

SOURCES D'ENERGIE ELECTRIQUE EN AUTOMOBILE (Automotive electrical power supply)

La fourniture de l'énergie électrique à partir du moteur thermique dans les automobiles est assurée depuis les années 1960 par un alternateur triphasé. Celui-ci a remplacé la génératrice continue présente auparavant grâce à l'apparition sur le marché des diodes au silicium (semi-conducteur).

Au fil des années, la puissance nécessaire aux différents équipements électriques à bord des véhicules a augmenté (supérieure à 1kW actuellement), mais le principe de fonctionnement, les matériaux et la machine sont restés presque inchangés.

Le courant alternatif triphasé à la sortie de l'alternateur est redressé à l'aide d'un redresseur à diodes en pont complet qui est connecté à l'accumulateur ou batterie.

La tension nominale en charge de la batterie d'accumulateur a été jusqu'à présent de 14V. La tension que l'on retrouve aux bornes de la batterie dépend fortement de la température ambiante, de l'état de charge, de la puissance absorbée par les équipements et de l'âge de la batterie. Par exemple, la tension d'un accumulateur qui a une valeur nominale de 14V à pleine charge vaut environ 13,2V à une température ambiante de 60°C et environ 16V à 20°C.

Le même accumulateur chargé seulement à 10% a une tension d'environ 10,7V à 60°C et 14V à 20°C.

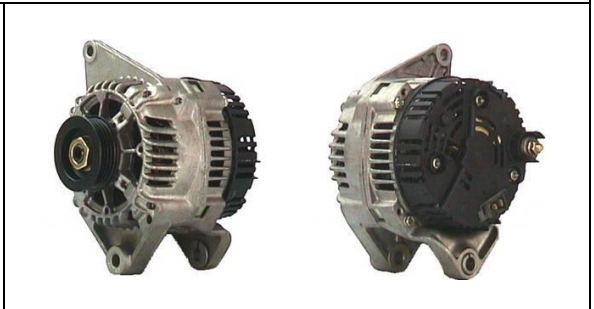
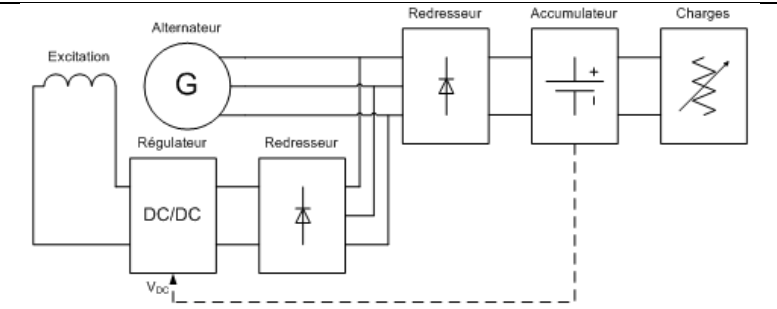
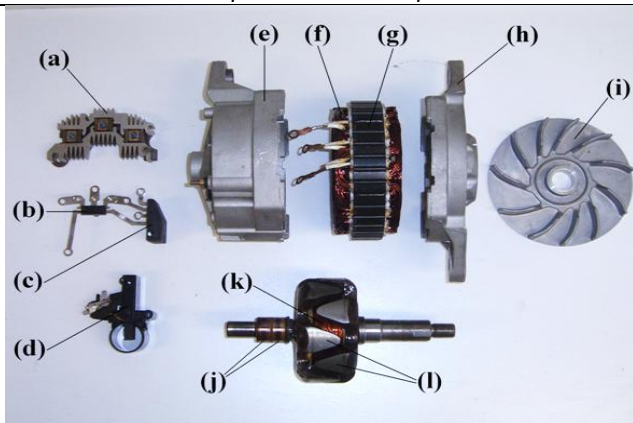
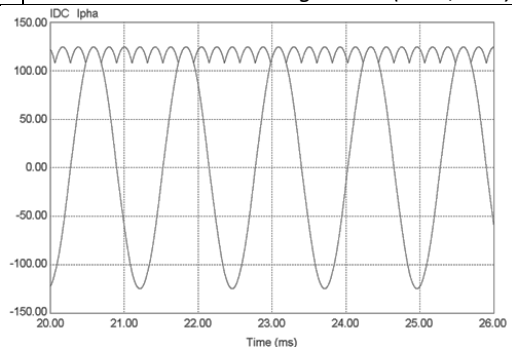


