte pour montage sur circuit imprimé
- Boîtier injecté en matière isolante auto-extinguible de classe UL 94-V0
- Plage de mesure étendue.

## Avantages

- Excellente précision
- Très bonne linéarité
- Faible dérive en température
- Temps de retard optimal
- Bande passante élevée
- Pas de pertes d'insertion apportées dans le circuit à mesurer
- Grande immunité aux perturbations extérieures
- Surcharges de courant supportées sans dommage.

## Applications

- Variateurs de vitesse et entraînements à servomoteur AC
- Convertisseurs statiques pour entraînements à moteur DC
- Applications alimentées par batteries
- Alimentations Sans Interruption (ASI)
- Alimentations à découpage
- Alimentations pour applications de soudage.

Modèle déposé.

Précision - performances dynamiques						
$X$	Précision <sup>1)</sup> @ $I_{PN}, T_A = 25^\circ\text{C}$	< ± 1				%
$\epsilon_L$	Erreur de linéarité 0 .. $I_{PN}$ <sup>2)</sup>	< 0.7	< 0.9			%
$TCV_{OUT}$	Dérive en température de $V_{OUT}$ @ $I_p = 0$ @ $T_A$	Typ	Max	Typ	Max	ppm/K
$TCV_{OUT} / V_{REF}$	Dérive en température de $V_{OUT} / V_{REF}$ @ $I_p = 0$ @ $T_A$	80	120	80	120	ppm/K
$TCe_G$	Dérive en température du gain @ $T_A$	50	80	50	80	ppm/K
$V_{OM}$	Tension résiduelle @ $I_p = 0$ , après une surintensité de $2 \times I_{PN DC}$	150	300	300	500	ppm/K
$t_{ra}$	Temps de réaction @ 10 % de $I_{PN}$	< ± 5	< ± 6			mV
$t_r$	Temps de retard @ 90 % de $I_{PN}$	< 200	< 500			ns
$di/dt$	di/dt correctement suivi	< 500	> 100			ns
	Bruit de sortie sans filtre extérieur	< 10				A/μs
$f$	Bande passante (- 1 dB)	DC .. 100				mVpp

Caractéristiques générales			
$T_A$	Température ambiante de service	- 40 .. + 85	°C
$T_S$	Température ambiante de stockage	- 40 .. + 100	°C
$m$	Masse	20	g
	Groupe de matériau	I	
	Normes	EN 50178 (011097)	

Toutes les valeurs sont données avec  $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ .

Notes : <sup>1)</sup> L'offset électrique, magnétique et linéarité exclus

<sup>2)</sup> Offset magnétique inclus.

040226/0

# Capteur de Courant LAS 50 ..100-TP/SP1

Pour la mesure électronique des courants: DC, AC, Impulsionnels, mixtes, avec une isolation galvanique entre le circuit primaire (courant fort) et le circuit secondaire (circuit électronique).

$I_{PN} = 50 \text{ \& } 100 \text{ A}$



Caractéristiques électriques principales		LAS 50-TP/SP1	LAS 100-TP/SP1	
$I_{PN}$	Courant primaire efficace nominal	50	100	A
$I_p$	Courant primaire, plage de mesure à fréquence > 1 kHz	0 .. ± 150	0 .. ± 200 0 .. ± 300	A A
$V_{OUT}$	Tension de sortie analogique @ $I_p = 0$		$V_{REF} \pm (0.625 \cdot I_p / I_{PN})$ $V_{REF} \pm 0.025$	V V
$V_{REF}$	Tension de référence - entrée		2.5 ± 0.2	V
	Impédance de charge de $V_{REF}$		≥ 1	MΩ
$R_L$	Résistance de charge		≥ 2	kΩ
$R_{OUT}$	Résistance interne de sortie		< 20	Ω
$C_L$	Charge capacitive Max		1	nF
$V_C$	Tension d'alimentation (± 5 %)		5	V
$I_C$	Courant de consommation @ $V_C = 5 \text{ V typ}$		17	mA
$V_d$	Tension efficace d'essai diélectrique, 50/60 Hz, 1 mn		5	kV
$V_e$	Tension efficace d'extinction des décharges partielles @ 10 pC		2	kV
$V_w$	Tension de tenue aux chocs 1.2/50 μs		8	kV

## Généralités

- Capteur de courant utilisant la technologie Eta
- Tension d'alimentation unipolaire
- Conception compacte pour montage sur circuit imprimé
- Boîtier injecté en matière isolante auto-extinguible de classe UL 94-V0
- Plage de mesure étendue.

