

Functioning description

*Notice de fonctionnement*

# **Current Sensors**

## ***Capteurs de courant***

1SBC146154D1701 Fonctionnement Effet Hall BF1.3 - Version 1.3

---

Hall effect closed-loop  
technology

*Technologie effet Hall à  
boucle fermée*



---

**ABB**



## Forewords

---

The present document describes the main needed elements for correct use of our current sensors. It meets only the functioning principles and generalities which cover the all current sensors from ABB Control.

The information describe in this document being too general, can not be contractual. Quantified and guaranteed values are only given by the catalogue or the data sheets of ABB Control.

Our products are permanently updated for better performances, the information given were correct when this document was printed.

## Préambule

---

*Le présent document décrit les principaux éléments nécessaires pour une bonne utilisation de nos capteurs de courant. Il aborde seulement les principes de fonctionnement et des généralités qui couvrent l'ensemble des capteurs de courant d'ABB Control.*

*Les informations décrites dans ce document étant trop générales, ne peuvent donc pas être contractuelles. Seul le catalogue ou les fiches techniques d'ABB Control donnent des valeurs quantifiées et garanties.*

*Nos produits évoluant sans cesse dans un but d'amélioration constant, les informations contenues dans ce document étaient justes à la date de parution.*





## SUMMARY

1	Function	6
2	Principle of the measurement	7
2-a	General explanation	
2-b	Detailed explanation	
2-c	Examples with the ES1000	
3	Electronic Board	9
3-a	Drawing principle	
3-b	Design	
3-c	MTBF	
4	Sensor connections	11
4-a	Bi-directional supply	
4-b	Uni-directional supply	
4-c	Screen	
4-d	Measuring resistor calculation	
5	Mechanical characteristics	13
5-a	Casing	
5-b	Sensors fitted with resin	
6	Electrical characteristics	14
6-a	Nominal rating	
6-b	Power supply	
6-c	Measuring range	
6-d	Overloads	
6-e	Accuracy	
6-f	Delay time	
6-g	di/dt	
6-h	Frequency of primary current	
6-i	Current consumed	
6-j	Secondary resistance	
6-k	Dielectric strength	
7	Thermal characteristics	23
7-a	Operating temperature	
7-b	Storage temperature	
7-c	Installation of sensor	
7-d	Primary conductor	
8	External influences	24
8-a	Magnetic fields	
8-b	Electro-Magnetic Compatibility (EMC)	
8-c	Other influences	
9	Verification level 1 of sensor	25
9-a	Offset current	
9-b	Consumption	
9-c	Accuracy	
9-d	Protections	

## SOMMAIRE

1	Fonction	6
2	Principe de la mesure	7
2-a	Explications générales	
2-b	Explications détaillées	
2-c	Quelques chiffres avec le capteur ES1000	
3	Carte électronique	9
3-a	Principe du schéma	
3-b	Conception	
3-c	MTBF	
4	Câblage du capteur	11
4-a	Alimentation bi-directionnelle	
4-b	Alimentation mono-directionnelle	
4-c	Ecran	
4-d	Calcul de la résistance de mesure	
5	Caractéristiques mécaniques	13
5-a	Boîtier	
5-b	Capteurs résinés	
6	Caractéristiques électriques	14
6-a	Calibre nominal	
6-b	Tension d'alimentation	
6-c	Plage de mesure	
6-d	Surcharges	
6-e	Précision	
6-f	Temps de retard	
6-g	di/dt	
6-h	Fréquence du courant primaire	
6-i	Courant consommé	
6-j	Résistance secondaire	
6-k	Rigidité diélectrique	
7	Caractéristiques thermiques	23
7-a	Température de fonctionnement	
7-b	Température de stockage	
7-c	Installation du capteur	
7-d	Conducteur primaire	
8	Influences externes	24
8-a	Champs magnétiques	
8-b	Compatibilité Electro-Magnétique (CEM)	
8-c	Autres influences	
9	Vérification niveau 1 du capteur	25
9-a	Courant d'offset	
9-b	Consommation	
9-c	Précision	
9-d	Protections	

## 1 Function

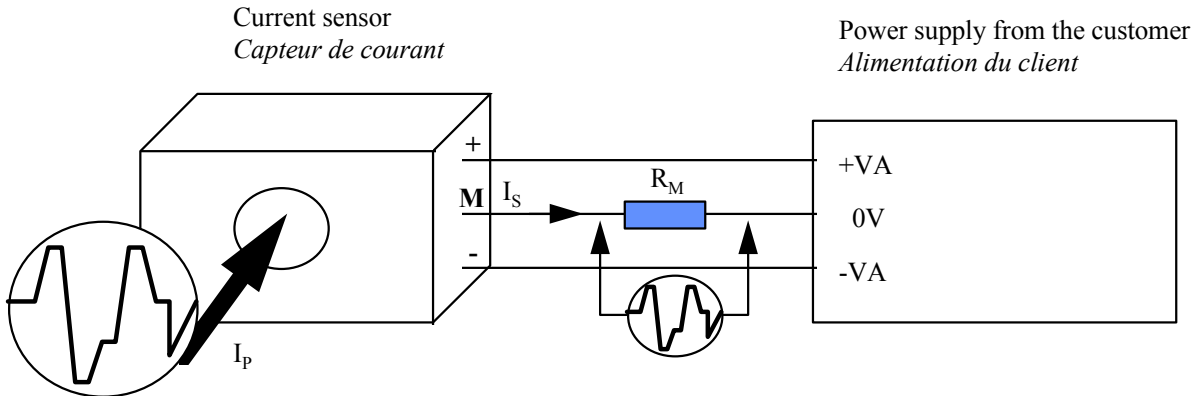
The current sensors from ABB Control measure all types of current from dc to several tens of kiloHertz with a galvanic insulation between the primary current ( $I_p$ ) and the measuring signal ( $I_s$ ).

This measuring signal is a current (generally comprised between 100 and 400mA) exactly proportional to the primary current and can be transformed in voltage (generally few volts) via a burden resistor ( $R_M$ ).

## 1 Fonction

Les capteurs de courant d'ABB Control mesurent tous types de courants du continu à plusieurs dizaines de kiloHertz avec une isolation galvanique entre le courant primaire ( $I_p$ ) et le signal de mesure ( $I_s$ ).

Ce signal de mesure est un courant (généralement compris entre 100 et 400mA) exactement proportionnel au courant primaire et peut être transformé en tension (généralement quelques volts) via une résistance de charge ( $R_M$ ).



$I_p$  = Primary current  
 $I_s$  = Secondary current  
 $R_M$  = Burden resistor  
 $+V_A$  = Positive power supply  
 $-V_A$  = Negative power supply  
 $0V$  = Zero volt of power supply

$I_p$  = Courant primaire  
 $I_s$  = Courant secondaire  
 $R_M$  = Résistance de charge  
 $+V_A$  = Alimentation positive  
 $-V_A$  = Alimentation négative  
 $0V$  = Zéro volt de l'alimentation

The measuring resistor  $R_M$  can be omitted in order to measure directly the measuring current  $I_s$  via an amperemeter having a good accuracy.

La résistance de mesure  $R_M$  peut être supprimée afin de mesurer directement le courant de mesure  $I_s$  par l'intermédiaire d'un ampèremètre de bonne précision.

## 2 Principle of measurement

### 2-a General explanation

The primary conductor goes through the sensor where the primary current has to be measured. This current creates a magnetic flux which is exactly compensated by the flux of the secondary winding of the sensor following the formula  $N_p \cdot I_p = N_s \cdot I_s$  where  $N_p$  is worth generally 1 and  $N_s$  is the number of turns of the secondary winding. The output current (measuring signal) can then cross a measuring resistor to obtain a voltage proportional to the primary current.

The permanent compensation of the primary flux (functioning "at null flux") allows :

- . to accept very important overloads of the primary current
- . to follow and to measure high variations of the primary current
- . to have a very good measuring accuracy within a wide temperature range

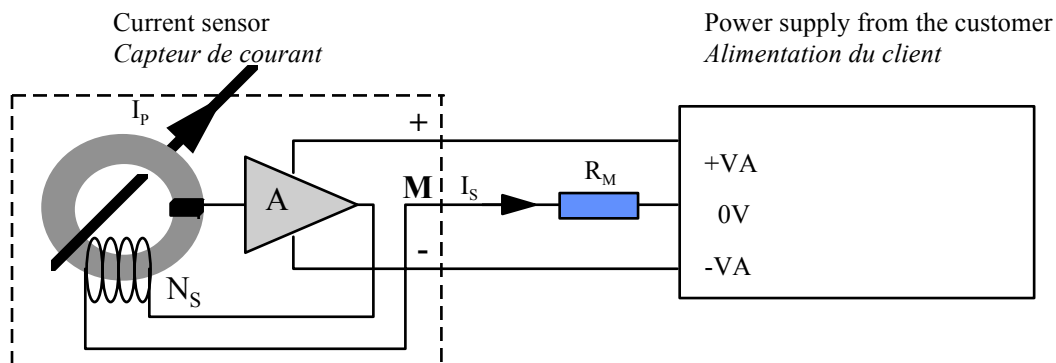
## 2 Principe de la mesure

### 2-a Explications générales

Le capteur est traversé par le conducteur primaire où le courant primaire doit être mesuré. Ce courant crée un flux magnétique qui est exactement compensé par le flux du bobinage secondaire du capteur suivant la formule  $N_p \cdot I_p = N_s \cdot I_s$  où  $N_p$  vaut généralement 1 et  $N_s$  est le nombre de spires du bobinage secondaire. Le courant de sortie (signal de mesure) peut alors traverser une résistance de mesure pour obtenir une tension proportionnelle au courant primaire.

La compensation permanente du flux primaire (fonctionnement dit à flux nul) permet :

- . d'accepter des surcharges très importantes du courant primaire
- . de suivre et de mesurer des fortes variations du courant primaire
- . d'avoir une très bonne précision de mesure dans une large plage de température



$I_p$  = Primary current  
 $I_s$  = Secondary current  
 $R_M$  = Measuring resistor  
 $+V_A$  = Positive power supply  
 $-V_A$  = Negative power supply  
 $0V$  = Zero volt of power supply  
 $N_s$  = Secondary windings  
 $A$  = Electronic amplifier

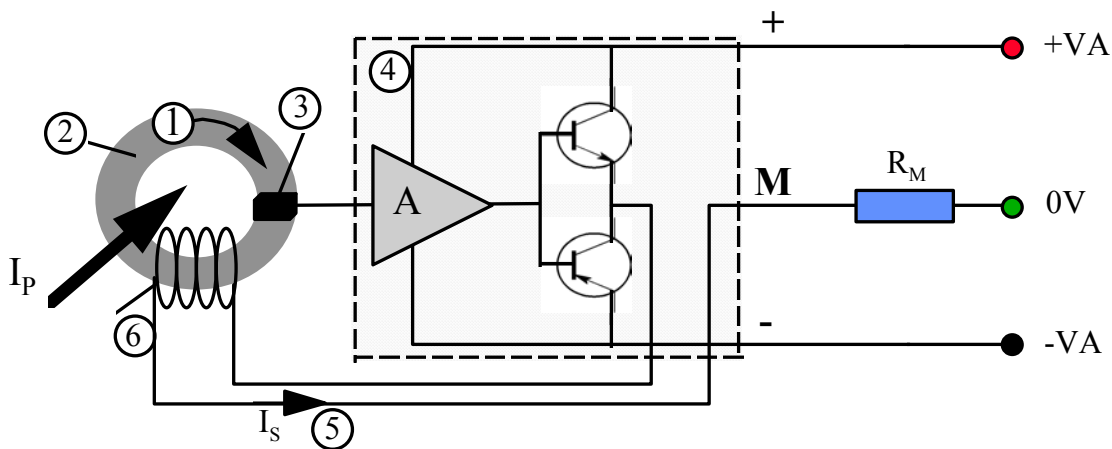
$I_p$  = Courant primaire  
 $I_s$  = Courant secondaire  
 $R_M$  = Résistance de mesure  
 $+V_A$  = Alimentation positive  
 $-V_A$  = Alimentation négative  
 $0V$  = Zéro volt de l'alimentation  
 $N_s$  = Bobinage secondaire  
 $A$  = Amplificateur électronique

## 2-b Detailed explanation

The primary current passing through the sensor creates a primary magnetic flux ①. This magnetic flux is concentrated by the magnetic core ②. The Hall probe ③ placed inside the air gap of the core provides then a voltage (few millivolts) proportional to this flux ①. The electronic board ④ amplifies this small signal into a secondary current ⑤. This secondary current multiplied by the number of turns of the secondary winding ⑥ ( $N_S * I_S$ ) cancels exactly the primary magnetic flux following the formula  $N_P * I_P = N_S * I_S$ . This formula is true at any moment. The Transtronic current sensor measures instantaneous values. The output current  $I_S$  ⑤ is then at any time exactly proportional to the primary current.