Schéma de puissance électrique d'une automobile

Alternateur Twingo 1995 (80A ; 12V)



Éléments constitutifs de l'alternateur



Tension dans une phase et tension redressée

(a) redresseur de puissance à 6 diodes avec radiateur, (b) redresseur d'excitation, (c) régulateur, (d) porte-balais, (e) flasque postérieur en aluminium, (f) bobinage ondulé, (g) noyau du stator, (h) flasque frontale en aluminium, (i) ventilateur en aluminium, (j) bagues, (k) enroulement d'excitation, (l) pièces polaires en forme de griffes

Alternateur triphasé : Vue éclatée



Batterie Plomb acide TWINGO (12V, 450A, 50Ah)

DIRECTION ASSISTEE ELECTRIQUE (DAE) ou Electric Power Assisted Steering (EPAS)

Principe et description :

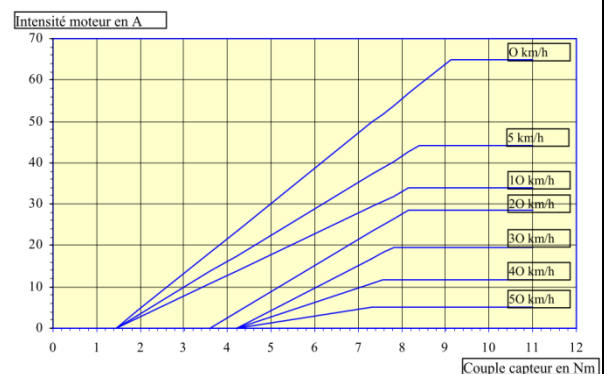
Le système doit assister le conducteur dès la mise en rotation du volant.

Lorsqu'un couple est exercé sur le volant, celui-ci est transmis mécaniquement à la crémaillère.

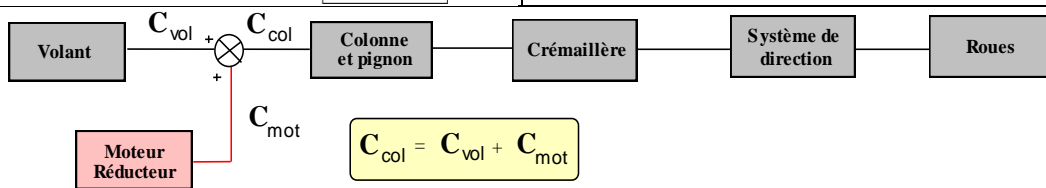
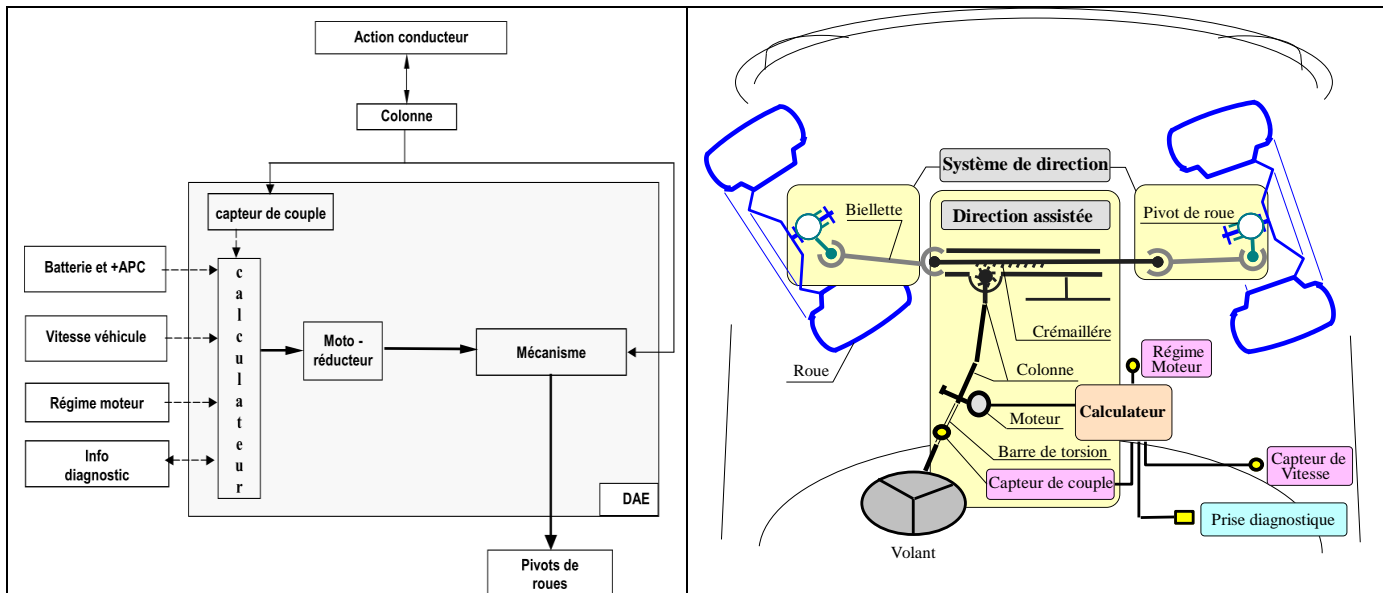
Un capteur de couple installé sur la colonne de direction détecte l'effort exercé qui se traduit par une torsion d'un élément déformable et communique au calculateur une information électrique image de ce couple. Le calculateur détermine alors en fonction du couple au volant et de la vitesse du véhicule :