## Particularité

- Entrée Ref IN = référence externe.

## Avantages

- Excellente précision
- Très bonne linéarité
- Faible dérive en température
- Temps de retard optimal
- Bande passante élevée
- Pas de pertes d'insertion apportées dans le circuit à mesurer
- Grande immunité aux perturbations extérieures
- Surcharges de courant supportées sans dommage.

## Applications

- Variateurs de vitesse et entraînements à servomoteur AC
- Convertisseurs statiques pour entraînements à moteur DC
- Applications alimentées par batteries
- Alimentations Sans Interruption (ASI)
- Alimentations à découpage
- Alimentations pour applications de soudage.

Modèle déposé.

Précision - performances dynamiques					
$X$	Précision <sup>1)</sup> @ $I_{PN}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$		< ± 1		%
$\epsilon_L$	Erreur de linéarité 0 .. $I_{PN}^{2)}$	< 0.7	< 0.9		%
$TCV_{OUT} / V_{REF}$	Dérive en température de $V_{OUT} / V_{REF}$ @ $I_p = 0$ @ $T_A$		Typ   Max   Typ   Max		ppm/K
$TC\epsilon_G$	Dérive en température du gain @ $T_A$		150   300   300   500		ppm/K
$V_{OM}$	Tension résiduelle @ $I_p = 0$ , après une surintensité de $2 \times I_{PNDC}$	< ± 5	< ± 6		mV
$t_{ra}$	Temps de réaction @ 10 % de $I_{PN}$		< 200		ns
$t_r$	Temps de retard @ 90 % de $I_{PN}$		< 500		ns
$di/dt$	di/dt correctement suivi		> 100		A/μs
	Bruit de sortie sans filtre extérieur		< 10		mVpp
$f$	Bande passante (-1 dB)		DC .. 100		kHz

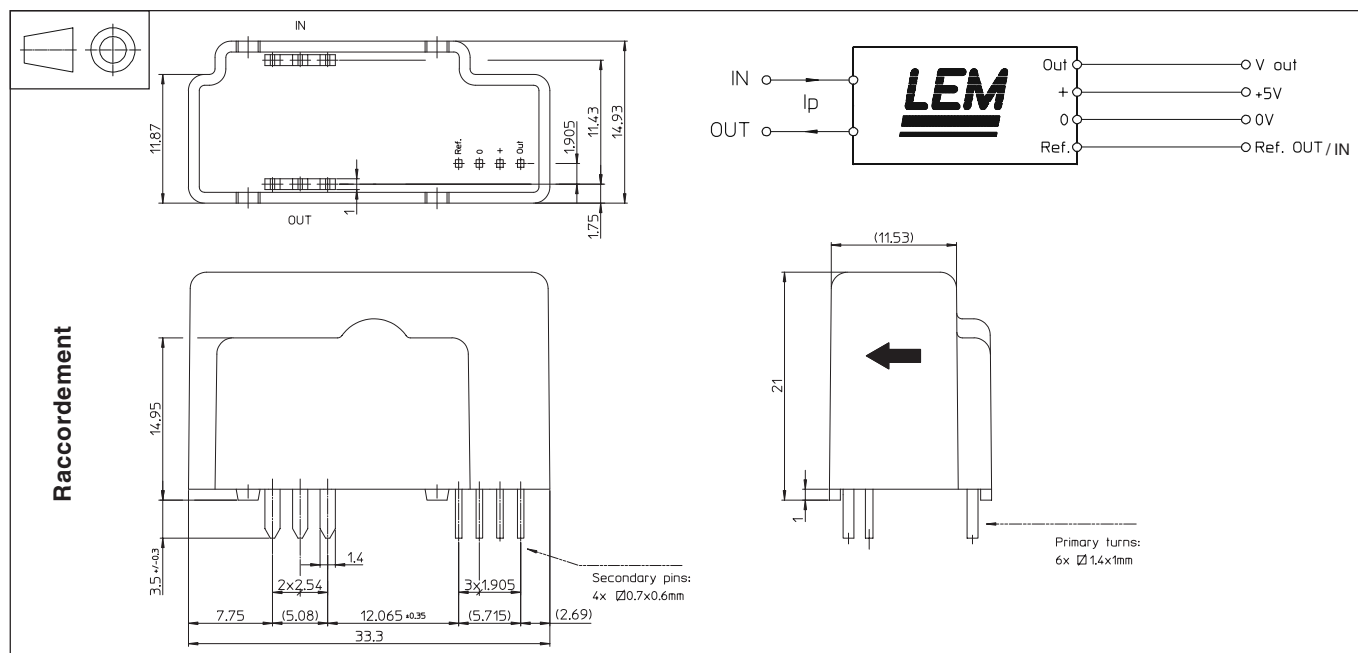
Caractéristiques générales			
$T_A$	Température ambiante de service	- 40 .. + 85	°C
$T_S$	Température ambiante de stockage	- 40 .. + 100	°C
$m$	Masse	20	g
	Groupe de matériau	I	
	Normes	EN 50178 (011097)	