## 2-b Explications détaillées

Le courant primaire passant à travers le capteur crée un flux magnétique primaire ①. Ce flux magnétique est canalisé par le circuit magnétique ②. La sonde de Hall ③ placée dans l'entrefer du circuit magnétique délivre alors une tension (quelques millivolts) proportionnelle à ce flux ①. La carte électronique ④ amplifie ce petit signal en un courant secondaire ⑤. Ce courant secondaire multiplié par le nombre de spires du bobinage secondaire ⑥ ( $N_S * I_S$ ) annule exactement le flux magnétique primaire suivant la formule  $N_P * I_P = N_S * I_S$ . Cette formule est vraie à tout moment. Le capteur de courant Transtronic mesure des valeurs instantanées. Le courant de sortie  $I_S$  ⑤ est alors à chaque instant exactement proportionnel au courant primaire.



## 2-c Example with the ES1000 sensor

$N_P = 1$  (1 pass through the hole of the sensor)

$N_S = 5000$

$I_P = 1000A \Rightarrow I_S = 200mA$

Si  $R_M = 10\Omega \Rightarrow V_M = 2V$  when  $I_P = 1000A$

## 2-c Quelques chiffres avec le capteur ES1000

$N_P = 1$  (1 passage dans le trou du capteur)

$N_S = 5000$

$I_P = 1000A \Rightarrow I_S = 200mA$

Si  $R_M = 10\Omega \Rightarrow V_M = 2V$  quand  $I_P = 1000A$



### 3 Electronic board

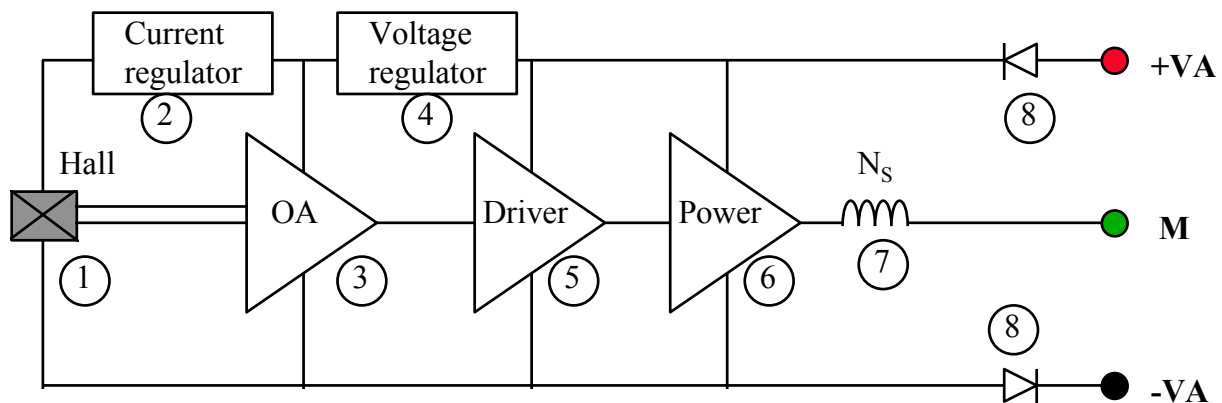
#### 3-a Drawing principle

The general drawing is given below. The general power supply provides the energy to all the components. The voltage regulator ④ is necessary to regulate the voltage supplied to the operational amplifier ③ which works in differential mode. Following the rating and the power supply provided to the sensor, this function can be omitted.

The Hall probe ① working at constant current, the function current regulator ② is present inside all the sensors.

Any variation of the Hall voltage is immediately amplified ③. The "driver" stage ⑤ converts the output voltage of the operational amplifier ③ into a current. This current is then amplified through the power push-pull stage ⑥ which supplies the secondary current into the secondary winding  $N_s$  ⑦.

On request, diodes ⑧ are mounted on the board to avoid the destruction of the sensor in case of incorrect connection of the power supply.



#### 3-b Design

The current sensors for the industry or the Traction are designed taking into account the main norms and specifications concerning :

- . the casing :
  - . dielectric strength
  - . clearance distances
  - . creepage distances
  - . CTI
  - . fire/smoke
  - . vibrations
  - . chocks
- . the electronic components
  - . de-rating
  - . max. temperature of junction of active components
  - . EMC

### 3 Carte électronique

#### 3-a Principe du schéma

Le schéma général est donné ci-dessous. L'alimentation générale de la carte fournit l'énergie à tous les composants. Le régulateur de tension ④ est nécessaire pour réguler la tension fournie à l'amplificateur opérationnel ③ qui travaille en mode différentiel. Suivant le calibre et la tension d'alimentation fournis au capteur, cette fonction peut-être omise.

La sonde de Hall ① travaillant à courant constant, la fonction régulateur de courant ② est présente dans tous les capteurs.

Toute variation de la tension de Hall est immédiatement amplifiée ③. L'étage "driver" ⑤ convertit la sortie en tension de l'amplificateur opérationnel ③ en courant. Ce courant est alors amplifié à travers l'étage de puissance push-pull ⑥ qui fournit le courant secondaire dans le bobinage secondaire  $N_s$  ⑦.

Sur demande, des diodes ⑧ sont insérées sur la carte pour éviter de détruire le capteur en cas de mauvais branchement de l'alimentation.

#### 3-b Conception

Les capteurs de courant pour l'industrie ou la traction sont conçus en prenant en compte les principales normes et spécifications concernant :

- . le boîtier :
  - . rigidité diélectrique
  - . distances dans l'air
  - . lignes de fuite
  - . CTI
  - . feu/fumée
  - . vibrations
  - . chocs
- . les composants électroniques
  - . taux de charge
  - . température max de jonction des composants actifs
  - . CEM

- . general design
  - . MTBF of sensor (see 3-c)
  - . CE marking
  - . type tests

### 3-c MTBF

The **Mean Time Between Failure (MTBF)** being a fundamental element for the prediction of the reliability of a sensor, ABB Control determines this value taking into account the following parameters :

- . the nominal current ( $I_{PN}$ )
- . the turns ratio ( $N_p/N_s$ )
- . The max. nominal power supply ( $V_A$ )
- . the average temperature of use (+40°C)
- . the mission profile (e.g. ground mobile)

The calculation of this value in hours is based on the method RDF93.

- . *conception générale*
  - . *MTBF du capteur (voir 3-c)*
  - . *marquage CE*
  - . *essais de type*

### 3-c MTBF

*La Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement (MTBF) étant un élément fondamental pour la prédiction de la fiabilité d'un capteur, ABB Control détermine cette valeur en prenant en compte les paramètres suivants :*

- . *le courant nominal ( $I_{PN}$ )*
- . *le rapport de transformation ( $N_p/N_s$ )*
- . *la tension d'alimentation nominale max ( $V_A$ )*
- . *la température moyenne d'utilisation (+40°C)*
- . *le profil de mission (e.g. mobile au sol)*

*La détermination de cette valeur en heures est basée sur la méthode RDF93.*

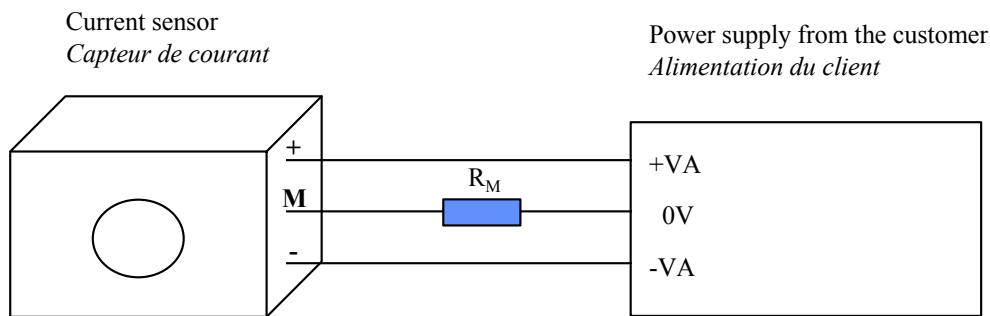
## 4 Sensor connections

In few rare cases, the use of a switched mode power supply can lead to the sensor malfunction (wrong measuring value and instable). In such case, the use of a regulation power supply allows to solve this malfunction.

See also our technical catalogue for further information.

### 4-a Bi-directional power supply

The bi-directional power supply is compulsory when it is necessary to measure an a.c. primary current (e.g. motor phase current).



### 4-b Uni-directional power supply

The mono-directional power supply can be used to measure a d.c. primary current (e.g. d.c. current motor). In this case, diodes mounted in series with the measuring resistor are necessary to compensate the offset current of the sensor, particularly when the current to measure is low compare to the nominal rating of the sensor.

## 4 Câblage du capteur

Dans quelques rares cas, l'utilisation d'une alimentation de type à découpage peut entraîner un dysfonctionnement du capteur (valeur de mesure erronée et instable). Dans ce cas, l'utilisation d'une alimentation de type régulation permet de résoudre ce dysfonctionnement. Voir également notre catalogue technique pour informations complémentaires.

### 4-a Alimentation bi-directionnelle

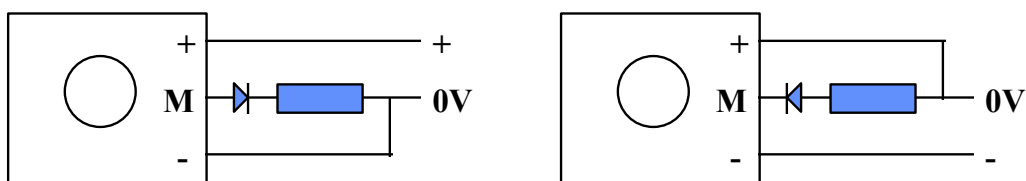
L'alimentation bi-directionnelle est obligatoire quand il est nécessaire de mesurer un courant primaire alternatif (e.g. courant de phase moteur).

### 4-b Alimentation mono-directionnelle

L'alimentation mono-directionnelle peut-être utilisée pour mesurer un courant primaire continu (e.g. moteur à courant continu). Dans ce cas, des diodes montées en série avec la résistance de mesure sont nécessaires pour compenser le courant d'offset du capteur, notamment lorsque le courant à mesurer est faible devant le courant nominal de l'appareil.

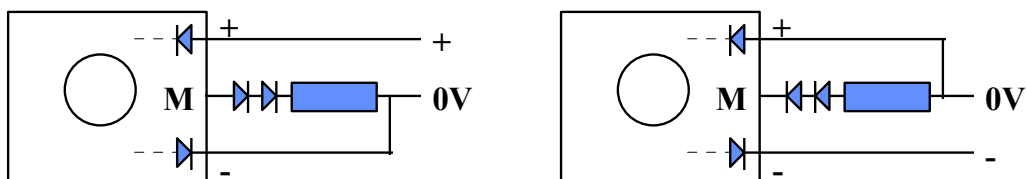
Sensor without diodes against inversion of power supply

Capteur sans diode de protection contre l'inversion de polarité



Sensor with diodes against inversion of power supply

Capteur avec diodes de protection contre l'inversion de polarité



#### 4-c Screen

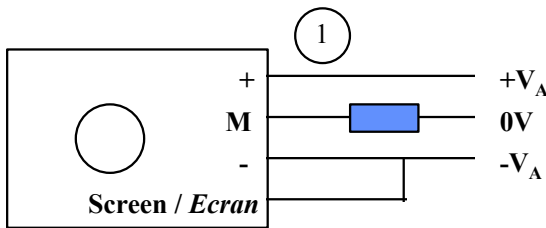
The aim of the electrical screen within a current sensor is to reduce the influence of the strong variations of voltages (dv/dt or common mode voltage) due to the switchings of the power semi-conductors (ex.: GTO, IGBT).