- s'il s'agit d'une machine à courant continu (MCC), l'intensité du courant à fournir au moteur électrique ;
- S'il s'agit d'une machine synchrone triphasée (MS) un couple d'assistance également dépendant du courant efficace.

Cette dernière motorisation s'est généralisée depuis une dizaine d'années car elle apporte une solution plus compacte et plus fiable.



Loi d'assistance selon la vitesse du véhicule et le couple exercé au volant



Le couple d'assistance, fourni par le motoréducteur, s'ajoute au couple exercé par le conducteur pour former le couple effectivement transmis par la colonne de direction à la crémaillère, puis aux roues.

ENSEMBLE MOTOREDUCTEUR + CARTE DE PUISSANCE

Caractéristiques électriques du moteur à courant continu

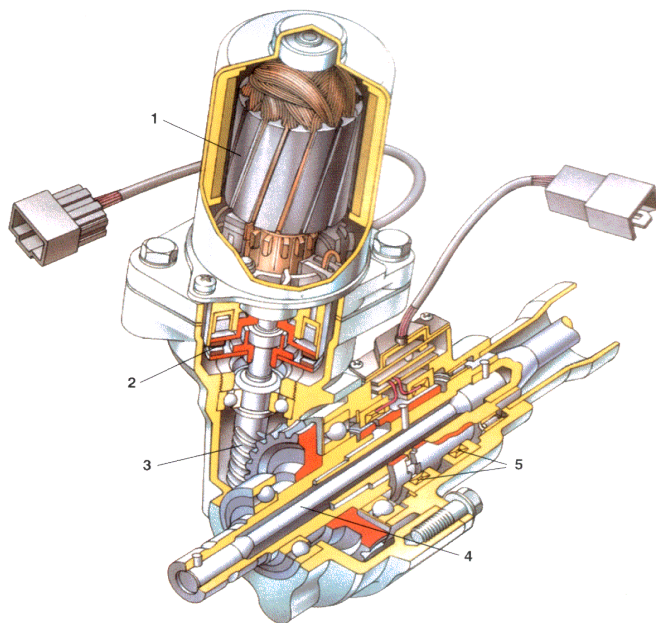
- Tension nominale : $U_N = 12\text{ V}$
- Tension d'utilisation : $U_E = 10 - 16\text{ V}$
- Courant nominal moteur : $I_N = 25\text{ A}$
- Couple nominal moteur : $C_N = 0,81\text{ Nm}$ à 1450 tr/min
- Coefficient de couple : $K_T = 0,033\text{ Nm/A}$
- Coefficient de vitesse : $K_E = 0,033\text{ V/rad/s}$
- Résistance moteur : $R_M = 0,218\ \Omega$ à 20°
- Inductance moteur : $L_M = 0,7\text{ mH}$