Toutes les valeurs sont données avec  $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ .

Notes : <sup>1)</sup> L'offset électrique, magnétique et linéarité exclus

<sup>2)</sup> Offset magnétique inclus.

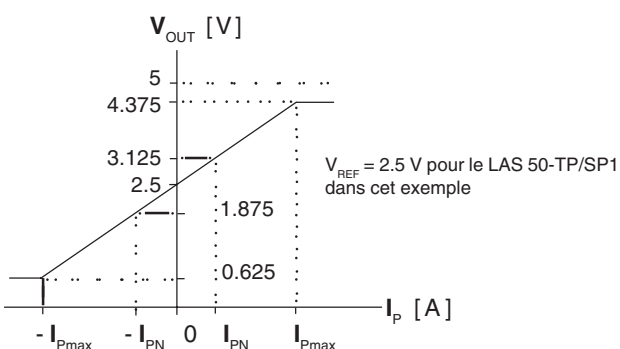
## Dimensions LAS 50..100-TP& LAS 50..100-TP/SP1(en mm.)



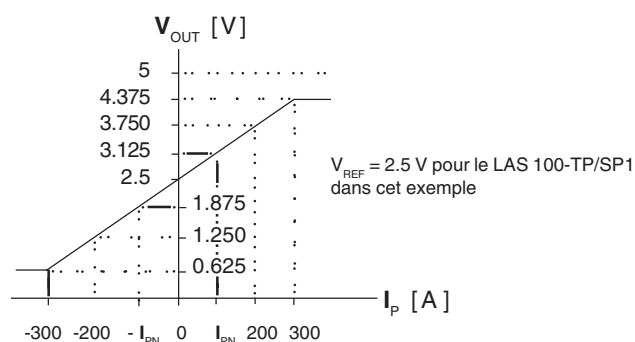
	Nombre de spires primaires	Courant primaire		Tension de sortie nominale $V_{OUT}$ V	Résistance primaire $R_p$ mΩ	Inductance d'insertion primaire $L_p$ μH
		Nominal $I_{PN}$ A	Maximum $I_p$ A			
LAS 50-TP LAS 50-TP/SP1	1	50	150	$V_{REF} \pm 0.625$	0.12	0.008
LAS 100-TP LAS 100-TP/SP1	1	100	200 (300)	$V_{REF} \pm 0.625$	0.12	0.008

## Tension sortie - Courant primaire

LAS 50-TP et LAS 50-TP/SP1



LAS 100-TP et LAS 100-TP/SP1



## Caractéristiques mécaniques

- Tolérance générale  $\pm 0.2$  mm
- Fixation et connexion primaire 6 picots 1.4 x 1 mm  
Ø de perçage recommandé 2 mm
- Fixation et connexion secondaire 4 picots 0.7 x 0.6 mm  
Ø de perçage recommandé 1.2 mm

## Remarques générales

- $V_{OUT}$  est positif lorsque  $I_p$  circule depuis les bornes "IN" vers les bornes "OUT".
- La température du conducteur primaire ne doit pas dépasser 100°C.

LEM se réserve le droit d'apporter certaines modifications sur ses capteurs, dans le sens d'une amélioration, ceci sans avis spécial.



## 5 Ans de Garantie pour les Capteurs LEM

LEM crée et fabrique des produits de haute qualité et haute fiabilité pour ses clients du monde entier.

Depuis 1972, nous avons fourni plusieurs millions de capteurs de courant et de tension qui sont, pour la plupart, toujours en service, sur des véhicules de traction, des variateurs de vitesse industriels, des systèmes d'alimentation de secours et de nombreuses autres applications exigeant des critères de haute qualité.