Without this screen, the output signal will give an incorrect value.

It is possible to connect this screen following 2 modes :

- . to the  $-V_A$  of the power supply ①
- . to the 0V of the power supply ②

These 2 possible connections give equivalent results.



#### 4-c Ecran

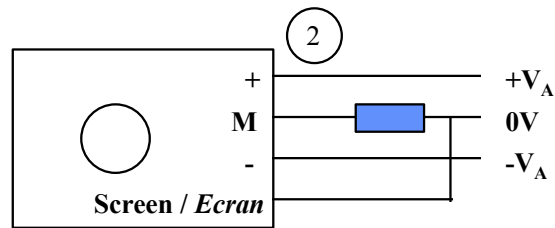
L'objectif de l'écran électrique dans un capteur de courant est de réduire l'influence des fortes variations de tensions (dv/dt ou tensions de mode commun) présentes lors de la commutation des semi-conducteurs de puissance (Ex.: GTO, IGBT).

Sans cet écran, le signal de sortie indiquerait une valeur de mesure erronée.

Il est possible de relier cet écran suivant 2 modes :

- . au  $-V_A$  de l'alimentation ①
- . au 0V de l'alimentation ②

Ces 2 connexions possibles donnent des résultats équivalents.



#### 4-d Burden resistor calculation

The value of the measuring resistor determines the measuring range (see 6-c).

This resistor is calculated from the following formula :

$$R_M = \frac{V_A \text{ min} - e - R_S * I_S \text{ max}}{I_S \text{ max}}$$

with :

- .  $V_A \text{ min}$  = power supply voltage (positive or negative) from which we subtract the power supply tolerance
- .  $e$  = drop of voltage within the power transistors of the sensor
- .  $R_S$  = resistance of the secondary winding of the sensor (given at max temperature)
- .  $I_S \text{ max}$  = value of the secondary current when the primary equals  $I_P \text{ max}$

After the calculation of  $R_M$ , we confirm that the selected sensor is suitable via the following formula :

$$V_A \text{ min} \geq R_S * I_S \text{ max} + e + R_M * I_S \text{ max}$$

If the formula is not respected, there are 3 possible options :

- . to take a higher power supply voltage
- . to diminish the value of the measuring resistor
- . to take a sensor with a lower  $R_S$  value (e.g. to change from an ES100 sensor to an ES300)

A complete explanation is given at the end of our technical catalogue.

#### 4-d Calcul de la résistance de charge

La valeur de la résistance de mesure détermine la plage de mesure (voir 6-c).

Cette résistance se calcule à partir de la formule suivante :

$$R_M = \frac{V_A \text{ min} - e - R_S * I_S \text{ max}}{I_S \text{ max}}$$

avec :

- .  $V_A \text{ min}$  = tension d'alimentation (positive ou négative) auquel on soustrait la tolérance de l'alimentation
- .  $e$  = chute de tension dans les transistors de puissance du capteur
- .  $R_S$  = résistance du bobinage secondaire du capteur (donnée à la température max)
- .  $I_S \text{ max}$  = valeur du courant secondaire lorsque le courant primaire vaut  $I_P \text{ max}$

Après avoir trouvé la valeur de  $R_M$ , on confirme que le capteur choisi convient, par la formule suivante :

$$V_A \text{ min} \geq R_S * I_S \text{ max} + e + R_M * I_S \text{ max}$$

Si la formule n'est pas respectée, il y a 3 options possibles :

- . prendre une tension d'alimentation plus élevée
- . diminuer la valeur de la résistance de mesure
- . prendre un capteur ayant une valeur de  $R_S$  inférieure (e.g. passer d'un capteur ES100 à un capteur ES300)

Une explication complète est donnée à la fin du catalogue technique.

## 5 Mechanical characteristics

---

### 5-a Casing

- TRACTION current sensors

All the TRACTION current sensors manufactured by ABB Control are self-extinguishing and use a plastic UL94V-0.

The sensors are fixed either by the casing or the primary bar if used.

- INDUSTRIAL current sensors

Most of the INDUSTRIAL current sensors manufactured by ABB Control are self-extinguishing and use a plastic UL94V-0. (See your local supplier for further information).

- All the sensors

The temperature of the primary conductor in contact with the casing of the sensor must not exceed 100°C in absolute value (80°C for certain types of sensors).

### 5-b Sensors fitted with resin

Most of the current sensors manufactured by ABB Control are fitted with resin. This solution :

- . improves the inner dissipation of the sensor
- . allows to withstand strong mechanical vibrations
- . increases the life time of the electronic board (when covered with resin)
- . increases the dielectric strength

## 5 Caractéristiques mécaniques

---

### 5-a Boîtier

- Capteurs de courant TRACTION

*Tous les capteurs de courant TRACTION fabriqués par ABB Control sont auto-extinguibles et utilisent un plastique UL94V-0.*

*Les capteurs sont fixés, soit par le boîtier, soit par la barre primaire si elle est utilisée.*

- Capteurs de courant INDUSTRIELS

*La plupart des capteurs de courant INDUSTRIELS fabriqués par ABB Control sont auto-extinguibles et utilisent un plastique UL94V-0. (Voir votre vendeur local pour information complémentaire)*

- Tous les capteurs

*La température du conducteur primaire en contact avec le boîtier du capteur ne doit pas être supérieure à 100°C en valeur absolue (voir à 80°C pour certains capteurs).*

### 5-b Capteurs résinés

*La plupart des capteurs de courant fabriqués par ABB Control sont résinés. Cette solution permet :*

- . d'améliorer la dissipation interne du capteur*
- . de supporter de fortes vibrations mécaniques*
- . d'augmenter la durée de vie de la carte électronique (quand elle est résinée)*
- . d'augmenter la rigidité diélectrique*

## 6 Electrical characteristics

### 6-a Nominal rating

The symbol used inside our catalogue or data sheets is  $I_{PN}$ .

The rating marked on the sensors is the maximum permanent r.m.s. current that the sensor can withstand. The sensor is sized to withstand permanently this thermal current. This current can be increased if certain characteristics are diminished and particularly :

- . the max. operational temperature
- . the power supply voltage

### 6-b Sensor power supply

The symbol used inside our catalogue or data sheets is  $V_A$ .

The sensor accepts a power supply voltage with a range specified inside our technical catalogue or data sheets.

For example :  $\pm 15$  to  $\pm 24V$  ( $\pm 10\%$ ) indicates that the sensor can operate from  $\pm 13.5V$  to  $\pm 26.2V$ . Over  $\pm 26.2V$ , the de-rating of components is run past, hence the reliability of sensor is reduced.

Below  $\pm 13.5V$ , the operational amplifier does not works properly any more leading to incorrect values.

Standard sensors (or on request) can be equipped with diodes to prevent any damage of the sensor in case of accidental inversion of the power supply.

### 6-c Measuring range

The symbol used inside our catalogue or data sheets is **A. d.c.**

The current sensors of ABB Control measure currents superior to the nominal value. This measurable current is maximum when :

$$I_P \max = \frac{V_A \min \quad N_S}{R_S + R_M \quad N_P} * \text{---}$$

with :

- $I_P \max$  = maximum measurable current
- $V_A \min$  = value of the power supply voltage taking into account the low tolerance
- $R_S$  = secondary resistance of sensor
- $R_M$  = measuring resistor
- $N_S$  = number of secondary turns
- $N_P$  = number of primary turns

The duration of this maximum measurable current has also to be taken into account. The higher the current to measure, the shorter the duration.

The following drawing gives the curve  $I_P = f(\text{time})$ .

## 6 Caractéristiques électriques

### 6-a Calibre nominal

Le symbole utilisé dans notre catalogue ou fiches techniques est  $I_{PN}$ .

Le calibre marqué sur les capteurs est le courant efficace permanent maximum que le capteur peut supporter. Le capteur est dimensionné pour supporter continuellement ce courant thermique. Ce courant peut-être augmenté si certaines caractéristiques sont diminuées et notamment :

- . la température ambiante max. de fonctionnement
- . la tension d'alimentation

### 6-b Alimentation du capteur

Le symbole utilisé dans notre catalogue ou fiches techniques est  $V_A$ .

Le capteur accepte une alimentation dans une plage spécifiée dans notre catalogue ou fiches techniques.

Par exemple :  $\pm 15$  à  $\pm 24V$  ( $\pm 10\%$ ) indique que le capteur peut fonctionner de  $\pm 13,5V$  à  $\pm 26,2V$ . Au-delà de  $\pm 26,2V$ , le taux de charge des composants est dépassé, ce qui réduit la fiabilité du capteur.

En dessous de  $\pm 13,5V$ , l'amplificateur opérationnel ne fonctionne plus correctement conduisant à des mesures erronées.

Des capteurs standards (ou sur demande) peuvent être équipés de diodes contre les inversions accidentelles de polarité pour éviter la destruction de ceux-ci.

### 6-c Plage de mesure

Le symbole utilisé dans notre catalogue ou fiches techniques est **A. d.c.**

Les capteurs de courant d'ABB Control mesurent des courants supérieurs au courant nominal. Ce courant mesurable est maximum lorsque :

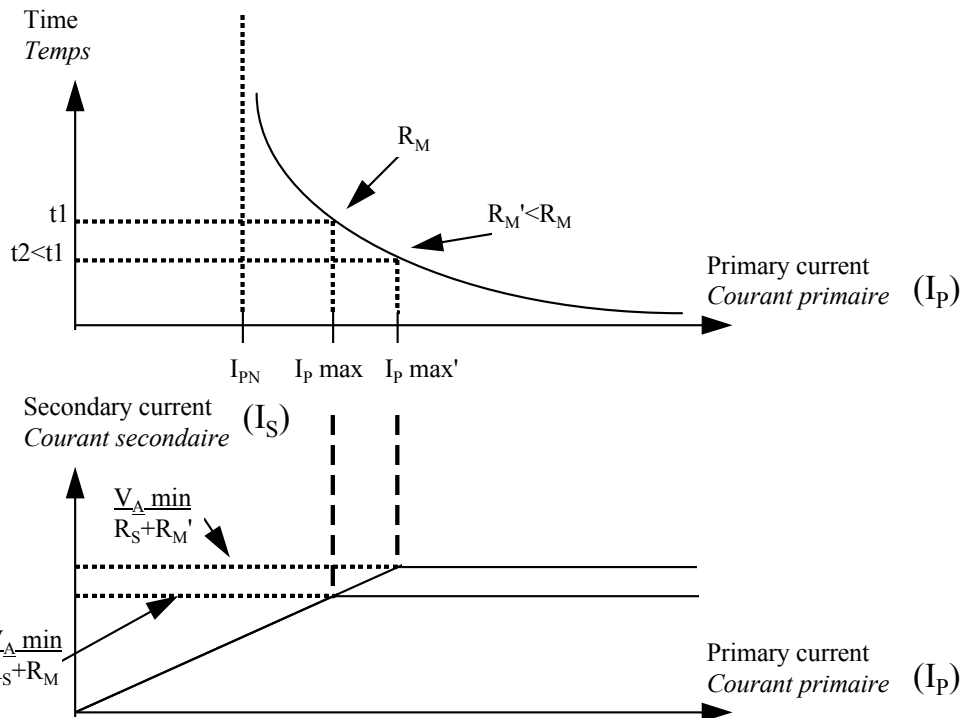
$$I_P \max = \frac{V_A \min \quad N_S}{R_S + R_M \quad N_P} * \text{---}$$

avec :

- $I_P \max$  = courant mesurable maximum
- $V_A \min$  = valeur de l'alimentation prenant en compte la tolérance basse
- $R_S$  = résistance secondaire du capteur
- $R_M$  = résistance de mesure
- $N_S$  = nombre de spires secondaire
- $N_P$  = nombre de spires primaire

La durée de ce courant mesurable maximum doit également être pris en compte. La durée est d'autant plus faible que le courant à mesurer est important.