Caractéristiques électriques embrayage

- Résistance bobine d'embrayage : $R_E = 14,7\ \Omega$ à 20°
- Couple embrayage $C_E = 1,08\text{ Nm}$ mini

Réducteur roue et vis

- Réduction $R=1/23$; Module $m=1,5\text{ mm}$
- Vis $Z=2$; $\alpha=14^\circ30'$; $\beta=20^\circ$



Écorché du motoréducteur

CARTE DE PUISSANCE

Transistor MOSFET 2SK3506

Caractéristiques électriques

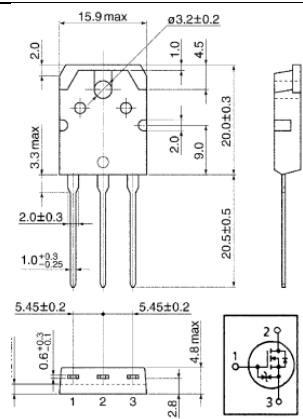
- Tension maxi VDS = 30V
- Courant permanent IDS = 45A

Modèle pour les pertes

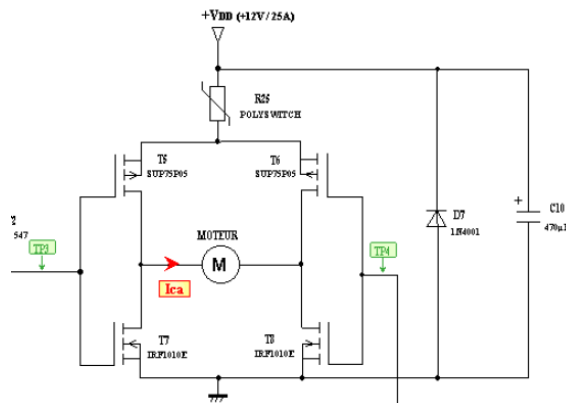
- $R_{DSon} = 20\text{m}\Omega$ maxi

Modèle thermique

- $R_{THJC} = 1,25^\circ/\text{W}$
- $R_{THCS} = 0,25^\circ/\text{W}$
- (J Junction / C Case / S Sink)

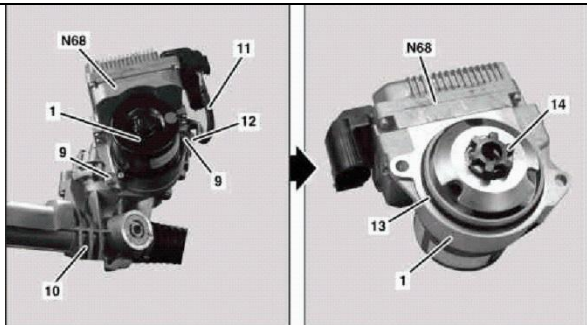


Transistor SK3506



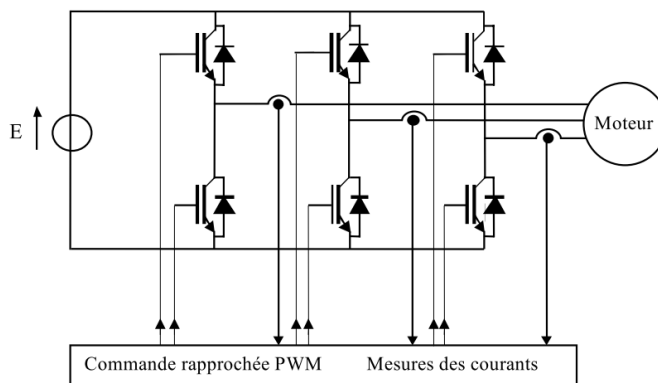
Hacheur 4 Q : découpage à $f > 15\text{kHz}$

ÉVOLUTION DE LA MOTORISATION DES DAE DEPUIS 2005 ENVIRON



Machine synchrone triphasée sans balais (Brushless)

- meilleure puissance massique et volumique ;
- plus grande fiabilité, pas de maintenance (balais) ;
- pertes faibles seulement au stator (rotor froid).



