

Présentation générale du Commander66

Release: V1.02 – 28/08/2011

<http://www.skynam.com>



Machine management

Présentation générale du Commander66

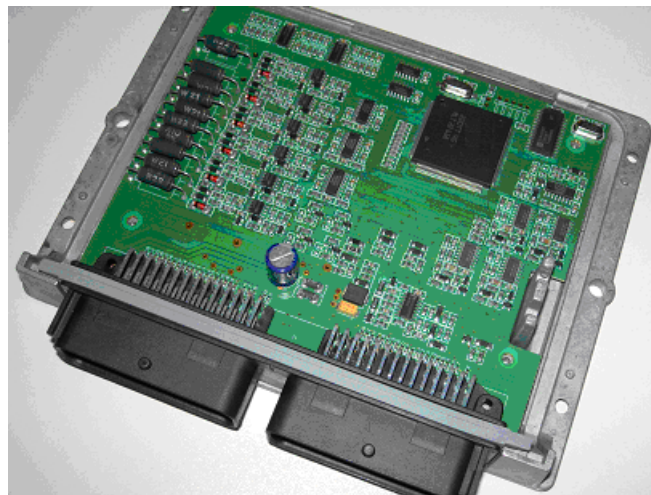
Skynam se réserve le droit d'effectuer des changements, corrections, modifications, améliorations, à ce document, aux produits et aux services qu'il décrit, à tout moment et sans avertissement préalable.

Sans autorisation express de la société Skynam, aucune partie de ces documents ne peut être reproduite ou transmise, pour quelque raison que ce soit, quelque soit le moyen utilisé, mécanique ou électronique.

Les conditions générales de vente de Skynam s'appliquent intégralement.

WINDOWS est une marque enregistrée de Microsoft Corporation.

Le logo WINDOWS est une marque enregistrée TM de Microsoft Corporation.



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

- RESUME -

Le Commander est un calculateur de gestion moteur à très forte puissance de calcul disposant de nombreuses entrées et sorties configurables, permettant une utilisation très souple et efficace.

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

Alimentation sur tension continue de 5,5 volts à 18 volts.

Masses alimentation et puissance séparées

Consommation minimum en fonctionnement à 13 volts : 460 milliampères,

Consommation à l'arrêt : 0 milliampère,

Sortie 5volts alimentation capteur : 400 milliampères maximum,

Sortie 10volts alimentation dispositifs externes : 200 milliampères maximum.

CARACTERISTIQUES TEMPERATURE

En fonctionnement, de -40° à +85°.

CARACTERISTIQUES ETANCHEITE

IP 67 (sur demande).

COMMUNICATIONS

Deux CAN-BUS :

- Mise au point et mise en réseau des calculateurs (maîtres, esclaves, et capteurs et commandes externalisés) par CAN-BUS principal WinjNet (™ Skynam).

- Connexion du CAN-BUS auxiliaire sur CAN-BUS externe 2.0B passif, vitesse de transmission de 125 Kbits à 1 Mbits, pour accès à un CAN-BUS constructeur, OBD ou d'enregistrement de données tierce partie.

PROTECTION ANTI COPIE

Réglages protégés par verrouillage sélectionnable.

Déverrouillage possible uniquement par le possesseur du calculateur ou en usine chez Skynam.

Effacement total des données si tentative de violation.

GESTION DES CYLINDRES MOTEUR

Le nombre de cylindres moteur est configurable par le motoriste, de même que l'angle entre les cylindres pour les moteurs irréguliers.

Le nombre de cylindres peut être 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12

La répartition angulaire des cylindres peut être

- régulière : l'angle entre les cylindres est réparti régulièrement sur le cycle moteur. Pour un 4 cylindres, c'est 180°, pour un 6 cylindres, c'est 120°, ...

- spécifique par calibration: l'angle spécifique peut être calibré en 1/100^{ème} de degré. Au dessus de 6 cylindres, cette configuration ne peut être utilisée qu'avec un nombre de cylindres pairs.

GESTION DES BANC DE CYLINDRES MOTEUR

Le calculateur peut être configuré pour les moteurs en ligne (1 banc de cylindres) ou pour les moteurs en 'V' ou flat (2 bancs de cylindres).

Pour déclarer l'existence du 2^{ème} banc, il suffit de lui affecter des cylindres, ainsi si le moteur est en ligne, tous les cylindres doivent être affectés au banc 1.

- Le calculateur peut gérer le calage proportionnel de l'arbre à cames admission de chaque banc de cylindre. Dans ce cas, deux mesures de phase arbre à cames doivent être déclarées, une pour chaque banc.

- Une mesure de pression d'admission et un turbo peuvent être affecté à chaque banc de cylindre (voir gestion des turbos).
- Une sonde Lambda et correction de richesse peut être affectée à chaque banc de cylindre
- Comme une correction d'avance à l'allumage et de temps d'injection existe pour chaque cylindre, il n'est pas nécessaire d'avoir une correction banc par banc.

ENTREES DE CONVERSIONS ANALOGIQUES

- 1 entrée interne mesure tension alimentation.
- 4 entrées résistives (CTN-CTP ou logiques), avec pull-up de 1,21 KOhm au 5 volts
- 9 entrées analogiques 0-5 volts, avec pull-down de 1 MOhm
- 2 entrées sélectionnables analogique - résistive, avec pull-down de 1 MOhm ou pull-up de 1,21 KOhm au 5 volts, suivant sélection
- 1 entrée logique, avec pull-up de 4.7 KOhm au 12 volts

Suivant le type d'application choisi, elles sont utilisées pour :

- Interrupteur de configuration course (inhibe limiteur de départ et bang-bang),
- Interrupteur de passage de vitesse configurable logique ou analogique,
- Tension batterie,
- Potentiomètres papillon calibrable,
- Potentiomètres pédale calibrable,
- Pressions admission (une par banc de cylindres possible),
- Débitmètre admission (un par banc de cylindres possible),
- Pression atmosphérique ou dynamique,
- Température moteur,
- Température admission,
- Température huile,
- Pression huile,
- Pression carburant (basse),
- Haute pression carburant,
- Thermocouple (à interface analogique),
- Sonde Lambda large bande principale (banc 1)
- Sonde Lambda large bande auxiliaire (banc 2)
- Entrées auxiliaires programmables pour créer des capteurs spécifiques (par exemple position géométrie variable turbo, position obturateurs de conduits d'admission, pressions, températures et contacteurs divers, ...).