La courbe suivante donne l'allure  $I_P = f(\text{temps})$ .



Within our catalogue or data sheets, we specify only a single point of the above curve. By diminishing the value of the measuring resistor, the measuring range increases. In the same time the measuring duration of this maximum current diminishes. Most of the current sensors accept a minimum measuring resistor as low as  $0\Omega$ .

This measuring range is calculated (see 4-d) always taking into account the following elements :

- . operating temperature = max permanent
- .  $R_S = R_S$  at the max temperature
- .  $V_A = V_A \text{ min}$  (low tolerance)
- . absolute temperature max. of primary conductor  $\leq 100^\circ\text{C}$
- . measuring resistor  $R_M$

A sensor supplied in single-rail voltage has a measuring range far higher to the same sensor supplied with a bi-directional voltage. In single-rail voltage  $V_{A \text{ min}}$  can reach  $2 * V_{A \text{ min}}$  in bi-directional voltage.

#### 6-d Overloads

The symbol used inside our catalogue or data sheets is  $\hat{A}$ .

Beyond the measuring range  $\textcircled{1}$  (see next page), the primary current can still increase without damaging the sensor. This current becomes **not measurable**  $\textcircled{2}$  and is getting more and more limited in duration as shown hereafter :

*Dans notre catalogue ou dans les fiches techniques, nous spécifions un seul point de la courbe du haut. En diminuant la valeur de la résistance de mesure, la plage de mesure augmente. Dans le même temps la durée de mesure de ce courant maximum diminue. La plupart des capteurs de courant admettent une résistance minimum de mesure égale à  $0\Omega$ .*

*Cette plage de mesure se calcule (voir 4-d) toujours en prenant en compte les éléments suivants :*

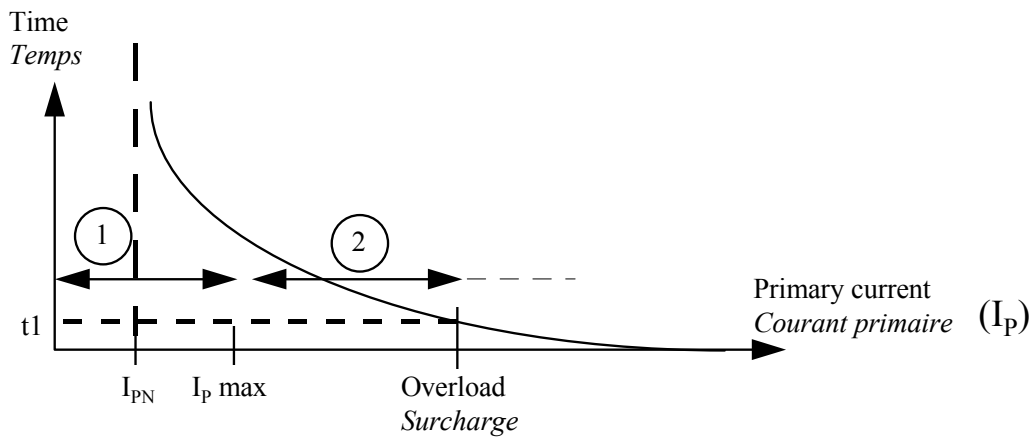
- . température de fonctionnement = max permanent
- .  $R_S = R_S$  à la température max
- .  $V_A = V_A \text{ min}$  (tolérance basse)
- . température max. absolue du conducteur primaire  $\leq 100^\circ\text{C}$
- . résistance de mesure  $R_M$

*Un capteur alimenté en tension mono-directionnelle possède une plage de mesure nettement supérieure au même capteur alimenté en tension bi-directionnelle. En tension mono-directionnelle  $V_{A \text{ min}}$  peut atteindre  $2 * V_{A \text{ min}}$  en tension bi-directionnelle.*

#### 6-d Surcharges

*Le symbole utilisé dans notre catalogue ou fiches techniques est  $\hat{A}$ .*

*Au-delà de la plage de courant mesurable  $\textcircled{1}$  (voir page suivante), le courant primaire peut encore augmenter sans destruction du capteur. Ce courant devient **non mesurable**  $\textcircled{2}$  et est de plus en plus limité dans le temps comme indiqué ci-après :*



The overload values indicated inside our catalogue or data sheets can be exceeded if these overcurrents last less.

The sensors fitted with protection diodes against accidental inversion of the power supply (see chapter 4) have less inner capacity of overloads than the sensors not equipped with protection diodes.

In case of important overcurrents, the possible effects on the sensor are :

- magnetisation of the magnetic core

In this case the offset current can be higher to the one indicated. To cancel the magnetisation of the core, we can apply a primary current at a frequency of 50 Hz with the following shape :

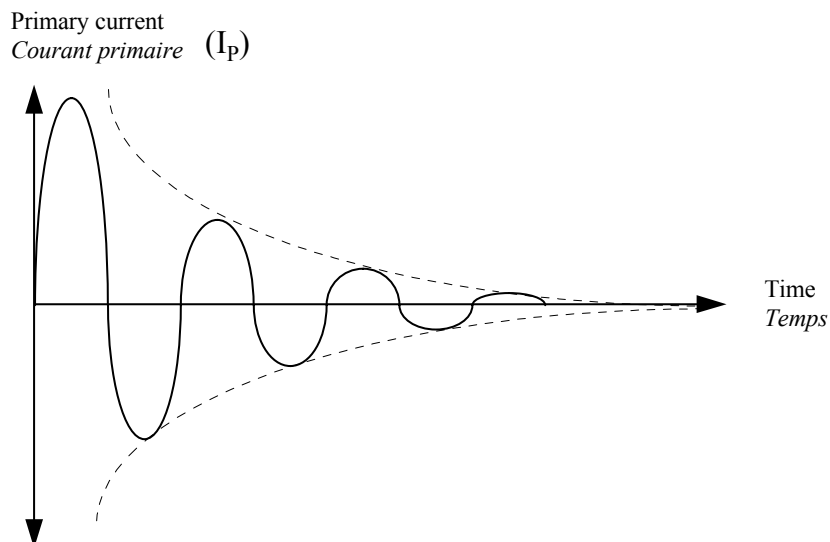
*Les valeurs de surcharge indiquées dans notre catalogue ou dans les fiches techniques peuvent être dépassées si ces surcharges durent moins longtemps.*

*Les appareils équipés de diodes de protection contre les inversions de polarité (voir paragraphe 4) possèdent des capacités intrinsèques de surcharges inférieures à ceux non équipés de diodes de protection.*

*En cas de surcharges importantes, les effets possibles sur le capteur sont :*

- magnétisation du circuit magnétique

*Dans ce cas le courant d'offset peut être supérieur à celui indiqué. Pour démagnétiser ce circuit, on peut appliquer un courant primaire de fréquence 50 Hz ayant la forme suivante :*



During the application of this primary current, the power supply voltage is not present.

*Pendant l'application de ce courant primaire, l'alimentation du capteur n'est pas présente.*



- Power supply voltage

For the sensors without protection diodes against accidental inversion of the power supply, when a very important overload of the primary current is applied, the secondary winding becomes a generator. The sensor provides then an overvoltage to the power supply of the customer. The voltage at the terminals ( $V_{A+}$  and  $V_{A-}$ ) of the sensor is increasing more or less rapidly following the filtering capacitance value of the power supply (customer side). Beyond a certain voltage value, the sensor inner protection diode start protecting the sensor during a very short period of time (few milliseconds). Beyond that period of time, the inner protection diode is destroyed, the internal voltage increases.

The output filtering capacitance value of the power supply (customer side) is then determinative for the overload of a current sensor.

### 6-e Accuracy

**The accuracy of a Hall effect current sensor is always determined at the nominal current  $I_{PN}$ .**

It is measured using the following formula :

$$\text{Accuracy (\%)} = \frac{k \cdot I_{SN} - I_{PN}}{I_{PN}} * 100 \quad \text{where } k = N_S / N_P$$

The accuracy includes the following parameters :

- . the offset current
- . the linearity
- . the thermal drift

- The offset current

The symbol used inside our catalogue or data sheets is  $I_{SO}$ .

Within a closed loop Hall effect sensor, the fundamental relation  $N_P \cdot I_P = N_S \cdot I_S$  is not exactly true. In fact, even when the primary current is nil, a small positive or negative current is present on the output signal. This current is called offset current or residual current. It is generated by the imperfections of the Hall element and the operational amplifier of the electronic board.

This current  $I_{SO}$  is tuned at its minimum in production. It is tuned at  $+25^\circ\text{C}$  with  $I_P = 0$ . Each sensor leaving the production has then an offset current comprised within the tolerances specified for the concerned sensor (e.g.  $\pm 0.25\text{mA}$ ). By taken into account this residual current at  $+25^\circ\text{C}$ , the measuring accuracy of a sensor is function of the primary current and presents the following shape :

- Tension d'alimentation

*Pour les capteurs sans diode de protection contre les inversions de polarité, lors d'une très forte surcharge du courant primaire, le bobinage secondaire devient générateur. Le capteur envoie alors une surtension vers l'alimentation du client. La tension aux bornes du capteur ( $V_{A+}$  et  $V_{A-}$ ) augmente plus ou moins rapidement suivant la valeur de capacité de filtrage de sortie de l'alimentation côté client. Au-delà d'une certaine tension, la diode de protection interne au capteur intervient alors dans la protection du capteur mais pendant un temps très bref (quelques millisecondes). Au delà de ce temps, la diode interne de protection est détruite et la tension interne augmente.*

*La valeur de capacité de filtrage en sortie de l'alimentation côté client est donc déterminante pour la surcharge admissible d'un capteur de courant.*

### 6-e Précision

**La précision d'un capteur de courant à effet Hall se détermine toujours au courant nominal  $I_{PN}$ .**

Elle se mesure en utilisant la formule suivante :

$$\text{Précision (\%)} = \frac{k \cdot I_{SN} - I_{PN}}{I_{PN}} * 100 \quad \text{où } k = N_S / N_P$$

La précision inclue les paramètres suivants :

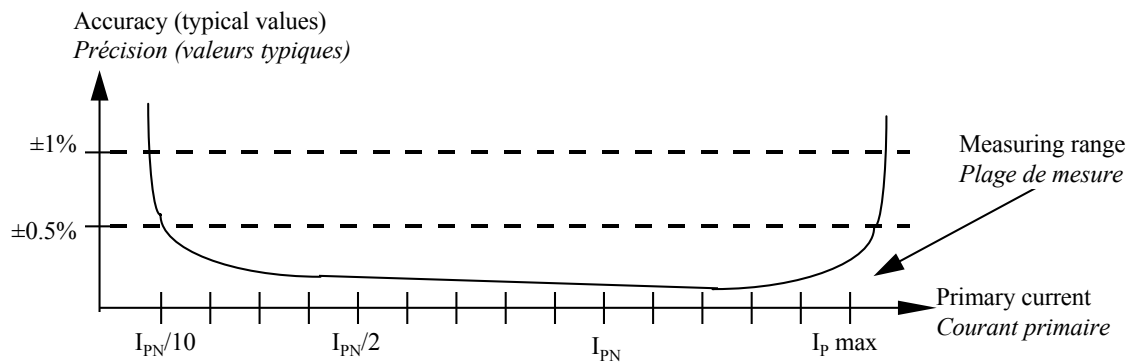
- . le courant d'offset
- . la linéarité
- . la dérive thermique

- Le courant d'offset

Le symbole utilisé dans notre catalogue ou fiches techniques est  $I_{SO}$ .