Onduleur triphasé associé à la machine synchrone

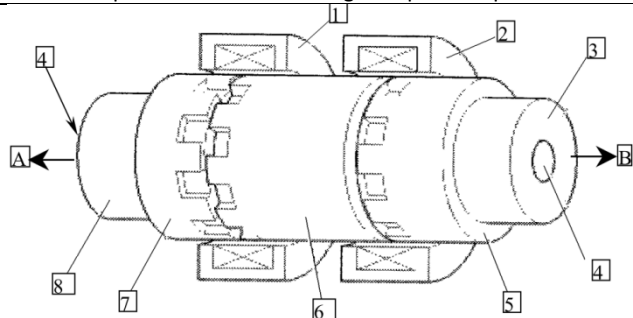
CAPTEUR DE COUPLE à variation de couplage magnétique (Magnetic torque sensor)

Ce capteur est un couplemètre par mesure d'angle de torsion d'un corps déformable de caractéristiques connues.

Lors de la transmission d'un couple au volant, la sollicitation de torsion dans la colonne de direction modifie la position relative des créneaux de 2 bagues ferromagnétiques en vis-à-vis.

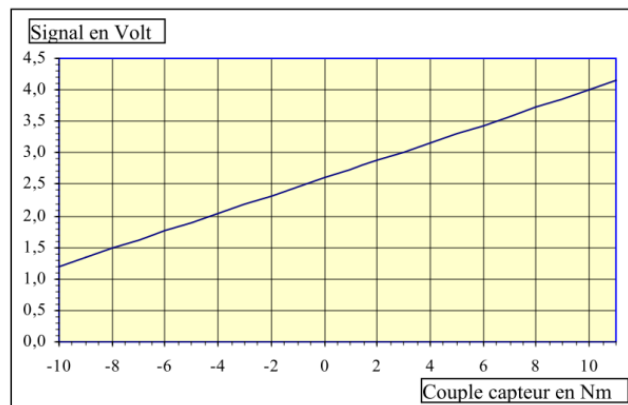
Ce décalage plus ou moins important des créneaux en vis à vis a pour effet de modifier la mutuelle inductance de couplage entre les deux bobines parcourues par un courant haute fréquence.

Ce capteur fonctionne alors comme un transformateur à rapport de transformation variable au comportement peu linéaire, mais l'électronique de traitement des signaux placée à proximité des bobines permet d'obtenir la loi entrée sortie donnée ci-dessous.



A Coté crémaillère B Coté volant

- 1 : Bobine de mesure fixe par rapport à la direction
- 2 : Bobine de référence fixe par rapport à la direction
- 5,6 et 7 : bagues ferromagnétiques dentées se décalant entre elles de +/- 4,5° maximum lors de la sollicitation du volant