ENTREES FREQUENTIELLES

Les entrées fréquentielles sont auto adaptatives en niveau et forme de signal afin de limiter l'impact des parasites éventuels (démarreur, allumage, ...) Pour ce faire, un microprocesseur mono-tache rapide est affecté à chaque entrée pour traiter et mettre en forme son signal analogique.

- 1 mesure de régime sur roue phonique programmable inductif – Hall,
- 1 mesure de phase arbre à cames principale programmable inductif – Hall,
- 1 mesure de phase arbre à cames auxiliaire programmable inductif – Hall,
- 4 mesures auxiliaires programmables inductif – Hall.

Quand un capteur est en mode Hall, Il est nécessaire de mettre dans le faisceau une résistance de pull-up de 1KOhm à 10KOhm entre le signal capteur et le 12 volts après contact ou le 5 volts, suivant le type de capteur Hall.

Suivant le type d'application choisi, elles sont utilisées pour :

- mesure de régime et phase vilebrequin sur type de volant moteur configurable,
- mesure d'angle de repère de phase arbre à cames principal sur type de repères configurable,
- mesure d'angle de repère de phase arbre à cames auxiliaire sur type de repères configurable,
- mesure de régimes turbo à nombre de pulses par tour programmable,
- mesures de régimes auxiliaires à nombre de pulses par tour programmable.
- mesures de vitesses roues à nombre de pulses par tour programmable.

Il est à noter que les arbres à cames peuvent être déclarés comme principal (un seul) ou comme auxiliaire (tous les autres), la sélection du PMH cylindre 1 étant effectuée sur l'arbre à came principal.

PARAMETRISATION DES ENTREES

Chaque mesure du calculateur (pression, papillon, vitesse, ...) peut être affectée à une des entrées physiques du calculateur, ou à une valeur reçue par le CAN d'un capteur externe, ou à une valeur calculée, y compris depuis le CAN-BUS auxiliaire.

Ainsi, il est possible

- de rajouter des mesures lorsque toutes les entrées physiques sont utilisées,
- de changer d'entrée physique pour un dépannage rapide si une entrée utilisée est endommagée et qu'il reste des entrées libres (bien sûr en recossant la bonne pin du calculateur).
- d'utiliser des capteurs spéciaux, par exemple une mesure de sonde NOx fournissant ses valeurs par CAN-BUS, une mesure de vitesse turbo sortant une tension analogique fonction de la vitesse.
- d'effectuer des calculs sur plusieurs entrées avant de convertir le résultat de ces calculs dans la mesure choisie (exemple : plusieurs entrées potentiomètres pédale ou papillon électrique, plusieurs sondes de pression, ...)

Voir chapitre Fonctionnement avancé, configuration des entrées.

FILTRAGE NUMERIQUE DES ENTREES

Chaque mesure du calculateur dispose d'un filtrage numérique programmable.

STRATEGIES DE PANNES

Pour chaque mesure du calculateur (pression, papillon, vitesse, ...), il est possible de définir une stratégie de détection de panne, une stratégie de valeur de remplacement en cas de panne, ou d'utiliser les stratégies standard fournies par le calculateur.

Voir chapitre Fonctionnement avancé, configuration des entrées.

DIAGNOSTIQUE

Le calculateur mémorise les pannes sur les mesures, coupure ou court circuit, intermittentes ou répétées, et permet l'effacement de ces pannes par ordre du motoriste.

Il mémorise de plus les pannes système, absence de +30, perte d'alimentation, reset watch dog, ... Ces pannes systèmes demandent une attention particulière et signalent un problème de montage ou de manipulation important.

SURVEILLANCE

Enregistrement programmable des dépassements de valeurs sur les mesures ou calculs choisis par le motoriste:

- en valeur extrême,
- en temps sur la valeur extrême,
- en temps total,
- en nombre de dépassements.

Le déclenchement d'enregistrement peut-être effectué sur une stratégie avancée définie par le motoriste. Réinitialisation par logiciel (avec protection possible).

Lampe d'alarme programmable (LED) :

- immédiate ou à retardement programmable,
- cumulative (sur temps total) à allumage et extinction programmable.

CALCULS DE CHARGE

- papillon / régime,
- pression / régime (avec ou sans turbo),
- débitmètre / régime (avec ou sans turbo et sonde de pression admission complémentaire).

INJECTION

6 canaux à type de commande sélectionnable

- ON-OFF,
- pour les commandes Peak et Hold ou les commandes d'injection directe, il faut rajouter un boîtier Skynam spécifique (exemple : Peak et Hold programmable en durée et intensité du peak, et intensité du hold).

Types d'injection sélectionnables :

- séquentielle phasée (nécessite capteur phase),
- séquentielle non phasée (pas de capteur phase),
- directe phasée (nécessite capteur phase),
- semi séquentielle (pas de capteur phase).

RAMPES D'INJECTION

Les injecteurs peuvent être groupés en une ou deux rampes par banc de cylindre.

Chaque rampe d'injection possède sa propre pompe de reprise et sa propre phase injection.

Deux types de fonctionnement double rampe sont possibles :

- Rampe 1 vers 2 : permet de passer progressivement d'une rampe à l'autre. Quand on augmente la rampe 2, la rampe 1 est diminuée de la même manière pour compenser. Les deux rampes peuvent avoir des types d'injecteurs différents, mais grâce au coefficient de débit carburant, la quantité de carburant injectée reste stable quand on passe de l'une à l'autre.

- Rampe 1 vers 1+2 : permet d'ajouter progressivement la rampe 2 à la rampe 1. Configuration utilisée pour mettre plus d'essence dans le moteur quand on enclenche la rampe 2. Les deux rampes peuvent avoir des injecteurs de types différents l'une de l'autre.

ALLUMAGE

6 canaux à commande de modules de puissance (le Commander ne commande pas directement les bobines).

Types d'allumage sélectionnable

- géomstatique (nécessite capteur phase),
- statique (pas de capteur phase).

POMPE A ESSENCE

Gérée aux normes FISA :

- Tourne 5 secondes à la mise sous contact et s'arrête si le moteur ne tourne pas,
- Tourne dès que le moteur tourne,
- S'arrête dès que le moteur s'arrête.

COMMANDES AUXILIAIRES

12 commandes auxiliaires dont 8 sur les sorties physiques du calculateur et 4 par CAN-bus

- ON-OFF,
- PWM de 10 Hz à 10 KHz,
- PWM software (émulation) de 10 Hz à 1 KHz,
- angulaires (créneau dont la période est le cycle moteur et dont le rapport cyclique est réglable)
- synchrones moteur (angulaire phasée),
- LED diagnostique.