*Dans un capteur à effet Hall boucle fermée, la relation fondamentale  $N_P \cdot I_P = N_S \cdot I_S$  n'est pas tout à fait exacte. Dans la réalité, même lorsque le courant primaire est nul, un petit courant positif ou négatif est présent sur le signal de sortie. Ce courant s'appelle le courant d'offset ou courant résiduel. Il est engendré par les imperfections de la sonde de Hall et de l'amplificateur de la carte électronique.*

*Ce courant  $I_{SO}$  est ajusté à son minimum en production. Il est réglé à  $+25^\circ\text{C}$  avec  $I_P = 0$ . Chaque capteur sorti de production possède donc un courant d'offset compris dans les tolérances spécifiées pour le produit concerné (e.g.  $\pm 0.25\text{mA}$ ). En prenant en compte ce courant résiduel à  $+25^\circ\text{C}$ , la précision de la mesure d'un capteur est fonction du courant primaire et présente la forme suivante:*



The accuracy mentioned in the technical documents of ABB Control takes into account of the increase of the offset current due to an accidental magnetisation of the core (see 6-d).

Due to the offset, this technology does not allow to design current sensors with a nominal rating below few amperes.

With the formula  $N_p \cdot I_p = N_s \cdot I_s$ , the primary current to measure is then  $I_p = (N_s / N_p) \cdot I_s$ .

Generally  $N_p = 1$  hence  $I_p = N_s \cdot I_s$ . In the small ratings,  $N_s$  is often close to 1000 turns.

Hence  $I_p = 1000 \cdot I_{SO} \Rightarrow I_p \approx 2.5A$ . To allow a correct measure the primary current must be about 10 times higher. The minimum rating of a current sensor (with  $N_p = 1$ ) is then around 20 to 25A.

- The linearity

This characteristic determines the sensor capacity to have an output exactly proportional to the primary current between 0 and  $I_p$  max.

Thanks to the closed loop used in this technology, the linearity of a current sensor is much smaller than 0.1% hence hardly measurable with standard means of production. In the calculations, this parameter is neglected.

The linearity includes the following errors :

- . the number of turns fo the secondary winding
- . the linearity of the amplifier

It is defined at the nominal current.

*La précision mentionnée dans les documents techniques d'ABB Control tient compte de l'augmentation du courant d'offset par une magnétisation accidentelle du circuit magnétique (voir 6-d).*

*Du fait de l'offset, la technologie ne permet pas d'avoir des capteurs de courant ayant un calibre nominal de mesure inférieur à quelques ampères.*

*En reprenant la formule  $N_p \cdot I_p = N_s \cdot I_s$ , le courant primaire à mesurer est donc  $I_p = (N_s / N_p) \cdot I_s$ .*

*Généralement  $N_p = 1$  donc  $I_p = N_s \cdot I_s$ . Dans les petits calibres  $N_s$  est souvent proche de 1000 spires.*

*Donc  $I_p = 1000 \cdot I_{SO} \Rightarrow I_p \approx 2.5A$ . Pour permettre une mesure correcte le courant primaire doit être environ 10 fois supérieur. Le calibre minimum d'un capteur de courant (avec  $N_p = 1$ ) est donc d'environ 20 à 25A.*

- La linéarité

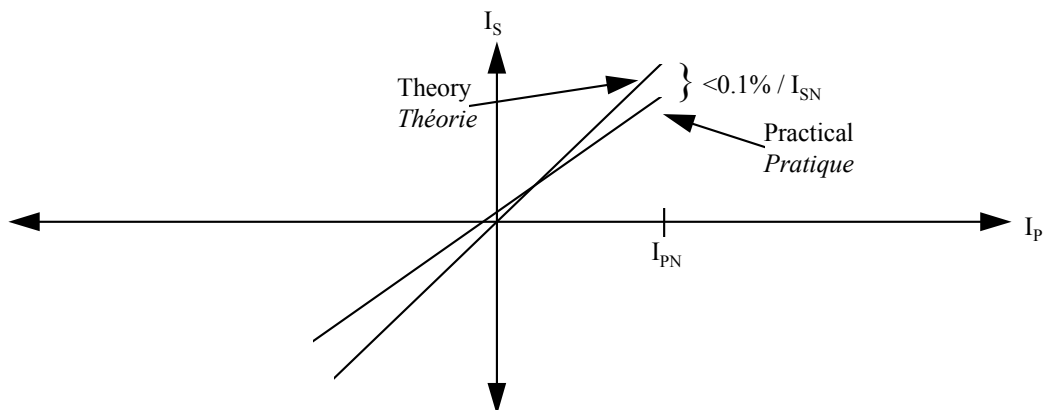
*Cette caractéristique détermine la capacité d'un capteur à avoir une sortie exactement proportionnelle au courant primaire entre 0 et  $I_p$  max.*

*Du fait de la boucle fermée utilisée dans cette technologie, la linéarité d'un capteur de courant est très inférieure à 0.1% donc difficilement mesurable avec des moyens normaux de production. Dans les calculs on néglige donc ce paramètre.*

*La linéarité inclue les erreurs suivantes :*

- . le nombre de spires du bobinage secondaire
- . la linéarité de l'amplificateur

*Elle se définit au courant nominal.*



- The thermal drift

The symbol used inside our catalogue or data sheets is °C.



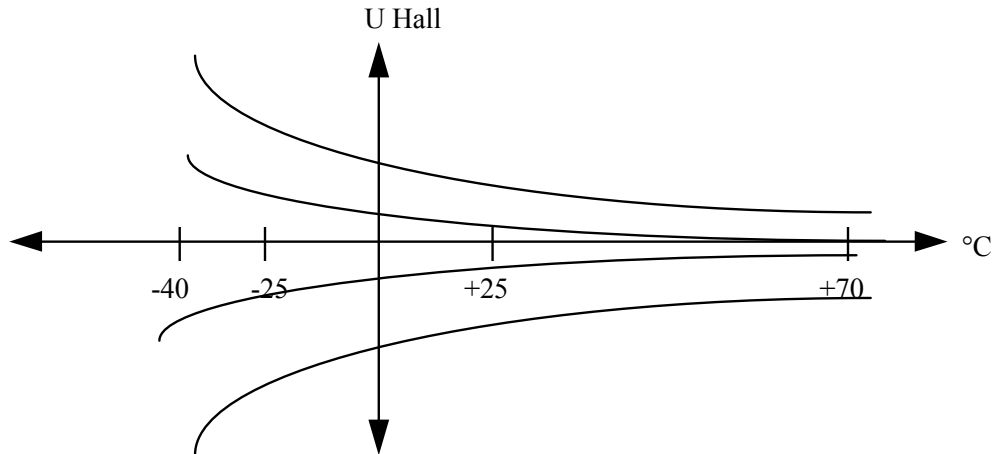
The offset current established at à +25°C changes following the ambient temperature mainly due to the Hall probe. As a matter of fact the voltage provided by

the Hall probe may vary following the ambient temperature as follow:

• La dérive thermique

Le symbole utilisé dans notre catalogue ou fiches techniques est  $^{\circ}\text{C}$ .

Le courant d'offset établi à  $+25^{\circ}\text{C}$  varie en fonction de la température ambiante principalement due à la sonde de Hall. En effet la tension fournie par la sonde de Hall peut varier en fonction de la température ambiante comme suit :



It is then important to take into account this maximum variation of  $I_{SO}$  which is calculated at the nominal secondary current as follow :

$$\Delta I_{SO} = |\text{temp max} - 25| * I_{SN} * \text{catalogue value}$$

Example with the CS2000BR sensor :

$$\Delta I_{SO} = |-40 - 25| * 400 * 0.5 * 10^{-4} = 65 * 400 * 0.0005$$

$$\Delta I_{SO} = 1.3\text{mA}$$

In all the temperature range, the residual current  $I_{SO}$  vary at maximum of  $\pm 1.3\text{mA}$ . The accuracy diminishes especially when the primary current is low.

**General remark on the accuracy :**

A sensor has a better measuring accuracy when :

- . the primary conductor is well centred in the hole
- . the primary conductor fills completely the hole
- . the current to measure is close to the sensor rating (a current of  $I_{PN}/5$  still gives typically a very good measuring accuracy at  $+25^{\circ}\text{C}$ ). In certain cases several primary turns can be done in order to increase the primary ampere-turns and then to approach the nominal rating of sensor.  
For example : To measure 10A with a 100A sensor can be realised with an excellent measuring accuracy when doing 9 primary turns (1 turn = 2 crossings hence  $N_p = 2$ ; 2 turns = 3 crossings hence  $N_p = 3$ ; etc...).
- . the offset current can be compensated by the process (e.g. at a drive start-up)

Il est donc important de prendre en compte cette variation maximum de  $I_{SO}$  qui se calcule au courant secondaire nominal de la manière suivante :

$$\Delta I_{SO} = |\text{temp max} - 25| * I_{SN} * \text{valeur catalogue}$$

Exemple avec le capteur CS2000BR :

$$\Delta I_{SO} = |-40 - 25| * 400 * 0.5 * 10^{-4} = 65 * 400 * 0.0005$$

$$\Delta I_{SO} = 1,3\text{mA}$$

Dans toute la plage de température, le courant résiduel  $I_{SO}$  peut au maximum varier de  $\pm 1,3\text{mA}$ . La précision diminue notamment lorsque le courant primaire est faible.

**Remarque générale sur la précision :**

Un capteur possède une meilleure précision de mesure lorsque :

- . le conducteur primaire est bien centré dans le trou de passage
- . le conducteur primaire remplit au maximum le trou de passage
- . le courant à mesurer est proche du calibre du capteur (un courant de  $I_{PN}/5$  donne encore typiquement une très bonne précision de mesure à  $+25^{\circ}\text{C}$ ). Dans certains cas plusieurs spires primaires peuvent être faites afin d'augmenter les ampères-tours primaires et donc de se rapprocher du calibre nominal de l'appareil.
- . le courant d'offset peut être compensé par le process (e.g. au démarrage d'un drive)

**Attention** : in the case of using a measuring resistor  $R_M$ , select this one within a good accuracy range (typically 0.1 à 0.5%).

**6-f Delay time**

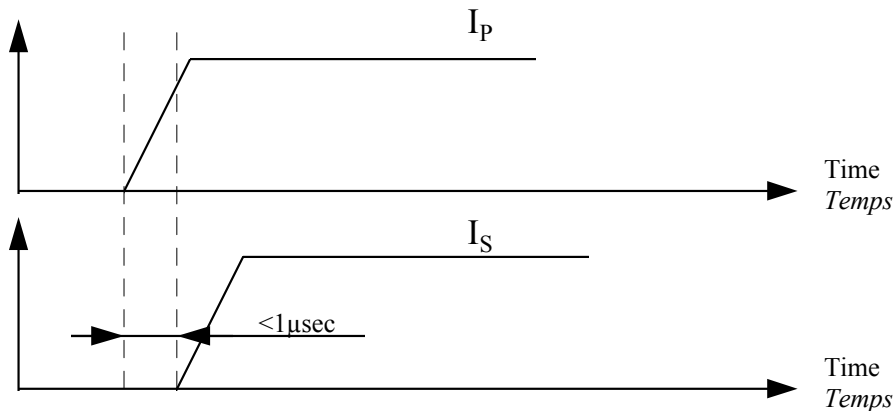
Like all other measuring sensors, a current sensor reacts at a current variation measured with a certain delay. The technology used allows a reaction time below 1  $\mu$ sec hence the measure is instantaneous compare to most industrial and traction applications.

*Par exemple : Mesurer 10A avec un capteur de 100A peut être réalisé avec une excellente précision de mesure en faisant 9 spires primaires (1 spire = 2 passages donc  $N_p = 2$ ; 2 spires = 3 passages donc  $N_p = 3$ ; etc...).*

**Attention** : dans le cas de l'utilisation d'une résistance de mesure  $R_M$ , choisir celle-ci dans une bonne gamme de précision (typiquement 0,1 à 0,5%).