Notre garantie de 5 ans s'étend sur tous les capteurs LEM livrés dès le 1er janvier 1996 et elle est accordée comme supplément à la garantie légale. La garantie sur nos capteurs s'étend sur une période de 5 ans (60 mois) à dater de leur livraison.

Pendant cette période nous réparerons ou remplacerons à nos frais toutes les pièces défectueuses (pour autant que le défaut soit dû à un matériau ou une fabrication défectueux). Tous les défauts doivent nous être communiqués immédiatement et les produits concernés doivent être renvoyés à l'unité de fabrication avec la description du défaut.

D'autres réclamations ainsi que les réclamations concernant la compensation des dommages qui ne se sont pas produits sur le matériel livré, ne sont pas couvertes par cette garantie.

Les réparations sous garantie sont exécutées à notre discrétion. Les frais de transport sont à la charge du client. Une extension de la durée de la garantie suite à la réparation sous garantie ne peut être accordée.

La garantie devient caduque si l'acheteur a modifié ou réparé, ou a fait faire des réparations du matériel par des tiers sans l'accord écrit de LEM.

La garantie ne couvre aucun dommage causé par de mauvaises conditions d'utilisation et des cas de force majeure, ou si les conditions de paiement convenues n'ont pas été respectées. Aucune responsabilité ne sera assumée à l'exception des prescriptions juridiques concernant la Responsabilité Civile Produits.

La garantie exclut expressément toute réclamation au-delà des conditions ci-dessus.

LEM, Genève, le 1 janvier 2001  
Division Composants



Paul Van Iseghem  
Président de LEM Components

# Réseau commercial international LEM

## Europe • Moyen Orient

### Allemagne

Bureau principal:  
LEM Deutschland GmbH  
Frankfurter Strasse 74  
D-64521 Gross-Gerau  
Tel. +49 6152 9301 0  
Fax +49 6152 8 46 61  
e-mail: postoffice.lem@lem.com

Hauber & Graf Electronics GmbH  
Bavière / Bade-Württemberg  
Wahlwiesenstr. 3  
D-71711 Steinheim  
Tel: +49 7144 28 15 03/04  
Fax: +49 7144 28 15 05  
e-mail:  
electronics@hauber-graf.de

### Autriche

LEM NORMA GmbH  
Liebermannstrasse F01  
A-2345 Brunn am Gebirge  
Tel. +43 2236 69 15 01  
Fax +43 2236 69 14 00  
e-mail: lna@lem.com

### BeNeLux

LEM BE SA  
Avenue Newton 8  
B-1300 Wavre  
Tel. +32 10 22 67 16  
Fax +32 10 22 69 98  
e-mail: lbe@lem.com

### Croatie

Proteus Electric  
Via di Noghere 94/1  
I-34147 Muggia-Aquillina  
Tel. +39 040 23 21 88  
Fax +39 040 23 24 40  
e-mail:  
dino.fabiani@proteuselectric.it

### Danemark

Delttron-Conelec A/S  
Banemarksvej 50 B  
2605 Broendby  
Tel. +45 43 434342  
Fax +45 43 293700  
e-mail: sales@conelec.dk

### Espagne

Bureau principal:  
LEM Components  
Stefan Lüscher  
Tel. +34.93.886.0228  
Mobile +34.64.756.0903  
Fax +34.938.866.087  
e-mail: situ@lem.com

### AVANZEL

COMPONENTES, S.L.  
Région de Madrid  
Avda. Sancho Rosa 66  
E-28708 San Sebastián de los Reyes  
Tel. +34 91 6236828  
Fax +34 91 6236702  
e-mail: ventas@avanzel.com

### Finlande

Etra-Dielectric Oy  
Lampputie 2  
SF-00741 Helsinki  
Tel. +358 207 65 160  
Fax +358 207 65 23 11  
e-mail: markku.soittila@etra.fi

### Field Applications Engineer

Dominique Roggo  
Tel. +358 40 564 22 91  
e-mail: dro@lem.com

### France

LEM France Sarl  
La Ferme de Courtaboeuf  
19 avenue des Indes  
F-91969 Courtaboeuf Cedex  
Tel. +33 1 69 18 17 50  
Fax +33 1 69 28 24 29  
e-mail: lfr@lem.com

### Hongrie

Orszaczky Trading LTD.  
Korányi Sandor U, 28  
H-1089 Budapest  
Tel. +36 1 314 4225  
Fax +36 1 324 8757  
e-mail: orszaczky@axelero.hu