Types de pilotage des sorties physique:

- 2 programmable push-pull ou commande de masse (open drain)
- 5 commandes de masse (open drain)
- 1 commande LED ON-OFF

Le type de pilotage des sorties CAN-bus dépend du boîtier WinjNet utilisé pour réaliser la commande.

Pour les commandes Peak et Hold, il faut rajouter un boîtier Skynam spécifique (exemple : Peak et Hold programmable en durée et intensité du peak, et intensité du hold).

Suivant le type d'application choisi, les sorties commandes sont utilisées pour :

- Papillon motorisé,

- Electrovanne proportionnelle ralenti, de type deux fils (électrovanne standard avec fermeture par ressort) ou trois fils (électrovanne à ouverture et fermeture pilotées électriquement).
- Gestion régime ou pression turbo (double turbo ou triple turbo possible),
- Pression carburant (haute ou basse),
- Positionnement décalage arbres à cames par commande PWM,
- Moteur électrique de positionnement (avec bouclage sur un potentiomètre), pour utiliser par exemple un papillon d'échappement ou autres dispositifs à positionnement angulaire précis.
- électrovanne proportionnelle, de type deux fils (électrovanne standard avec fermeture par ressort) ou trois fils (électrovanne à ouverture et fermeture pilotées électriquement).
- moteur électrique de rotation (vitesse réglable, avec bouclage possible sur les entrées fréquentielles),
- Shift light,
- alarme défauts,
- programmable par le motoriste.

TURBO

Le Commander peut gérer :

- 1 turbo,
- 2 turbos jumeaux en parallèle (1 par banc de cylindres)
- 2 turbos séquentiels en parallèle
- 2 turbos séquentiels en série
- 3 turbos, dont deux en parallèle et le troisième en série avec les deux premiers

Les turbos en mode séquentiel ne sont mis en route que sous conditions sélectionnables.

La commande s'effectue en standard par le pilotage d'une électrovanne de fuite pneumatique ou d'une géométrie variable.

La gestion peut-être effectuée d'après la pression admission ou le régime des turbos, avec basculement possible de l'une à l'autre en cas de non validité de mesure.

Pour les moteurs en 'V' à admission séparée par banc, il est possible de lire 2 sondes de pression, affectées chacune à un banc de cylindre, de gérer chacun des turbos jumeaux avec sa propre pression. De plus, il est possible d'intégrer une pression de bride dans la gestion de la consigne de suralimentation, en utilisant une des entrées auxiliaires pour mesurer cette pression bride et en intégrant cette mesure dans le calcul de la consigne de suralimentation.

Le calculateur Commander gère aussi la post combustion (bang-bang).

ARBRES A CAMES

Le Commander peut gérer le positionnement proportionnel de 2 arbres à cames :

- un admission et un échappement,
- un admission banc 1 et un admission banc 2

La commande de chaque arbre à cames peut être effectuée de deux manières :

- par le pilotage d'une électrovanne de fuite pneumatique unique.
- par le pilotage de deux électrovannes (type BMW M3), dont une avance l'arbre à cames et l'autre le retarde.

PRESSION CARBURANT

Pour les moteurs à injection directe, le Commander gère la haute pression carburant.

Il est aussi possible de gérer la pression carburant pour les moteurs standard.

La gestion de pression carburant peut être effectuée par un PWM ou par une commande synchrone moteur (type moteurs VW FSI).

LIMITEUR DE REGIME

Sur injection, allumage ou les deux.

Limiteur de départ configurable,

Limiteur de course configurable.

Coupure cylindre par cylindre tournant (commence toujours par un cylindre différent).

COUPURE EN DECELERATION

Sur injection, allumage ou les deux, ou pas de coupure.

BOITE SEQUENTIELLE

Jusqu'à 10 rapports dont l'organisation est sélectionnable (en boîte automobile ou boîte moto ou spéciale).

Interrupteur de changement de rapport logique (par mise à la masse) ou analogique (par niveau de tension programmable) ou calculé (exemple : vitesse papillon ou pédale sur lever de pied, ...)

Le temps d'intervention est réglable par cartographie, pour chaque rapport et autre paramètre calculé ou mesuré (par exemple, modifier le temps d'intervention du rapport de boîte de vitesse d'après le régime ou le couple moteur, ...).

Le type d'intervention sur changement de rapport est programmable:

- coupure allumage
- modification de l'allumage avec pente de retour à la normale (par cartographies à entrées sélectionnable)
- coupure injection,
- modification du temps d'injection,
- génération de pompe de reprise factice en fin de changement de rapport

Tous ces types d'intervention sont combinables.

MULTIREGLAGE MOTEUR

Des groupes de modification permettent de modifier les réglages moteurs (injection, allumage, consigne richesse), par exemple pour disposer de plusieurs réglages en fonction d'un rotacteur.

Trois groupes de modification sont disponibles, permettant, avec le réglage d'origine, d'obtenir quatre réglages moteur différents.

Un groupe de modification est constitué d'une cartographie de modification d'avance à l'allumage, d'une cartographie de modification de temps d'injection d'une cartographie de modification de consigne de richesse, et si le turbo existe, d'une cartographie de modification de consigne pression turbo et d'une cartographie de modification de consigne régime turbo.

Chaque groupe de modification peut être activé par l'une ou l'autre des variables connues du calculateur (mesures ou résultats de calcul génériques du calculateur, ou valeurs reçues par le CAN-BUS auxiliaire, ou résultats de calculs des modules de pilotage).

Une des applications fréquemment utilisée est de changer de réglage moteur d'après les positions d'un rotacteur.

AUTO APPRENTISSAGE : AIDE A LA MISE AU POINT MOTEUR AVANCEE

- La cartographie de base de temps d'injection est pré remplie avec des valeurs permettant un démarrage facile. De plus, une fonction d'auto apprentissage complète lui a été adjointe pour accélérer et faciliter la mise au point du moteur, basée sur la cartographie de consigne de richesse et la lecture de la (ou des) sonde(s) Lambda.

- La cartographie d'avance à l'allumage de base a des valeurs permettant un démarrage facile, mais devra être adaptée spécifiquement au moteur par le motoriste.

- Toutes les autres cartographies du calculateur sont pré remplies avec des valeurs permettant un bon fonctionnement moteur dans la majorité des cas, notamment les cartographies d'enrichissement démarrage et montée en température, d'adaptation altimétrique, ...