**6-f Temps de retard**

*Comme tout capteur de mesure, un capteur de courant réagit à une variation du courant mesuré avec un certain retard. La technologie utilisée permet un retard de réaction inférieur à 1  $\mu$ sec donc la mesure est instantanée par rapport à la plupart des applications industriels et traction.*



**6-g di/dt**

This characteristic gives the sensor capacity to correctly measure the high variations of the primary current which are evaluated in amperes per microseconds (A/ $\mu$ sec). In stand-alone mode, a current sensor using the closed loop Hall effect technology can follow correctly primary current variations of about 500A/ $\mu$ sec.

A sensor embedded within a complex environment may not perform always the same and can be influenced by high values of di/dt.

A primary conductor filling completely the hole sensor gives the best dynamic performances.

**6-h Frequency of primary current**

A current sensor works always at its optimal point within a primary current frequency range. Beyond a maximum frequency, the output signal is not any more proportional to the primary current. The ABB Control sensors are characterised within a frequency range defined at -1dB (about 10% accuracy).

The following curve gives the frequency response of a current sensor.

**6-g di/dt**

*Cette donnée caractérise la capacité du capteur à mesurer correctement les fortes variations du courant primaire qui s'évaluent en ampères par microsecondes (A/ $\mu$ sec). Pris individuellement, un capteur de courant utilisant la technologie effet Hall boucle fermée permet de suivre correctement des variations du courant primaire d'environ 500A/ $\mu$ sec.*

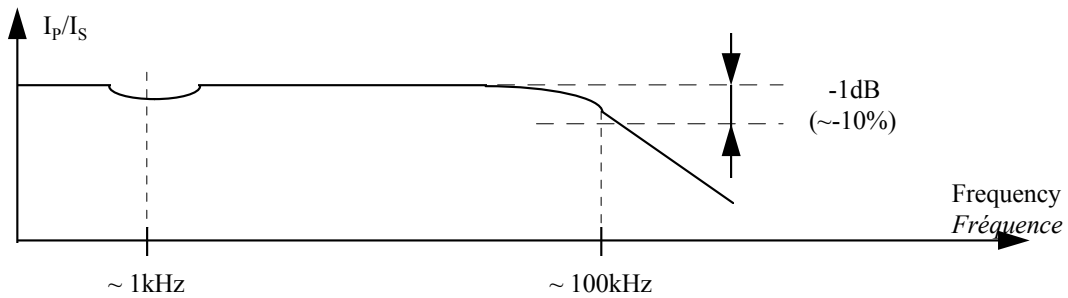
*Un capteur inséré dans un environnement complexe peut ne pas obtenir les mêmes performances et être perturbé par des fortes valeurs de di/dt.*

*Un conducteur primaire qui remplit complètement le trou de passage du capteur permet d'obtenir les meilleures performances dynamiques.*

**6-h Fréquence du courant primaire**

*Un capteur de courant travaille toujours de manière optimale dans une plage de fréquence du courant primaire. Au-delà d'une fréquence maximum, le signal de sortie n'est plus proportionnel au courant primaire. Les capteurs d'ABB Control sont caractérisés dans une bande de fréquence définie à -1dB (environ 10% de précision).*

*La courbe ci-après donne la réponse en fréquence d'un capteur de courant.*



The "hole" around 1000Hz (or during di/dt within that frequency range) is the switching mode of the sensor between the sensor mode and the current transformer mode. As a matter of fact, after this frequency the magnetic circuit is the only part of the sensor which follows correctly the variations of the primary current. The perturbation due to this switching mode is very low in most of the ABB Control sensors. The very big sensors ( $I_{PN} \geq 3000A$ ) have a reduced frequency range compared to the small sensors.

**6-i Current consumed**

The no-load current symbol used inside our catalogue or data sheets is  $I_{AO}$ .

Even without primary current, the sensor consumes a small current to supply the electronic board components. (see chapter 3).

This current, to not be added to the output current always flows from the terminal  $+V_A$  to the terminal  $-V_A$ .

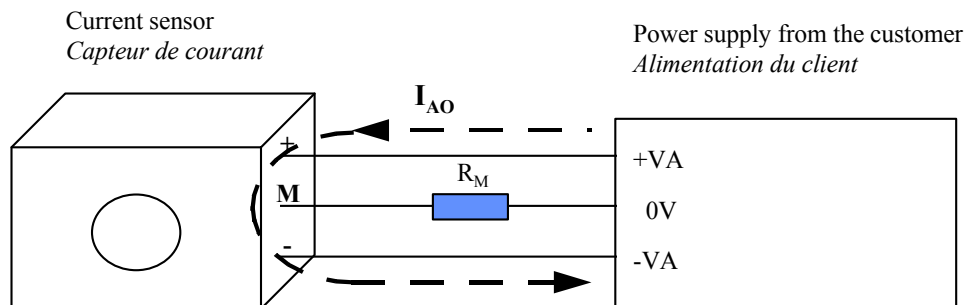
*Le "trou" autour de 1000Hz (ou lors de di/dt dans cette bande de fréquence) est le passage du fonctionnement du capteur du mode capteur au mode transformateur d'intensité. En effet, après cette fréquence seul le circuit magnétique suit correctement les variations du courant primaire. La perturbation du passage entre ces 2 modes reste faible dans la plupart des capteurs d'ABB Control. Les très gros capteurs ( $I_{PN} \geq 3000A$ ) possèdent une plage de fréquence réduite par rapport aux petits capteurs.*

**6-i Courant consommé**

*Le symbole du courant consommé à vide utilisé dans notre catalogue ou fiches techniques est  $I_{AO}$ .*

*Même sans courant primaire, le capteur consomme un petit courant pour alimenter les composants de la carte électronique (voir chapitre 3).*

*Ce courant, pour ne pas s'ajouter au signal de mesure circule toujours de la borne  $+V_A$  vers la borne  $-V_A$ .*



The total power consumed by a current sensor is :

$$P_{total} = I_{AO} * 2V_A + (I_S * V_A) * 2$$

*La puissance totale consommée par un capteur de courant est :*

$$P_{totale} = I_{AO} * 2V_A + (I_S * V_A) * 2$$

**6-j Secondary resistance**

The symbol used inside our catalogue or data sheets is **R<sub>S</sub>**.

The closed-loop Hall effect current sensor has a winding having a resistance which is function of :

- . the wire material
- . the wire diameter
- . the number of turns
- . the sensor size
- . the ambient temperature

This resistance determines the sensor measuring capacity (see 6-c).

This value is always given at the maximum operating temperature of the sensor. It varies of 0.44% per °C.

Example :

$R_S = 100\Omega$  at +70°C is 104.4Ω at +80°C.

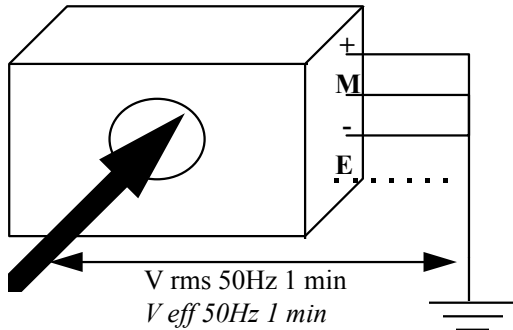
**6-k Dielectric strength**

This characteristic determines the insulation capacity of the sensor between the primary part (primary conductor) and the secondary part (power supply and measuring signal).

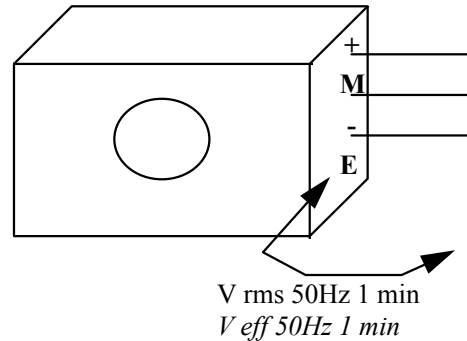
It is measured in V<sub>rms</sub>. 50Hz during 1 minute.

The measuring principle of this dielectric strength is given below.

Test P/S + screen to earth  
Test P/S + écran à la terre



S/screen  
S/écran



**6-j Résistance secondaire**

Le symbole utilisé dans notre catalogue ou fiches techniques est **R<sub>S</sub>**.

Le capteur de courant effet Hall à boucle fermée possède un bobinage qui a une résistance qui est fonction :

- . de la nature du fil
- . du diamètre du fil
- . du nombre de spires
- . de la taille du capteur
- . de la température ambiante

Cette résistance détermine les capacités de mesure du capteur (voir 6-c).

Cette valeur est toujours donnée à la température maximum de fonctionnement du capteur. Elle varie de 0.44% par °C.

Exemple :

$R_S = 100\Omega$  à +70°C vaut 104.4Ω à +80°C.

**6-k Rigidité diélectrique**

Cette caractéristique détermine la capacité d'isolation de l'appareil entre la partie primaire (conducteur primaire) et la partie secondaire (alimentation et signal de mesure).

Elle se mesure en V<sub>eff</sub>. 50Hz pendant 1 minute.

Le principe de mesure de cette rigidité diélectrique est donné ci-dessous.

## 7 Thermal characteristics

### 7-a Operating temperature

It is one of the most fundamental characteristic of the sensor. As a matter of fact, the operating temperature range determines the following characteristics :

- . permanent nominal current
- . sensor reliability
- . maximum measuring range
- . global measuring accuracy

The ABB sensors characteristics are generally given for the all operating temperature range. The min and max temperatures are generally permanent temperatures.

### 7-b Storage temperature

The sensor is designed for being stored within a temperature range. Out of this range, the sensor "start-up" at the extreme temperatures is not guaranteed. This very important in Traction when a train remains exposed under severe temperatures without power supply. At the train start-up the sensors must perform correctly immediately.

### 7-c Installation of sensor

In order to evacuate the sensor temperature the most, it is recommended to follow the ABB Control's hints for the sensor installation.

From a general point of view a sensor must be installed in a way to evacuate by natural convection the heat of the sensor or the heat of the primary conductor.

### 7-d Primary conductor

The good sizing of the primary conductor (cable or bar) determines closely the inner thermal capacities of the sensor. A same sensor will then have different **measurable currents** capacities according to the primary conductor size.

In all cases, it is recommended :

- . to choose the primary conductor with a low current density ( $\leq 2A/mm^2$ )
- . to not have the primary conductor touching the sensor casing
- . to place vertically (on the edge) the bar (if a bar is used)

## 7 Caractéristiques thermiques

### 7-a Température de fonctionnement

*C'est l'une des caractéristiques fondamentales du capteur. En effet la plage de température de fonctionnement détermine les caractéristiques suivantes:*

- . *courant nominal permanent*
- . *fiabilité du capteur*
- . *plage de mesure maximum*
- . *précision globale de mesure*

*Les caractéristiques des capteurs ABB sont généralement données pour toute la plage de température de fonctionnement. Les températures min et max spécifiées sont généralement des températures permanentes.*

### 7-b Température de stockage

*L'appareil est conçu pour être stocké dans une certaine plage de température. Au-delà de cette plage, la "mise en route" d'un capteur aux températures extrêmes n'est pas garantie. Ceci est très important dans la traction lorsqu'un train reste exposé sans alimentation pendant plusieurs heures à des températures extrêmes. Au démarrage de celle-ci, les capteurs doivent pouvoir fonctionner du 1<sup>er</sup> coup.*

### 7-c Installation du capteur

*Afin d'évacuer au mieux la température d'un capteur, il est recommandé de suivre les conseils d'ABB Control pour l'installation d'un capteur.*

*D'une manière générale, un capteur doit être installé de façon à évacuer par convection naturelle la chaleur dégagée par celui-ci ou par le conducteur primaire.*

### 7-d Conducteur primaire

*La bonne dimension du conducteur primaire (câble ou barre) détermine intimement les capacités thermiques internes du capteur. Un même capteur aura donc des capacités de **courant mesurable** différentes suivant la dimension du conducteur primaire.*

*Dans tous les cas, il est recommandé :*

- . *de choisir le conducteur primaire avec une densité de courant faible ( $\leq 2A/mm^2$ )*
- . *de ne pas faire toucher le conducteur primaire avec le boîtier du capteur*
- . *de placer verticalement (sur la tranche) la barre (dans ce cas d'utilisation)*

## 8 External influences

### 8-a Magnetic fields

The closed-loop Hall effect current sensor, using the magnetic field of the primary conductor, can measure in some cases, a magnetic field external to the primary conductor. The sensor then provides a wrong measuring value because this one is disrupted by the external magnetic field.