### Italie

LEM Italia Srl  
via V. Bellini, 7  
I-35030 Selvazzano Dentro, PD  
Tel. +39 049 805 60 60  
Fax +39 049 805 60 59  
e-mail: lit@lem.com

### Israël

Ofer Levin Technological Application  
PO Box 18247  
IL - Tel Aviv 611 81  
Tel. +972 3 5586279  
Fax +972 3 5586282  
e-mail: ol\_teap@netvision.net.il

### Norvège

Holst & Fleischer A/S  
Stansveien 6B  
N-0975 Oslo  
Tel. +47 2333 8500  
Fax +47 2333 8501  
e-mail: knut@hf-elektro.no

### Pologne

DACPOL Sp. z o.o.  
Ul. Pulawska 34  
PL-05-500 Piaseczno K. Warszawa  
Tel. +48 22 750 0868  
Fax +48 22 7035 101  
e-mail: dacpol@dacpol.com.pl

### Portugal

Qenergia, Lda  
Praceta Cesário Verde - 10 S/Cave  
P-2745-740 Massamá  
Tel. +351 214 309320  
Fax +351 214 309299  
e-mail: qenergia@qenergia.pt

### République Tchèque

PE & ED Spol. S.R.O.  
Koblovska 101/23  
CZ-71100 Ostrava/Koblov  
Tel. +420 59 6239256  
Fax +420 59 6239531  
e-mail: peedova@peed.cz

### Roumanie

SYSCOM -18 Srl.  
Protopopescu 10, bl. 4. ap 2  
Sector 1  
R-011728 Bucharest  
Tel. +40 21 310 26 78  
Fax +40 21 310 26 79  
e-mail: georgeb@syscom.ro

### Russie

Bureau principal:  
TVELEM  
Marshall Budionny Str.11  
170023 Tver / Russia  
Tel. +7 822 44 40 53  
Fax +7 822 44 40 53  
e-mail: tvelem@lem.com

TVELEM  
Leningradski Avenue, d. 80  
Korp. 32, 3d floor, room 19.  
125190 Moscow  
Tel. +7 095 363 07 67  
Fax +7 095 363 07 67  
e-mail: tvelem@lem.com

### TVELEM

V.O., 2 linia, 19, Liter „A“  
199053 S. Petersburg  
Tel. +7 812 323 83 83  
Fax +7 812 323 83 83  
e-mail: tvelem@lem.com

### Slovénie

Proteus Electric  
Via di Noghere 94/1  
I-34147 Muggia-Aquillina  
Tel. +39 040 23 21 88  
Fax +39 040 23 24 40  
e-mail: dino.fabiani@proteuselectric.it

### Suède

Beving Elektronik A.B.  
Jägerhorns väg 8  
S-14105 Huddinge  
Tel. +46 8 6801 199  
Fax +46 8 6801 188  
e-mail:  
information@bevingelektronik.se

### Suisse

SIMPEX Electronic AG  
Binzackerstrasse 33  
CH-8622 Wetzikon  
Tel. +41 1 931 10 10  
Fax +41 1 931 10 11  
e-mail: contact@simpex.ch

### LEM SA

8, Chemin des Aulx  
CH-1228 Plan-les-Ouates  
Tel. +41 22 706 11 11  
Fax +41 22 794 94 78  
e-mail: lsa@lem.com

### Turquie

Özdisan Elektronik Pazarlama  
Galata Kulesi Sokak N° 34  
TR-80020 Kuledibi / Istanbul  
Tel. +90 212 2499806  
Fax +90 212 2436946  
e-mail: oabd@ozdisan.com

### Royaume Uni et Irlande

LEM UK Sales  
Geneva Court, 1  
Penketh Place, West Pimbo  
Skelmersdale  
Lancashire WN8 9QX  
Tel. +44 1 695 72 07 77  
Fax +44 1 695 5 07 04  
e-mail: luk@lem.com

## Afrique, Amérique

### Afrique du Sud

Denver Technical Products Ltd.  
P.O. Box 75810  
SA-2047 Garden View  
Tel. +27 11 626 20 23  
Fax +27 11 626 20 09  
e-mail: denvertch@pixie.co.za

### Brésil

Intech Engenharia Ltd  
5 Andar C.J 52  
Av. Adolfo Pinheiro 1010  
BR-04734-002 Sao Paulo  
Tel. +55 11 5548 1433  
Fax +55 11 5548 1433  
e-mail: intech@intech-engenharia.com.br

