

Scénario 1 :

En tant que < 1 > je souhaite avoir < 2 > pour pouvoir < 3 >.

1 : participant au projet formula student.

2 : différente méthode pour mesurer un courant et "avoir" la valeur sur un μ contrôleur.

3 : réaliser un BMS.

Caractéristique de la recherche de capteur de courant :

- DC
- test de 1 kA
- temps de réaction 0,5 s, voir 0,2 s
- batterie de 60 V
- Accès à du 12v et 5v

Capteur à effet Hall :

- L'important :

Le capteur de courant à effet hall est à préféré lors de tension alternative et si les perturbations magnétiques deviennent un problème. C'est une prise de courant sans contact aussi.

Il produit une tension qui est l'image exacte, avec un facteur de proportionnalité, du courant de mesure.

Il n'en existe pas beaucoup qui respecte les caractéristiques demandées surtout à ces niveaux d'ampérage, le budget à prévoir est conséquent.

Exemple : HTR 500-SB

Avantages des capteurs à effet hall :

Non intrusif, mesure en alternatif et en continu, isolation du circuit de mesure, bonne réponse en fréquence, excellente tenue aux surintensités (saturation sans destruction), large éventail de signaux de sortie, faible encombrement, Pas de perte d'insertion dans le circuit à mesurer, bon rapport performances / prix.

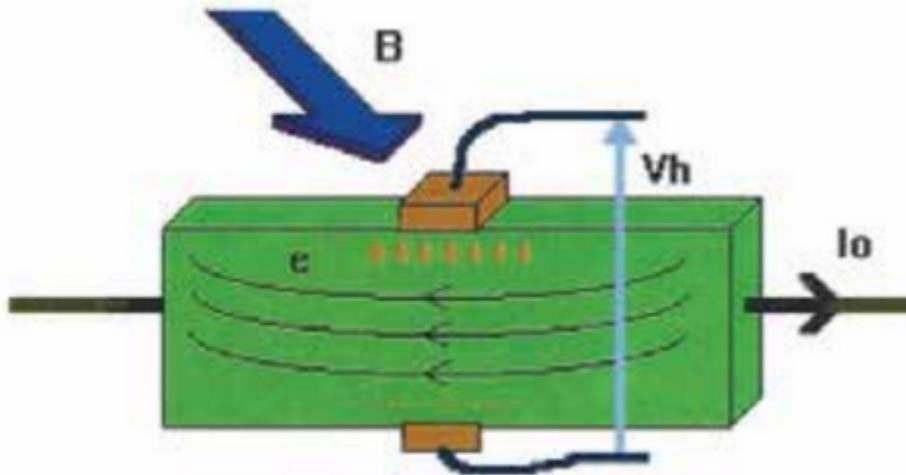
Inconvénients des capteurs à effet hall :

Nécessite une alimentation externe, précision inférieure à un shunt, stabilité thermique moindre et influence des champs externes.

Ainsi le capteur à effet Hall est plus coûteux que le shunt et sa sensibilité aux champs magnétiques extérieurs peut nécessiter quelques précautions, mais il apporte de nombreux avantages :

- la chute de tension introduite dans le montage est très faible : v_s étant limitée à quelques volts la tension v_p est inférieure à quelques mV ;

- l'isolation galvanique entre la mesure et le circuit est un élément appréciable de sécurité et permet d'éliminer l'influence du mode commun sur la mesure.
- **Fonctionnement :**



Si un courant I_0 traverse un barreau en matériau conducteur ou semi-conducteur; et si un champ magnétique d'induction B est appliqué perpendiculairement au sens de passage du courant, une tension V_h , proportionnelle au champ magnétique et au courant I_0 apparaît sur les faces latérales du barreau.

Les électrons sont déviés par le champ magnétique, créant une différence de potentiel appelée **tension de Hall**. Le champ magnétique déforme la trajectoire des électrons car il engendre une force de Lorentz (e).

$V_h = K_h \cdot B \cdot I_0$ avec K_h : constante de hall, qui dépend du matériau utilisé

La Constante de Hall étant inversement proportionnelle à la densité des porteurs, la tension de Hall est beaucoup plus **importante** dans les semi-conducteurs que dans les métaux.

Finalement la tension de Hall dépend du courant I , du champ d'induction magnétique, de la surface et de l'épaisseur du matériau ainsi que du type de matériau. Il existe plusieurs technologies exploitant l'effet Hall pour la mesure du courant alternatif et continu.