The external elements intervening in the functioning of a Hall effect sensor can be the following :

- . max value of the external current near the sensor (particularly the return bar)
- . external current frequency
- . distance between the external conductor and the sensor
- . position of the external conductor and the position of the Hall probe inside the sensor
- . shape of the external conductor
- . type of the material used to fix the sensor (magnetic or none magnetic)
- . version of current sensor

The sensor mounting instructions provides the best mounting conditions in order to minimise the external disruptions.

Contact your local supplier or ABB Control for further information on that matter.

### 8-b Electro-Magnetic Compatibility (EMC)

Since 01/01/96, all the ABB Control sensors have passed successfully the ECM tests mentioned in the EMC directive of the CE marking.

#### • Emission

The closed-loop Hall effect current sensor manufactured by ABB Control do not send out any radiated or conducted emissions.

#### • Immunity

The tests performed in the CE marking framework are :

- . IEC1000-4-2 (electro-static discharge)
- . ENV50140 (electro-magnetic field in radio-frequency)
- . IEC1000-4-4 (fast transients)
- . ENV50141 (conducted perturbations)
- . IEC1000-4-8 (50 Hz network magnetic field)

Contact your local supplier or ABB Control for further information on that matter.

### 8-c Other influences

According to the model of the used current sensor, it can be faced the following influences :

- . common mode voltages (see 4-c)
- . ambient temperature
- . di/dt
- . overloads

## 8 Influences externes

### 8-a Champs magnétiques

*Le capteur de courant effet Hall à boucle fermée, utilisant le champ magnétique du courant primaire, peut dans certains cas venir mesurer un champ magnétique externe au conducteur primaire. Le capteur donne alors une fausse valeur de mesure car celui-ci est perturbé par ce champ magnétique externe.*

*Les éléments externes intervenant dans la perturbation d'un capteur à effet Hall peuvent être les suivants :*

- . valeur max du courant externe proche du capteur (notamment le retour de barre)
- . fréquence du courant externe
- . distance entre le conducteur externe et le capteur
- . position du conducteur externe par rapport à la position de la sonde de Hall dans le capteur
- . forme du conducteur externe
- . type de matériau utilisé pour le support du capteur (magnétique ou non-magnétique)
- . modèle du capteur de courant

*La fiche de montage du capteur précise les meilleures conditions de montage afin de réduire au minimum les perturbations externes.*

*Contactez votre distributeur local ou ABB Control pour tous renseignements complémentaires à ce sujet.*

### 8-b Compatibilité Electro-Magnétique (CEM)

*Depuis le 01/01/96, tous les capteurs de courant d'ABB Control ont suivis avec succès les tests de CEM stipulés suivant la directive CEM du marquage CE.*

#### • Emission

*Les capteurs de courant effet Hall à boucle fermée fabriqués par ABB Control n'émettent aucune émission rayonnée ou conduite.*

#### • Immunité

*Les tests effectués dans le cadre du marquage CE sont :*

- . IEC1000-4-2 (décharge électro-statique)
- . ENV50140 (champ électro-magnétique en radio-fréquence)
- . IEC1000-4-4 (salves d'impulsions)
- . ENV50141 (Perturbations conduites)
- . IEC1000-4-8 (champ magnétique réseau 50 Hz)

*Contactez votre distributeur local ou ABB Control pour tous renseignements complémentaires à ce sujet.*

### 8-c Autres influences

*Suivant le modèle de capteur de courant utilisé, il peut être rencontré les influences suivantes :*

- . tensions de mode commun (voir 4-c)
- . température ambiante
- . di/dt
- . surcharges



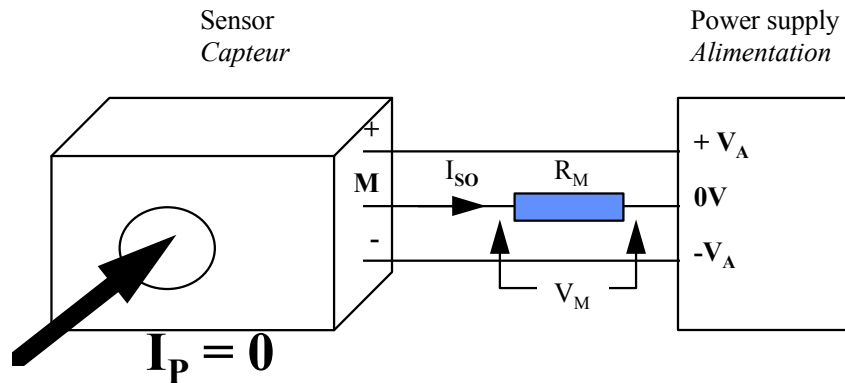
## 9 Verification level 1 of sensor

### 9-a Offset current

The offset current measure must be performed in the following conditions :

- .  $I_P = 0$
- . ambient temperature  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . sensor supplied ( $\pm V_A$ )

The mounting of sensor is given below :



The voltage  $V_M$  measured (positive or negative value) must be :

$$V_M \leq R_M * I_{SO}$$

with :

$R_M$  = measuring resistor used in the application

$I_{SO}$  = value mentioned in the sensor data sheet

N.B. : The  $I_{SO}$  value mentioned in a sensor data sheet is a maximum value. Typical values must always be below that value.

In case of a superior value, the first response (after confirmation of the correct measure) is to try a demagnetisation test of the sensor as indicated in section 6-d.

## 9 Vérification niveau 1 du capteur

### 9-a Courant d'offset

La mesure du courant d'offset doit se faire dans les conditions suivantes :

- .  $I_P = 0$
- . Température ambiante  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . capteur alimenté ( $\pm V_A$ )

Le montage du capteur est donné ci-dessous :

La tension  $V_M$  mesurée (valeur positive ou négative) doit être :

$$V_M \leq R_M * I_{SO}$$

avec :

$R_M$  = résistance de mesure employée dans l'application

$I_{SO}$  = valeur indiquée sur la fiche technique du produit

N.B. : La valeur  $I_{SO}$  indiquée sur la fiche technique d'un capteur est une valeur maximale. En pratique ce courant d'offset doit toujours être inférieur.

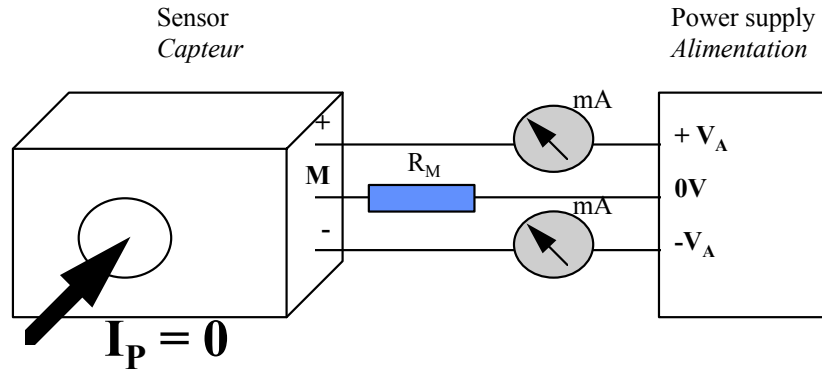
En cas de valeur supérieure, le premier réflexe (après confirmation que la mesure s'est faite correctement) est de tester une opération de démagnétisation du capteur comme indiquée dans le paragraphe 6-d.

### 9-b Consumption

The no-load current consumption measure ( $I_{AO}$ ) must be performed in the following conditions :

- .  $I_P = 0$
- . ambient temperature  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . sensor supplied ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

The mounting of sensor is given below :



The consumption in each source ( $+V_A$  et  $-V_A$ ) must be :

- . close to each other
- . below the value mentioned in the sensor data sheet

A value of the no-load current much higher than normal shows a defective component on the electronic board.

### 9-b Consommation

La mesure de la consommation à vide ( $I_{AO}$ ) doit se faire dans les conditions suivantes :

- .  $I_P = 0$
- . Température ambiante  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . capteur alimenté ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

Le montage du capteur est donné ci-dessous :

La consommation dans chaque source ( $+V_A$  et  $-V_A$ ) doit être :

- . voisine l'une de l'autre
- . inférieure à la valeur indiquée dans la fiche technique du capteur

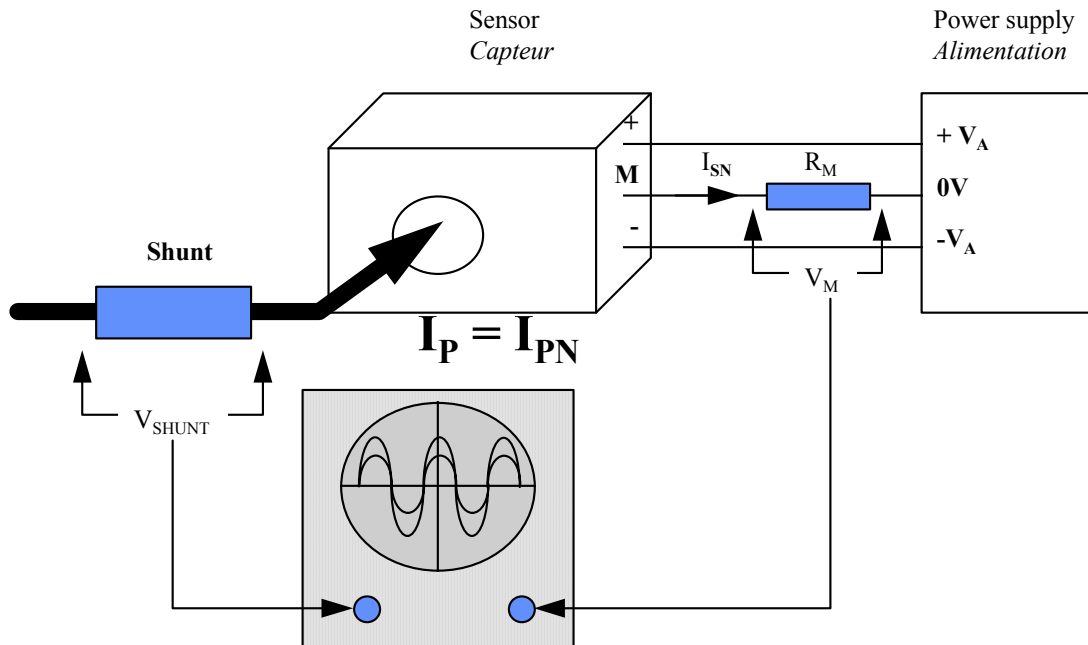
Une valeur de courant de consommation (à vide) nettement supérieure indique un composant défectueux sur la carte électronique.

### 9-c Accuracy

The accuracy measure must be done in the following conditions :

- .  $I_P = I_{PN}$  (a.c. or d.c.)
- . ambient temperature  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . sensor supplied ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

The mounting of sensor is given below :



We then use the following formula (see 6-c) :

$$\text{Accuracy (\%)} = \frac{k \cdot I_{SN} - I_{PN}}{I_{PN}} \cdot 100 \quad \text{where } k = N_S / N_P$$

The ratio value of the primary and secondary currents must be (taking into account the turns ratio) below to the value indicated in the sensor data sheet.

The phases of the primary and the secondary currents must be identical.