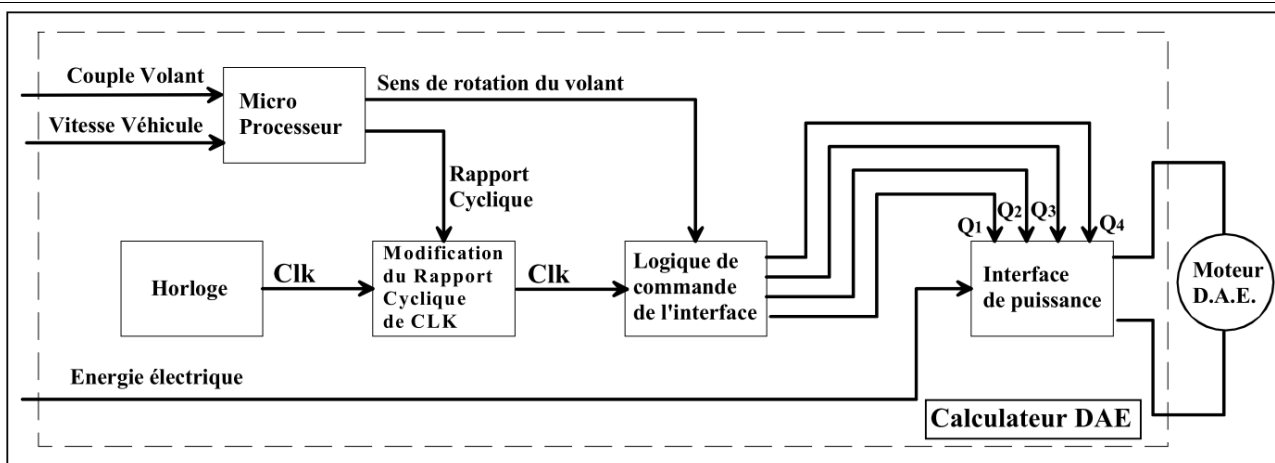


- Rotation barre de torsion 8° maxi
- Raideur barre de torsion 2,9 Nm /°

Constitution du capteur

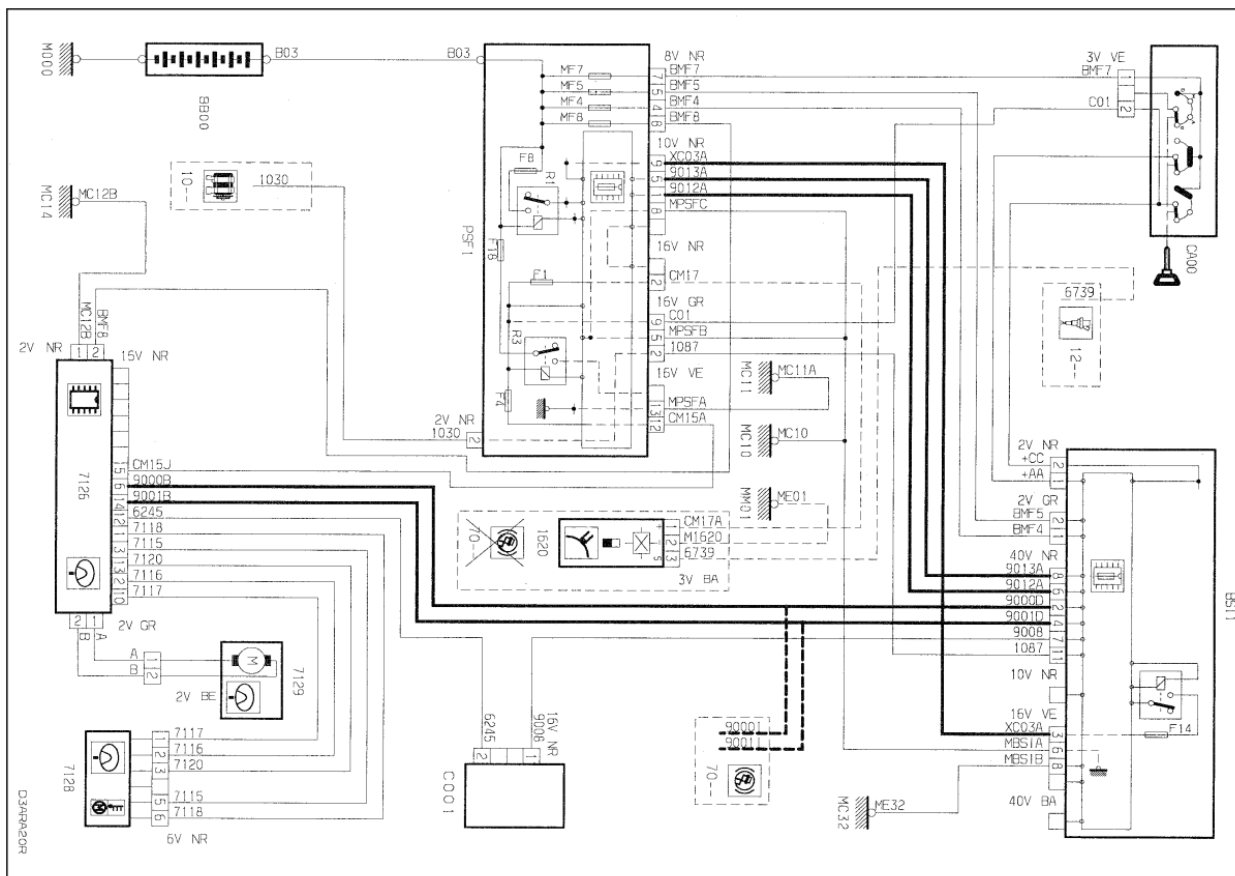
Loi entrée sortie du capteur

Structure de la chaîne de pilotage, calculateur de la loi d'assistance (Unit control power management)



- **Interface de puissance** : constituée d'un pont en H commandé en hacheur de tension (si MCC) et permettant de contrôler le sens et l'intensité moyenne du courant traversant le moteur.
- **Logique de commande de l'interface** : ce module génère le cycle de commande des transistors de l'interface de puissance à partir du signal d'horloge et en fonction du sens de rotation du moteur défini par le micro processeur du calculateur.