- Les PID de gestion papillon motorisé, PID de gestion turbo, PID de positionnement des arbres à cames et PID de gestion haute pression carburant pour les moteurs à injection directe sont aussi pré remplis et ne demandent la plus part du temps que peu ou pas d'adaptation supplémentaire.

FONCTIONS AVANCEES

Le Commander offre au motoriste la possibilité de développer ses propres stratégies.

Le développement de ces stratégies ne nécessite ni l'apprentissage ni la connaissance d'un langage de programmation.

Leur programmation utilise une technique spécifique développée par Skynam appelée **SKYMCOD™** **Programmation Cartographiée**, intuitive et efficace.

SKYMCOD correspond à une façon de penser naturelle. Cette technique de programmation fonctionnelle est même mieux utilisée par les motoristes que par des informaticiens.

Elle peut être utilisée dans toutes les fonctions du calculateur pour rajouter des calculs ou remplacer ceux d'origine.

1) Modules de pilotage :

Chaque module est une boîte de calcul avec zéro, une ou deux valeurs en entrée et une valeur en sortie, et les boîtes peuvent s'enchaîner ou s'imbriquer les unes dans les autres.

Les valeurs d'entrées des modules peuvent être soit les mesures ou résultats de calcul génériques du calculateur, soit les valeurs reçues par le CAN-BUS auxiliaire, soit encore les résultats de calculs des modules de pilotage eux-mêmes.

Ces modules de calcul sont capables de piloter les commandes auxiliaires et les commandes complémentaires, de fournir des procédures de détection de panne et de fonctionnement dégradé, et donc d'intervenir dans tous les domaines de gestion du calculateur.

2) PID auxiliaires :

Un PID est un organe de contrôle permettant d'effectuer la régulation en boucle fermée d'un processus. Les PID Auxiliaires ne sont pas dédiés à l'origine au pilotage d'un processus particulier.

Les processus qu'ils vont piloter sont laissés au choix du motoriste, contrairement à certains autres qui sont dédiés à des tâches particulières comme la gestion du papillon électrique, de la pression de turbo, de la pression carburant ou du positionnement des arbres à cames...

Chaque PID auxiliaire est un module de calcul de régulation avec une entrée (la variable sur laquelle s'effectue le bouclage), et une sortie : la valeur de commande du PID.

Toutes les variables du calculateur peuvent être sélectionnées comme valeur de bouclage pour être régulées par un des modules de PID auxiliaire.

Toutes les sorties du calculateur, commandes auxiliaires, commandes complémentaires (voir plus bas) peuvent être pilotées par les valeurs de commandes des PID auxiliaires.

Par comparaison, le PID fixé du papillon électrique a comme valeur de bouclage la position papillon et comme commande le moteur du papillon électrique.

3) Paramétrisation des entrées de mesures :

Chaque mesure du calculateur (pression, papillon, vitesse, ...) peut être affectée à une des entrées physiques du calculateur, ou à une valeur reçue par le CAN d'un capteur externe, ou à une valeur calculée, y compris depuis le CAN-BUS auxiliaire.

Ainsi, il est possible

- de rajouter des mesures lorsque toutes les entrées physiques sont utilisées,
- de changer d'entrée physique pour un dépannage rapide si une entrée utilisée est endommagée et qu'il reste des entrées libres (bien sûr en recossant la bonne pin du calculateur).
- d'utiliser des capteurs spéciaux fournissant des valeurs par CAN-BUS, ou fournissant des tensions en fonction de la mesure.
- d'effectuer des calculs sur plusieurs entrées avant de convertir le résultat de ces calculs dans la mesure choisie.

4) Mesures auxiliaires :

Des entrées de mesure non utilisées par le type d'application choisi sont mises à la disposition du motoriste pour rajouter des capteurs ou des interrupteurs, pour les utiliser comme entrées actives des modules de pilotage et des procédures spéciales de calcul, ou comme simple information d'affichage.

Ces mesures auxiliaires, comme les autres mesures, peuvent soit utiliser des entrées internes du calculateur, soit des valeurs reçues par des sondes CAN-BUS Skynam, soit des calculs déjà effectués par le calculateur y compris des valeurs reçues du CAN-BUS auxiliaire.

5) Filtrage des mesures :

Chaque mesure du calculateur (pression, papillon, vitesse, mesures auxiliaires ...) dispose d'un calcul de filtrage par moyenne pondérée, la pondération étant donnée par une cartographie dont une entrée dépend de la différence entre la valeur mesurée et la moyenne, et dont l'autre entrée sélectionnable.

Un filtrage adaptatif est ainsi réalisé, permettant des temps de réaction plus courts en cas de mouvement réel de la mesure.

6) Stratégies de pannes des mesures :

Pour chaque mesure du calculateur (pression, papillon, vitesse, ...), il est possible de définir une stratégie de détection de panne, une stratégie de valeur de remplacement en cas de panne, ou d'utiliser les stratégies standard fournies par le calculateur.

7) Commandes auxiliaires :

Les sorties auxiliaires du calculateur non fixées par le type d'application choisi sont mises à la disposition des stratégies du motoriste et peuvent être contrôlées par les modules de pilotage.

8) Commandes complémentaires :

Ce sont des crochets qui permettent d'intercepter et modifier à volonté toutes les consignes du calculateur afin que le motoriste puisse y intervenir avec ses propres stratégies :

- coupure allumage
- coupure injection
- coupure correction richesse
- modification avance à l'allumage
- modification temps d'injection
- modification phase injection
- modification consigne richesse
- modification consigne papillon motorisé
- modification consigne électrovanne ralenti
- modification consigne pression turbo 1A et 1B
- modification consigne régime turbo 1A et 1B
- modification consigne pression turbo 2
- modification consigne régime turbo 2
- modification consigne régime ralenti
- modification consigne régime limiteur
- modification consigne position arbres à cames admission
- modification consigne position arbre à cames échappement
- modification consigne pression carburant

9) Valeurs CAN-BUS auxiliaire :

Les valeurs reçues du CAN-BUS auxiliaire peuvent être utilisées dans les stratégies du motoriste, comme entrées actives des modules de pilotage ou comme simple information d'affichage.

Le motoriste peut aussi envoyer des données sur le CAN-BUS auxiliaire pour fournir des informations aux autres dispositifs connectés, tableau de bord, boîte de vitesse, enregistrements de données, ...