### 9-c Précision

La mesure de la précision doit se faire dans les conditions suivantes :

- .  $I_P = I_{PN}$  (alternatif ou continu)
- . Température ambiante  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . capteur alimenté ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

Le montage du capteur est donné ci-dessous :

On utilise alors la formule suivante (voir 6-c) :

$$\text{Précision (\%)} = \frac{k \cdot I_{SN} - I_{PN}}{I_{PN}} \cdot 100 \quad \text{où } k = N_S / N_P$$

Le rapport des valeurs des courants primaire et secondaire déterminés doit être (au rapport de transformation près) inférieur à la valeur indiquée dans la fiche technique du capteur.

Les signaux primaire et secondaire doivent également être en phase.

### 9-d Protections

The ABB Control current sensors are generally protected against :

- . the short-circuit of the measuring resistor
- . the opening of the measuring circuit
- . the opening of the power supply
- . the primary overloads
- . the inversion of the power supply

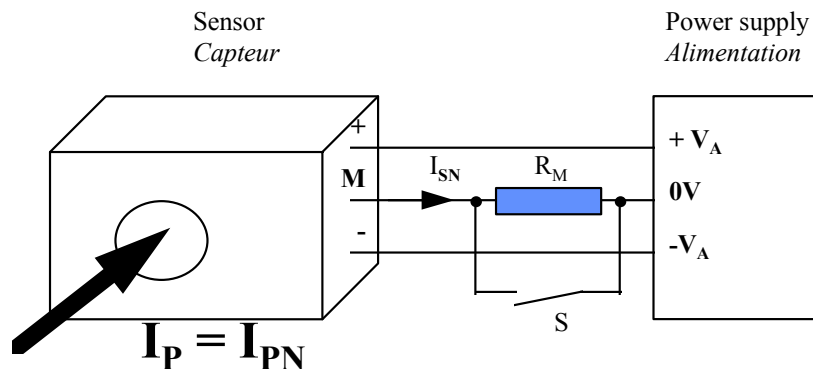
**Before proceeding any of the next tests, it is recommended to consult the sensor data sheet or the technical catalogue to make sure of the opportunity of the concerned test.**

- Short-circuit of the measuring resistor

The test of the measuring resistor short-circuit must be done in the following conditions :

- .  $I_P = I_{PN}$
- . ambient temperature  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . sensor supplied ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

The mounting of sensor is given below :



The switch **S** is then closed during 1 minute and opened again.

After this test make sure the sensor is still functioning correctly with :

- . an offset current measure (see 9-a)
- . an accuracy measure (see 9-c)

### 9-d Protections

Les capteurs de courant d'ABB Control sont généralement protégés contre :

- . le court-circuit de la résistance de mesure
- . l'ouverture du circuit de mesure
- . l'ouverture de l'alimentation
- . les surcharges du courant primaire
- . les inversions de polarité de l'alimentation

**Avant de procéder à tous ces tests, il est recommandé de consulter la fiche technique du capteur ou le catalogue technique pour s'assurer du bien fondé du test considéré.**

- Court-circuit de la résistance de mesure

Le test de court-circuit de la résistance de mesure doit se faire dans les conditions suivantes :

- .  $I_P = I_{PN}$
- . Température ambiante  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . capteur alimenté ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

Le montage du capteur est donné ci-dessous :

L'interrupteur **S** est alors fermé pendant 1 minute puis réouvert.

Après ce test on vérifie de nouveau le bon fonctionnement du capteur avec :

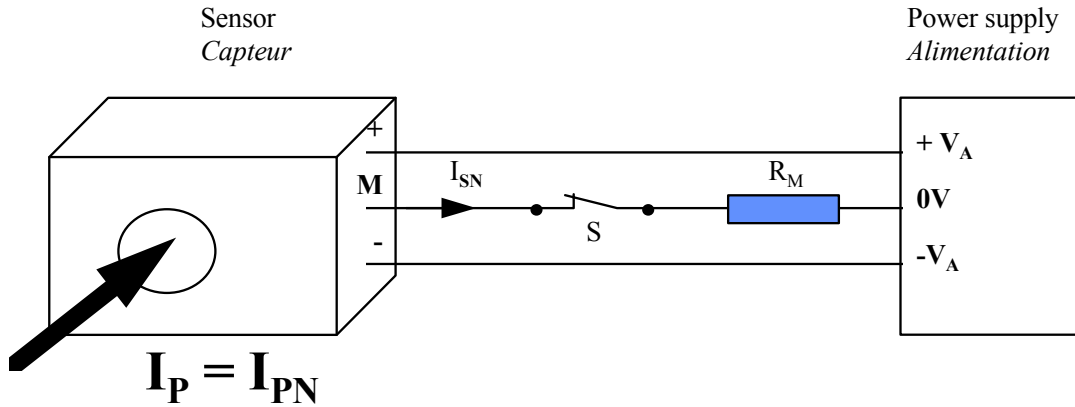
- . une mesure du courant d'offset (voir 9-a)
- . une mesure de précision (voir 9-c)

- Opening of the measuring circuit

The test of the measuring circuit opening must be done in the following conditions :

- .  $I_P = I_{PN}$
- . ambient temperature  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . sensor supplied ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

The mounting of sensor is given below :



The switch **S** is then opened during 1 minute and closed again.

After this test make sure the sensor is still functioning correctly with :

- . an offset current measure (see 9-a)
- . an accuracy measure (see 9-c)

- Opening of the power supply

A closed-loop Hall effect current sensor measuring a balanced a.c. current operates correctly **without** power supply. It then functions in current transformer.

When a sensor is measuring a current, if a power supply terminal is disconnected, the electronic side of the sensor does not work any more. Only the magnetic circuit is working. If the primary current has a continuous component, the magnetic circuit can saturate and magnetise itself. However the sensor is not destroyed.

By construction, the sensor is then "naturally" protected against the opening of the power supply.

- Ouverture du circuit de mesure

*Le test de l'ouverture du circuit de mesure doit se faire dans les conditions suivantes :*

- .  $I_P = I_{PN}$
- . *Température ambiante  $\approx +25^\circ\text{C}$*
- . *capteur alimenté ( $\pm V_A$ )*
- .  $R_M = R_M$  application

*Le montage du capteur est donné ci-dessous :*

*L'interrupteur **S** est alors ouvert pendant 1 minute puis refermé.*

*Après ce test on vérifie de nouveau le bon fonctionnement du capteur avec :*

- . *une mesure du courant d'offset (voir 9-a)*
- . *une mesure de précision (voir 9-c)*

- Ouverture de l'alimentation

*Un capteur de courant effet Hall à boucle fermée mesurant un courant alternatif de valeur moyenne nulle fonctionne parfaitement **sans** alimentation. Il fonctionne alors en transformateur d'intensité.*

*Quand un capteur est traversé par un courant quelconque, si une des polarités vient à manquer, la partie électronique du capteur ne fonctionne plus. Seul la partie magnétique réagit. Si le courant primaire comporte une composante continue, le circuit magnétique peut alors se saturer et se magnétiser. Le capteur n'est aucunement détruit.*

*Par construction, le capteur est donc "naturellement" protégé contre l'ouverture du circuit d'alimentation.*

- Overload of the primary current

The test of the sensor overload must be done in the following conditions :

- . overload  $I_P = \text{max overload of sensor}$   
(see technical data of sensor)
- . ambient temperature  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . sensor supplied ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

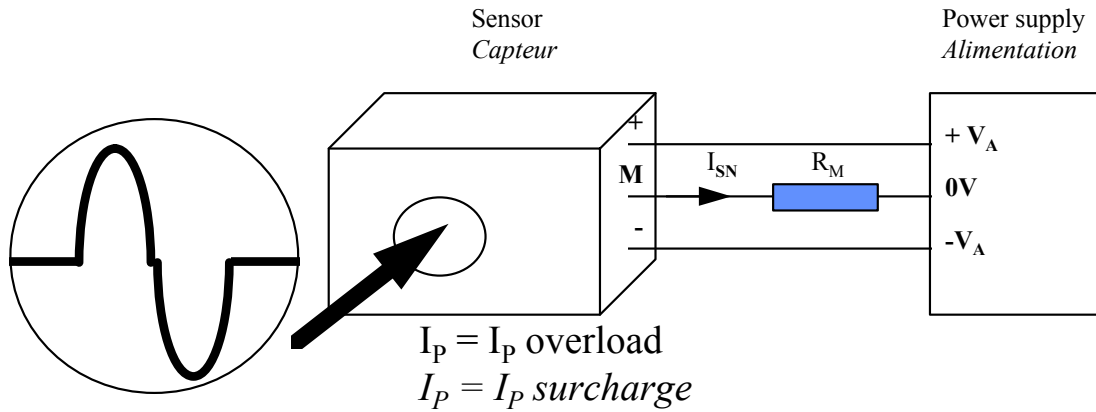
The mounting of sensor is given below :

- Surcharge du courant primaire

Le test de surcharge du capteur doit se faire dans les conditions suivantes :

- . Surcharge  $I_P = \text{Surcharge max capteur}$   
(voir données techniques détaillées du capteur)
- . Température ambiante  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . capteur alimenté ( $\pm V_A$ )
- .  $R_M = R_M$  application

Le montage du capteur est donné ci-dessous :



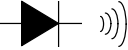
After this test make sure the sensor is still functioning correctly with :

- . an offset current measure (see 9-a)
- . an accuracy measure (see 9-c)

Après ce test on vérifie de nouveau le bon fonctionnement du capteur avec :

- . une mesure du courant d'offset (voir 9-a)
- . une mesure de précision (voir 9-c)

- Inversion of the power supply

To avoid any damage of a current sensor not protected against the inversion of the polarities (via protection diodes on the electronic board) this test is performed by the mean of an electronic multimeter in position "diode" or "beep". 

The test of the good functioning of the protection diodes against inversion of the polarities must be performed in the following conditions :

- .  $I_P = 0$
- . ambient temperature  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . sensor **not** supplied
- .  $R_M$  not connected

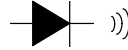
The test must be done following 2 different connectings :

- 1st test
  - . + multimeter at **M** sensor
  - . - multimeter at + sensor
- 2nd test
  - . + multimeter at - sensor
  - . - multimeter at **M** sensor

Test	Protection diodes ?	Multimeter
1	Yes	No "beep" ( $R = \infty$ )
2	No	"beep" ( $R$ few $M\Omega$ )

If the multimeter "beeps" in the test 1, the protection diodes are defective.

- Inversion de polarité de l'alimentation

Pour éviter tous risques de destruction d'un capteur de courant non protégé contre les inversions de polarité (par diodes sur la carte électronique), ce test se réalise avec un multimètre électronique en position "diode" ou "beep". 

Le test du bon fonctionnement des diodes contre les inversions de polarité doit se faire dans les conditions suivantes :

- .  $I_P = 0$
- . Température ambiante  $\approx +25^\circ\text{C}$
- . capteur **non** alimenté
- .  $R_M$  non connecté

Le test doit se réaliser suivant 2 cas de branchement :

- 1er test
  - . + multimètre au **M** capteur
  - . - multimètre au + capteur
- 2ème test
  - . + multimètre au - capteur
  - . - multimètre au **M** capteur

Test	Diode de protection ?	Multimètre
1	Oui	Pas de "beep" ( $R = \infty$ )
2	Non	"beep" ( $R$ qqles $M\Omega$ )

Si le multimètre "beep" dans le test 1, les diodes contre l'inversion de polarité sont défectueuses.



---

**ABB Entrelec**

Control Division

10, rue Ampère Z.I. - B.P. 114

F-69685 Chassieu cedex / France

Telephone: +(33) (0) 4 7222 1722

Fax: +(33) (0) 4 7222 1969

<http://www.abb.com/lowvoltage>

E-mail : [sensors.sales@fr.abb.com](mailto:sensors.sales@fr.abb.com)

As part of its on-going product improvement, ABB reserves the right to modify the characteristics of the products described in this document. The information given is not contractual. For further details please contact the Company marketing these products in your country.