Cette technologie est utilisée dans les pinces ampèremétriques;

Shunt de courant :

- **Fonctionnement :**

Une résistance shunt est une résistance de faible valeur qui est connectée en parallèle avec une charge ou un circuit. Son rôle principal est de permettre la mesure du courant électrique qui la traverse sans interrompre le circuit. Grâce à la loi d'Ohm ($V = I \times R$), on peut déterminer le courant à partir de la tension mesurée aux bornes de cette résistance.

La résistance shunt est généralement placée dans le chemin du courant. Elle doit être choisie de manière à avoir une valeur suffisamment basse pour ne pas perturber le circuit, mais suffisamment élevée pour générer une tension mesurable. Elle est connectée en parallèle, permettant au courant de passer à la fois à travers la résistance shunt et la charge principale.

Lorsque le courant circule à travers la résistance shunt, il génère une chute de tension proportionnelle au courant et à la valeur de la résistance → V_{shunt} est la tension mesurée aux bornes de la résistance, alors : $I = V_{shunt}/R$

La résistance shunt est souvent choisie entre quelques milliohms et quelques ohms, en fonction des courants à mesurer. La puissance que la résistance peut dissiper est cruciale. Elle est calculée par $P = I^2 \times R$. Une résistance mal dimensionnée peut surchauffer et se détériorer.

Afin de limiter les pertes par effet joule et la chute de tension dans le circuit de mesure, on privilégie un faible niveau de tension de sortie, la faible impédance de la source rend le signal de mesure relativement insensible aux perturbations électromagnétiques environnantes. (utilisation d'un câble avec paire torsadée recommandée en sortie).

Avantage :

Fiable, mesure en alternatif et en continu, précision élevée, stabilité à long terme, bonne réponse en fréquence, pas de saturation, auto-alimenté, bon rapport performances / prix,

Désavantages:

- Pas de séparation galvanique
- Pertes par effet Joule
- Problèmes dans les HF (mais cela ne nous concerne pas)
- Faible signal de sortie, pas d'isolation, échauffement, intrusif, nécessite l'ouverture du circuit de mesure, raccordement du circuit de puissance délicat pour les fortes intensités, risque de destruction sur court-circuit.

Précisions sur les shunts :

Dans un shunt il y a un équilibre à avoir entre la valeur de la résistance et la résolution désirée. Plus la résistance est grande, plus grande sera la résolution (mais il y a aura plus de pertes par effet Joule). Au contraire, plus la résistance est petite, moins de pertes mais une moins bonne résolution.

Les shunts analogique fournissent typiquement une tension entre 0-100 mV, il faut donc potentiellement mettre un amplificateur pour que la valeur soit lu par le microprocesseur.

Les shunts de marque Isabellenhütte offrent des shunts digitaux qui permettent d'offrir à l'utilisateur un certain contrôle sur le shunt et possèdent d'autres possibilités (mesure de tension, analyse des log datas, etc.). Ces shunts sont intéressants mais ils restent plus cher, ce qui est discutable en fonction de l'utilisation que l'on veut en faire, s'il servira par exemple dans une production de masse ou pas. Surtout que les véhicules électriques de nos jours sont capables de comprendre l'analogique sans plus de problèmes.

Autres types de capteurs:

Flux gate : fonctionne en détectant un champ magnétique (en intensité continue, ou alternatif), il offre une meilleure précision mais le coût est très élevé pour de tels courants.

Tableau récapitulatif:

Les valeurs données ci-dessous donnent un aperçu général des performances globales des différents types de capteurs avec les performances souhaitées. Elles ont été trouvées par la lecture de différentes fiches techniques et la comparaison de capteurs de même série.

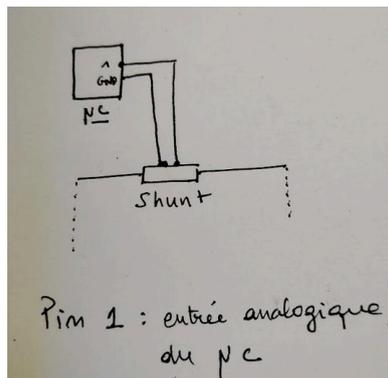
	Shunt (analog)	Shunt (digital)	Capteur effet Hall
Courant max capté	100-4000A	2500A	1000-1500 A
Tension d'alimentation	5,5 V	12 V	5-24V (dépendant du capteur)
Tension de sortie	0-100mV (typique)	X (Sortie numérique)	Entre 2,5V-4,3V
Tension traversant le composant	~1500 V max	~600 V max	~3300V
Résistance dans le circuit	qqqs ohms	~5 $\mu\Omega$	5 Ω
Perte de puissance induite	~35W	~32 W	0
Place dans le circuit	~1 cm ² et 4 mm de hauteur	~1 cm ² et 4 mm de hauteur	~10x10x8cm
Prix (pour un courant de 1kA à 3kA)	~70 – 500 €	~300-400€	~40-200€