De plus, un contrôle temporel de réception des trames permet de déclarer les trames non reçues en erreur.

FAISCEAU CALCULATEUR

J56	FONCTION		COMMENTAIRE	CARACTERISTIQUES
1	OUT	INJECTION A	Commande masse collecteur ouvert - 1er canal injecté	4 Ampères (10A en pointe)
2	OUT	INJECTION B	Commande masse collecteur ouvert - 2ème canal injecté	4 Ampères (10A en pointe)
3	OUT	INJECTION C	Commande masse collecteur ouvert - 3ème canal injecté	4 Ampères (10A en pointe)
4	OUT	INJECTION D	Commande masse collecteur ouvert - 4ème canal injecté	4 Ampères (10A en pointe)
5	OUT	INJECTION E	Commande masse collecteur ouvert - 5ème canal injecté	4 Ampères (10A en pointe)
6	OUT	INJECTION F	Commande masse collecteur ouvert - 6ème canal injecté	4 Ampères (10A en pointe)
7	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 4	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
8	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 1	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
9	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 5	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
10	OUT	POMPE ESSENCE BASSE PRESSION	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
11	MASSE IN	MASSE MOTEUR ALIMENTATION	Masse alimentation du calculateur	125 milliampères
12	MASSE OUT	MASSE CAPTEURS	Sortie masse pour alimentation des capteurs	
13	OUT	ALIM CAPTEURS 5V	Sortie 5volts pour alimentation des capteurs	5 volts réglé (max total 400 mA sur les 2 sorties 5 volts)
14	ALIM	ALIM PERMANENTE +30	Alimentation 12 volts permanente	6-18 volts
15	CAN	CAN1 H	CAN WinjNet	Avec résistance 120 Ohms
16	CAN	CAN2 H	CAN auxiliaire (externe)	Sans résistance 120 Ohms
17	OUT	ALIM REGULEE 10V	Sortie 10 volts pour alimentation boîtier externe	10 volts réglé (max total 200 mA)
18	IN	ENTREE LOGIQUE 1	Entrée On-OFF par mise à la masse	Pull-up interne 1.21 KOhms au 5V
19	IN	ENTREE ANALOG 5	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
20	IN	ENTREE ANALOG 6	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
21	IN	ENTREE ANALOG 7	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
22	IN	ENTREE ANALOG 8	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
23	IN	ENTREE ANALOG 9	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
24	IN	ENTREE VITESSE 1	Entrée vitesse 1	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
25	IN	CAPTEUR PHASE PRINCIPALE	Entrée capteur phase sur AAC principal	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
26	IN	ENTREE VITESSE 2	Entrée vitesse 2	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
27	IN	ENTREE VITESSE 3	Entrée vitesse 3	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
28	IN	ENTREE VITESSE 4	Entrée vitesse 4 ou capteur phase AAC auxiliaire	Sélection Inductif-Hall, adaptation automatique de gain
29	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 3B	Commande push-pull 12volts déconnectable	2.5 Ampères (10A en pointe)
30	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 3A	Commande push-pull 12volts déconnectable	2.5 Ampères (10A en pointe)
31	OUT	ALLUMAGE A	Commande push-pull 12volts - 1er canal allumé	50 milliampères
32	OUT	ALLUMAGE B	Commande push-pull 12volts - 2ème canal allumé	50 milliampères
33	OUT	ALLUMAGE C	Commande push-pull 12volts - 3ème canal allumé	50 milliampères
34	OUT	ALLUMAGE D	Commande push-pull 12volts - 4ème canal allumé	50 milliampères
35	OUT	ALLUMAGE E	Commande push-pull 12volts - 5ème canal allumé	50 milliampères
36	OUT	ALLUMAGE F	Commande push-pull 12volts - 6ème canal allumé	50 milliampères
37	OUT	COMMANDE AUXILIAIRE 2	Commande masse collecteur ouvert	4 Ampères (10A en pointe)
38	OUT	LED DIAG-ALARME	Commande LED	10 milliampères
39	MASSE IN	MASSE MOTEUR PUISSANCE	Entrée masse pour commandes de puissance	
40	MASSE IN	MASSE MOTEUR PUISSANCE	Entrée masse pour commandes de puissance	
41	OUT	ALIM CAPTEURS 5V	Sortie 5volts pour alimentation des capteurs	5 volts réglé (max total 400 mA sur les 2 sorties 5 volts)
42	ALIM	ALIM CONTACT +15	Alimentation 12 volts après contact	6-18 volts
43	CAN	CAN1 L	CAN WinjNet	Avec résistance 120 Ohms intégrée
44	CAN	CAN2 L	CAN auxiliaire (externe)	Sans résistance 120 Ohms intégrée
45	IN	ENTREE MIXTE 2	entrée sélectionnable analogique - résistive	Plage de mesure 0-5 volts
46	IN	ENTREE ANALOG 1	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
47	IN	ENTREE ANALOG 2	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
48	IN	ENTREE ANALOG 3	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
49	IN	ENTREE ANALOG 4	Entrée analogique 0-5 volts	Plage de mesure 0-5 volts, pull down 1Mohm
50	IN	ENTREE RESISTIVE 1	Entrée résistive 0-5 volts	Pull-up 1210 Ohms au 5 volts
51	IN	ENTREE RESISTIVE 2	Entrée résistive 0-5 volts	Pull-up 1210 Ohms au 5 volts
52	IN	ENTREE RESISTIVE 3	Entrée résistive 0-5 volts	Pull-up 1210 Ohms au 5 volts
53	IN	ENTREE RESISTIVE 4	Entrée résistive 0-5 volts	Pull-up 1210 Ohms au 5 volts
54	IN	ENTREE MIXTE 1	entrée sélectionnable analogique - résistive	Plage de mesure 0-5 volts
55	MASSE OUT	MASSE CAPTEURS	Sortie masse pour alimentation des capteurs	
56	IN	REGIME +	Entrée capteur régime sur vilebrequin	Inductif-Hall, adaptation automatique de gain

MODULES DE CALCULS STANDARD - ELEMENTS DE CALCUL -

Suivant le type d'application choisi, le Commander utilise ou non les différents modules de calcul.

Cartographies standard :

Pour la majorité des calculs, Skynam fourni des cartographies standard, pré-réglées, qui n'ont pas besoin d'être retouchées. Ces cartographies sont notées 'cartographie standard' dans la liste des calculs ci-dessous.