### Canada

Optimum Components Inc.  
7750 Birchmount Road Unit 5  
CAN-Markham ON L3R 0B4  
Tel. +1 905 477 9393  
Fax +1 905 477 6197  
e-mail:  
mikep@optimumcomponents.com

### Chile

ELECTROCHILE  
Freire 979 of. 303-304  
Quilpue  
Tel. +56 32 92 32 22  
Fax +56 32 92 32 22  
e-mail: elecchile@entchile.net

### État-Unis

Bureau principal:  
LEM U.S.A., Inc.  
6643 West Mill Road  
USA Milwaukee, WI 53218  
Tel. +1 414 353 07 11  
Toll free: 800 236 53 66  
Fax +1 414 353 07 33  
e-mail: lus@lem.com

LEM U.S.A., Inc.  
999, Pennsylvania Ave.  
USA-Columbus, OH 43201  
Tel. +1 614 298 84 34  
Fax +1 614 540 74 36  
Mobile +1 614 306 73 02  
e-mail: afg@lem.com

### LEM U.S.A., Inc.

27 Rt 191A  
PO Box 1207  
USA-Amherst, NH 03031  
Tel. +1 603 672 71 57  
Fax. +1 603 672 71 59  
e-mail: gap@lem.com

LEM U.S.A., Inc.  
7985 Vance Drive  
USA Arvada, CO 80003  
Tel. +1 303 403 17 69  
Fax. +1 303 403 15 89  
e-mail: dlw@lem.com

## Asie • Pacifique

### Australie et Nouvelle-Zélande

Fastron Technologies Pty Ltd.  
25 Kingsley Close  
Rowville - Melbourne -  
Victoria 3178  
Tel. +61 39 763 51 55  
Fax +61 39 763 51 66  
e-mail: sales@fastron.com.au

### Chine

Beijing LEM Electronics Co. Ltd  
No. 1 Standard Factory  
Building B  
Airport Industria Area  
CN-Beijing 101300  
Tel. +86 10 80 49 04 70  
Fax +86 10 80 49 04 73  
e-mail: hzh@lem.com

### Corée

Youngwoo Ind. Co.  
C.P.O. Box 10265  
K-Seoul  
Tel. +82 2 312 66 88 58  
Fax +82 2 312 66 88 57  
e-mail: c.k.park@ygwoo.co.kr

### Inde

Globetek  
122/49, 27th Cross  
7th Block, Jayanagar  
IN-Bangalore-560082  
Tel. +91 80 2 663 57 76  
Fax +91 80 2 653 40 20  
e-mail: globetek@vsnl.com

### Japon

NANALEM K.K.  
2-1-2 Nakamachi  
I-194-0021 Tokyo  
Tel. +81 42 725 8151  
Fax +81 42 728 8119  
e-mail: nle@lem.com

### Malaysia

Acei Systems SDN BHD  
No. 3, SB Jaya 7  
Taman Industri SB Jaya  
47000 Sungai Buloh  
Selangor, Malaysia  
Tel. +60 36157 85 08/55 08  
Fax +60 36157 15 18  
e-mail: ssshullar@aceisys.com.my

### Singapour

Overseas Trade Center Ltd.  
03 - 168 Bukit Merah L. 1  
BLK 125/Alexandra Vil  
RS-150125 Singapore  
Tel. +65 6272 60 77  
Fax +65 6 278 21 34  
e-mail: octpl@signet.com.sg

### Taiwan

Tope Co., Ltd.  
P.O. Box 101-356  
3F, No. 344, Fu Shing Road  
ROC-10483 Taipei  
Tel. +886 2 509 54 80  
Fax +886 2 504 31 61  
e-mail: tope@ms1.hinet.net

LECTRON Co., Ltd.  
9F, No 171, SEC. 2  
Tatung, RD, Hsichih City  
Taipei Hsien 221  
Taiwan, R.O.C.  
Tel. +886 2 8692 6023  
Fax +886 2 8692 6098  
e-mail: silas@lectron.com.tw



LEM Components

8, Chemin des Aulx, CH-1228 Plan-les-Ouates

Tel. +41/22/7 06 11 11, Fax +41/22/7 94 94 78

e-mail: lsa@lem.com; www.lem.com

Publication CH 24102 F (05.04 • 1.5 • CDH)

BAC/F, 05.04