Précision	0,20 %	0,40 %	1,00 %
Temps de réaction	1,6 μ s	30 ms (max)	1 μ s
Simplicité à l'installation	4 branchements : 2 broches d'alimentation, 2 broches de datas	6 branchements : +/-alimentation, GND, 2 bus de data, VCC	3 à 4 broches : 2 +/-alimentation, 1 de mesure, GND
Isolation	isolation renforcée	Isolation galvanique	Isolation galvanique/Isolation renforcée
Sensibilité aux champs magnétiques extérieurs	Non	Non	Oui
Température de fonctionnement toléré	-40°C à 115°C	-40°C à 125°C	-40°C à 85°C
Commentaires :	conseil : utilisé à deux tiers de son courant max (trouver un shunt de 2250A)	Plusieurs options sont disponibles : plusieurs modes (trigger, disable, cycle running mode), réglage du temps de mesure, mesure de la tension, des log datas, etc.	On parle ici de capteur à effet Hall à boucle ouverte continu proportionnel à l'intensité du champ magnétique (le capteur fermé agit comme un interrupteur)
Exemple de produits	SSA2-1000 (smart shunt), RSC-1000-50	IVT-S-2K5-U3-I-C AN2-12/24	HASS 600-S, HTR 500-SB



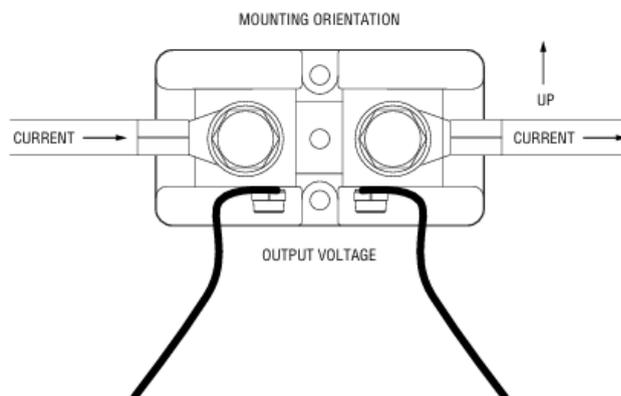
Schémas de montage :

- Shunt analogue :

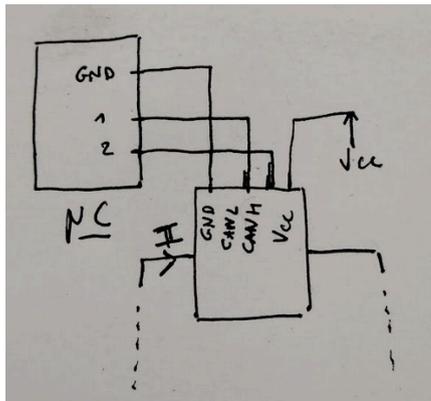


En prenant en compte la performance du PIC utilisé, il sera nécessaire d'installer un amplificateur de tension entre le shunt et le microcontrôleur pour que la tension de sortie (0-100mV) soit détectée.

Précision sur le branchement de ce type de shunt :

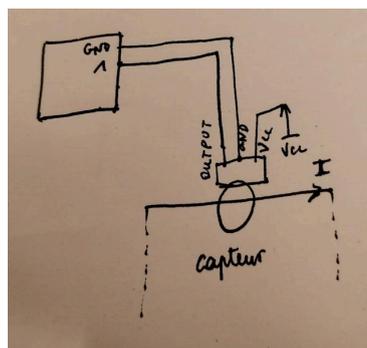


- Schéma shunt numérique :



Avec la pin 1, et 2 du microcontrôleur, des broches numériques.

- Schéma capteur à effet Hall :



Certains capteurs peuvent avoir une broche '0V' à brancher à la masse.