Dans certains cas, Skynam fourni des jeux de cartographies standard à choisir par le motoriste, comme par exemple pour les conversions tension/valeur de capteurs ou les différents PID de commande de régulation (papillon motorisé, électrovanne de ralenti, pression de suralimentation, haute pression carburant, ...).

Cartographies spécifiques :

Le motoriste n'a plus qu'à effectuer la calibration des cartographies vraiment spécifiques à son moteur (temps d'injection, avance à l'allumage, corrections cylindres, consigne pression de turbo, ...).

Calcul de charge :

Le moteur peut être équipé d'un débitmètre et d'une sonde de pression admission, dans ce cas les calculs de charge seront effectués à partir de la mesure de débit d'air admission.

Si le moteur n'est équipé que d'une sonde de pression admission, les calculs de charges seront effectués à partir de la mesure de pression admission.

Si le moteur n'est équipé que d'un potentiomètre papillon, les calculs de charges seront effectués à partir de la mesure de position papillon.

AVANCE A L'ALLUMAGE

Avance de base : cartographie, sur régime/charge, en 1/100 degré d'avance relative au PMH.

Groupes de modifications : 3 cartographies de modification d'avance à l'allumage à activation programmable, permettant 3 réglages moteurs supplémentaires.

Correction cylindres : 1 cartographie par cylindre, sur régime/charge, en 1/100 degré d'avance, appliqué sur avance de base.

Avance ralenti dynamique : cartographie standard, sur température moteur/régime, en coefficient à 5 décimales de modification d'avance par la différence entre le régime moteur moyen et le régime moteur instantané. Calcul utilisé pour stabiliser le ralenti.

Correction température moteur : cartographie standard 3D simplifiée, sur température moteur/régime/charge, en 1/100 degré d'avance.

Correction température admission : cartographie standard 3D simplifiée, sur température admission/régime/charge, en 1/100 degré d'avance.

Correction pression atmosphérique ou pression dynamique : cartographie standard 3D simplifiée, sur pression atmosphérique/régime/charge, en 1/100 degré d'avance.

Lissage avance coupure : cartographie standard, sur régime moteur/vitesse papillon, en coefficient 5 décimales pour lisser la modification d'avance en entrée et sortie zone coupure en décélération afin de limiter les accoups.

Commande complémentaire : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies sur l'avance à l'allumage par le motoriste, en 1/100 degré d'avance.

Commande complémentaire coupure allumage : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies de coupure de canaux allumage par le motoriste.

CHARGE BOBINE

Angle de charge bobine : cartographie, sur régime/tension batterie, en 1/100 degré d'avance. Cette cartographie peut être calculée automatiquement par Winjall en fournissant des temps de charge en fonction des différentes tensions d'alimentation batterie.

INJECTION

Temps Injection de base : cartographie, sur régime/charge, en microsecondes (possibilité affichage degrés vilebrequin)

Groupes de modifications : 3 cartographies de modification de temps d'injection à activation programmable, permettant 3 réglages moteurs supplémentaires.

Phase injection rampe 1: cartographie, sur régime/charge en 1/100 degré d'avance relative au PMH

Phase injection rampe 2: cartographie, sur régime/charge en 1/100 degré d'avance relative au PMH

Correction cylindres : 1 cartographie par cylindre, sur régime/charge, en coefficient 5 décimales, appliqué sur le temps de base

Correction température moteur : cartographie standard 3D simplifiée, sur température moteur/régime/charge, en coefficient à 5 décimales.

Correction température admission : cartographie standard 3D simplifiée, sur température admission/régime/charge, en coefficient à 5 décimales.

Correction pression atmosphérique ou pression dynamique: cartographie standard 3D simplifiée, sur pression atmosphérique/régime/charge, en coefficient à 5 décimales.

Permission de coupure en décélération (inhibé pendant les phase bang-bang si turbo) : paramètre, valeur : injection, allumage ou les deux, ou pas de coupure.

Commande complémentaire : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies sur les temps d'injection par le motoriste, en coefficient 5 décimales.

Commande complémentaire : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies sur la phase injection rampe 1 par le motoriste, en coefficient 5 décimales.

Commande complémentaire : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies sur la phase injection rampe 2 par le motoriste, en coefficient 5 décimales.

Commande complémentaire coupure injection : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies de coupure de canaux injection par le motoriste.

CORRECTION INJECTEURS

Temps de correction injecteurs : cartographie, sur tension batterie, en microsecondes. Permet d'intégrer dans la commande électrique des injecteurs la perte de carburant due à la lenteur (relative) de réaction des injecteurs.

Une cartographie de correction par rampe d'injecteur permet de placer des injecteurs différents sur les 2 rampes.

De plus, ces cartographies peuvent aussi être indexées sur la pression carburant (haute ou basse suivant configuration moteur).

RAMPE D'INJECTION

Répartition progressive entre les rampes : cartographie à entrées programmables (choix par le motoriste), en coefficient sur le T.I. de base en 5 décimales. Fonctionnement dépendant du type de 2^{ème} rampe, 1 vers 2 ou 1 vers 1+2.

DEMARRAGE MOTEUR (PIPETTE)

Régime limite démarrage : cartographie standard, sur température moteur, donnant le régime à partir duquel le moteur est considéré comme tournant de lui-même.

Modification temps d'injection : cartographie standard 3D simplifiée, sur température moteur/régime/nombre de tours moteur effectué, en coefficient 5 décimales sur T.I. de base.

DEMARRAGE MOTEUR (STARTER)

Enrichissement post démarrage : cartographie standard, sur température moteur, appliquée sur le T.I. de base en coefficient 5 décimales. Ce coefficient est fixé en sortie de pipette et diminué linéairement en fonction du temps à la vitesse de 100% en 30 secondes.

POMPE DE REPRISE

Montée : cartographie standard 3D simplifiée, sur position charge/vitesse charge/régime, en coefficient 5 décimales.

- En calcul de charge angle papillon, le calcul de pompe de reprise est effectué sur les mouvements du papillon.

- En calcul de charge pression admission ou débitmètre, deux calculs de pompe de reprise sont disponibles simultanément, un sur les mouvements de charge (pression admission ou débit d'air), et un sur les mouvements de position papillon. La pompe utilisée par le calculateur est la plus grande des deux à chaque instant.

Chute : cartographie standard, accélération moteur / régime, en coefficient 5 décimales.

Correction niveau pompe : paramètre, coefficient 5 décimales de réglage rapide de pompe de reprise : les cartographies standard fournies par Skynam ne doivent quasiment jamais être retouchées, on utilise ce coefficient pour enrichir ou appauvrir les pompes.