- **Module de modification du rapport cyclique** : génère le rapport cyclique des transistors du pont 4Q en fonction de la valeur calculée par le micro processeur et permet de moduler l'intensité moyenne du courant d'alimentation du moteur d'assistance.
- **Micro processeur** : contient le programme et la loi de commande dans sa mémoire, et exécute ce programme en temps réel.

Schéma électrique (solution MCC + hacheur)

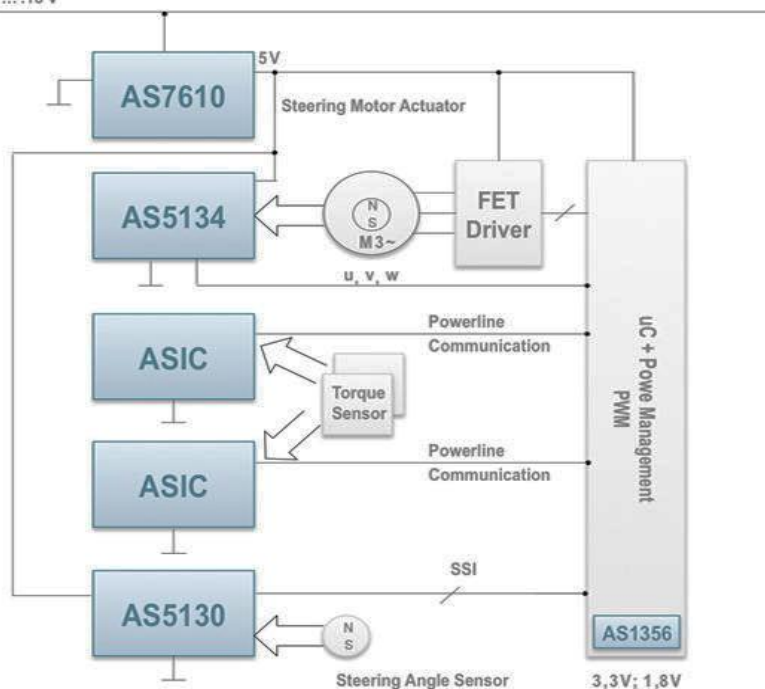


Nomenclature

Repère	Désignation	Repère	Désignation
B00	Batterie	7126	Calculateur D.A.E.
COO1	Connecteur Diagnostic	7128	Captteur de couple
BS11	Boîte de Servitude Intelligente	7129	Moteur d'assistance
PSF1	Platine Servitude – boîte Fusibles (compartiment moteur)		

Schéma électrique (solution Machine Brusless triphasée + Onduleur)

6...18 V



<http://ams.com/eng/Applications/Automotive/Electric-Power-Assisted-Steering>