Un coefficient par rampe d'injection est disponible.

En calcul de charge pression admission ou débitmètre, un coefficient pour les pompes de reprises sur mouvement de pression ou débit d'air et un coefficient pour les pompes de reprise sur mouvement papillon, ce qui donne quatre coefficients en deux rampes d'injection.

RALENTI ET COUPURE EN DECELERATION

Consigne pédale accélérateur ralenti : paramètre, en millièmes (donne la position pédale jusqu'à laquelle la pédale est en zone ralenti).

Consigne régime ralenti : paramètre, en t/mn (donne le régime de base de ralenti).

Modification consigne régime ralenti : cartographie, sur température moteur, en t/mn.

Commande complémentaire consigne régime ralenti : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies de consigne régime ralenti par le motoriste.

Offset coupure en décélération : paramètre, en t/mn (donne l'offset de régime au dessus du régime consigne ralenti pour lequel on entre en zone coupure en décélération).

Lissage coupure : cartographie, sur régime/vitesse pédale, donne la pente de lissage d'avance à l'allumage pour entrer et sortir de coupure en décélération par la charge.

Lissage ralenti : cartographie, sur vitesse régime moteur/différence régime moteur-consigne régime ralenti, donne la pente de lissage d'avance à l'allumage pour entrer et sortir de coupure en décélération par le ralenti.

LIMITEUR DE REGIME

Consigne limiteur : paramètre, en t/mn.

Coupure des canaux : cartographie standard, sur laquelle la variable d'entrée lignes est la différence régime instantané - régime limiteur en cours, et la variable d'entrée colonnes est laissée au choix du motoriste. Donne le nombre de canaux à couper sur la cible limiteur choisie (injection, allumage ou les deux). Coupure cylindre par cylindre tournant (commence toujours par un cylindre différent).

Commande complémentaire limiteur de régime : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies de consigne limiteur de régime par le motoriste.

CORRECTION RICHESSE

Consigne : cartographie de consigne de richesse, sur régime/charge, exprimée en richesse.

Groupes de modifications : 3 cartographies de modification de consigne richesse à activation programmable, permettant 3 réglages moteurs supplémentaires.

Commande complémentaire consigne richesse : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies consigne de richesse par le motoriste.

Permission correction richesse : paramètre ON-OFF.

Commande complémentaire débouclage : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies d'interdiction de bouclage par le motoriste.

Attente démarrage : cartographie standard, sur régime/charge, exprimée en millisecondes donnant le temps d'attente maximum avant utilisation de la sonde Lambda.

Attente bouclage : cartographie standard, sur régime/charge, exprimée en millisecondes donnant le temps d'attente avant rebouclage quand les conditions de bouclage sont réunies.

Vitesse de correction richesse : cartographie standard 3D simplifiée, sur régime/charge/écart relatif richesse-consigne richesse.

PAPILLON MOTORISE

Consigne : cartographie de consigne position papillon motorisé, sur régime/pédale accélérateur.

Commande complémentaire consigne position : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies consigne de position papillon par le motoriste.

Cartographies standard de PID de régulation de commande du papillon motorisé

ELECTROVANNE PROPORTIONNELLE RALENTI

Consigne : cartographie de consigne position électrovanne proportionnelle, sur régime/papillon.

Commande complémentaire consigne position : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies consigne de position électrovanne par le motoriste.

Positionnement électrovanne : cartographie standard, consigne électrovanne/tension de batterie, donnant le RCO de commande de l'électrovanne.

TURBO (POUR CHAQUE PACK TURBO)

Consigne : cartographie de consigne pression de suralimentation, sur régime/position papillon.

Commande complémentaire consigne pression : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies consigne de pression de suralimentation par le motoriste.

Commande complémentaire consigne régime : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies consigne de régime turbo par le motoriste.

Cartographies standard de PID de régulation de commande du turbo.

Commande complémentaire consigne pression : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies sur la consigne de pression turbo par le motoriste, en millibars.

Commande complémentaire consigne régime : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies sur la consigne de régime turbo par le motoriste, en tours/minute.

BANG-BANG

Durée maxi bang-bang : paramètre, temps de bang-bang après lequel il est coupé. Si cette valeur est mise à 0, il n'y aura pas de bang-bang.

Pilotage état bang-bang : cartographie à entrées programmables (choix par le motoriste) permettant de définir les stratégies d'entrée et de sortie en bang-bang. La stratégie préprogrammée par Skynam est basée sur l'état régime/charge du moteur, avec hystérésis position papillon ou pédale (en papillon motorisé) de sortie de bang-bang à la réaccélération et hystérésis régime de sortie bang-bang à la descente en régime.

PRESSION CARBURANT

Consigne : cartographie de consigne pression carburant, sur régime/charge.

Commande complémentaire consigne pression carburant : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies consigne de pression carburant par le motoriste.

Cartographie d'augmentation dynamique de consigne : en bars, sur vitesse charge. La deuxième entrée de la cartographie est sélectionnable afin que le motoriste puisse insérer ses propres stratégies d'augmentation de consigne.

Cartographie d'attente de diminution de consigne : en millisecondes, sur régime. La deuxième entrée de la cartographie est sélectionnable afin que le motoriste puisse insérer ses propres stratégies d'attente de diminution de consigne.

Cartographie de pente maximum de diminution de consigne : en bars/seconde, sur régime. La deuxième entrée de la cartographie est sélectionnable afin que le motoriste puisse insérer ses propres stratégies de pente de diminution de consigne.

Cartographies standard de PID de régulation de commande de la pression carburant.

Référence pression carburant : paramètre, valeur de référence de pression carburant en bars pour laquelle la cartographie de T.I. de base est calibrée. La correction de T.I. est ensuite effectuée automatiquement par le calculateur suivant la formule :

$T.I. \text{ corrigé} = T.I. \text{ de base} / \text{débit carburant}$

Avec :

$\text{Débit carburant} = \text{racine carrée} (\text{pression carburant} / \text{référence pression}).$

POSITIONNEMENT ARBRE A CAMES (PAR COMMANDE D'ARBRE A CAMES)

Consigne : cartographie de consigne position arbre à cames, sur régime/charge.

Commande complémentaire consigne position arbre à cames : cartographie crochet de calcul avancé pour rajout de stratégies consigne positionnement arbre à cames par le motoriste.

Cartographies standard de PID de régulation de commande de la position arbre à cames.

MOTEUR ELECTRIQUE DE POSITIONNEMENT

Consigne : cartographie de consigne position angulaire du moteur, sur entrées sélectionnables.

Cartographies standard de PID de régulation de commande du moteur électrique

FILTRAGES

Moyennage pondéré des mesures : chaque entrée de mesure dispose d'un filtrage par moyennage pondéré (moyenne précédente + mesure actuelle) / (coefficient de pondération + 1).

Pour chaque mesure, le coefficient de pondération est donné par une cartographie pour permettre un filtrage adaptatif.

Pour les mesures statiques (pressions, papillon, ...), une des entrées de cette cartographie dépend de la différence signée entre la valeur mesurée et la moyenne (valeur-moyenne), et l'autre entrée est sélectionnable par le motoriste.

Pour les mesures de vitesse, une des entrées de cette cartographie dépend de la différence relative signée entre la valeur mesurée et la moyenne (valeur-moyenne) / moyenne, et l'autre entrée est sélectionnable par le motoriste.

L'entrée sélectionnable par le motoriste utilise en général des calculs avancés pour une adaptabilité plus grande des coefficients de pondération.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES GENERALES

UN CALCULATEUR TRES PERFORMANT ET TRES SOUPLE

Le Commander est une machine à très forte puissance de calcul disposant de nombreuses entrées et sorties configurables, permettant dès l'origine une utilisation très souple et efficace.

De plus, grâce à des fonctions avancées très puissantes, le motoriste peut implémenter lui-même des fonctions sophistiquées non prévues dans les programmes d'origine, ou préciser, compléter ou modifier les fonctions existantes dans les programmes d'origine.

Le Commander dispose aussi en standard de fonctions de diagnostic de défauts des capteurs et de fonctions sophistiquées d'enregistrement de dépassements de valeurs complètement configurables (surveillance du moteur et de ses périphériques).

COMMUNICATION, MISE AU POINT ET CHAINAGE

Le Commander peut communiquer et être configuré au moyen du programme PC Winjall (™ Skynam), et cette communication s'effectue au moyen du CAN-BUS uniquement.

1) Can-bus WinjNet (™ Skynam) :

Plusieurs calculateurs Commander peuvent être chaînés par ce réseau dans un véhicule et s'échanger des données pour gérer un même moteur comme un V10 ou V12.

Des modules capteur ou commande peuvent être rajoutés sur le réseau pour compléter les fonctions d'un calculateur ou groupe de calculateur.

Un ou plusieurs de ces Commander peuvent être déclarés maîtres, les autres étant esclaves. Chaque maître a pour fonction de gérer une unité dans le véhicule, par exemple le moteur, et les esclaves deviennent alors des extensions du maître.

Tous ces calculateurs seront vus et contrôlés ensemble par le programme Winjall, pour une mise au point intégrée, le maître possédant les cartographies et réglages communs (comme par exemple la cartographie de base d'allumage) et s'occupant de redistribuer ces données communes aux esclaves : il n'est pas besoin de charger ou modifier ces données communes dans chaque calculateur de la chaîne. Par contre, chaque esclave possède les cartographies et réglages des tâches qui lui sont propre, comme par exemple les cartographies de correction d'allumage cylindre par cylindre, pour les cylindres dont il a la charge, mais la présentation intégrée de Winjall permet un accès simple et aisé aux différents calculateurs en même temps.

2) Can-bus auxiliaire :

Le Commander dispose d'un 2^{ème} CAN-BUS à vitesse configurable par lequel il peut envoyer ou recevoir des données choisies, par exemple un CAN-BUS constructeur, OBD ou d'enregistrement de données externe.

Le Commander utilise ce CAN-BUS auxiliaire au standard 2.0B passif (identifiants 11 bits, mais laisse passer les messages à identifiant 29 bits).

ALIMENTATION

Le Commander est capable de fonctionner dans une plage de tension d'alimentation batterie allant de 5,5 volts à 18 volts, bien que la tension nominale d'alimentation soit de 13,5 volts.

Cela lui permet de fonctionner parfaitement sur des véhicules sans alternateur, et en général, les autres dispositifs du véhicule s'arrêtent de fonctionner bien avant lui.

Si la tension de batterie chute aux environs de 5 volts lors de l'activation du démarreur, comme par temps froid et batterie endommagée, le problème sur démarreur est mémorisé dans le diagnostic système pour contrôle.

Si la tension de batterie chute aux environs de 5 volts pendant le fonctionnement, la perte d'alimentation est mémorisée dans le diagnostic système pour contrôle.

TEMPERATURE

Le Commander est capable de fonctionner dans une plage de température allant de -40°C à +85°C. Il ne doit toutefois pas être monté trop près des sources de chaleur du moteur (échappement, cylindres refroidis par air, ...). Il faut tenir compte de la température interne de l'électronique qui avoisine 70°C à température extérieure ambiante.

ETANCHEITE

Le Commander a une étanchéité de type IP67, c'est-à-dire qu'il est étanche à la poussière, et à l'immersion complète dans l'eau pendant au moins 30 minutes (sur demande). Toutefois, cette étanchéité n'est réellement assurée que si le faisceau a été monté dans les règles de l'art du côté calculateur, c'est-à-dire que les cosses sont serties avec des pinces appropriées et munies de leur bouchon de caoutchouc et que les voies non utilisées sont aussi munies de bouchons des caoutchouc d'aveuglement appropriés.

CHIEN DE GARDE

Le Commander dispose d'un chien de garde (watch-dog) électronique qui lui permet d'effectuer un reset complet (reset hardware) en cas de défaut interne non récupérable.

Le calculateur entier, et non pas seulement le microprocesseur, redémarre alors complètement, ne générant pas de dysfonctionnement notable plus important qu'une impression de raté moteur.

Ce type d'évènement ne devrait se produire qu'exceptionnellement rarement, et dénote en général d'un problème sévère de montage du faisceau du calculateur et/ou de connexion des masses, ou d'un dépassement des caractéristiques de fonctionnement (exemple : température interne, présence interne d'eau).

Le reset est alors mémorisés dans le diagnostic système pour contrôle.

Si plusieurs resets sont effectués, la répétition est aussi notée dans le diagnostic système.

CARACTERISTIQUES MEMOIRE

La mémoire permanente du Commander est une FLASH EPROM, permettant la mise à jour des programmes (et des données) par transmission depuis le PC.

La mémorisation interne des données de réglage et d'enregistrement est aussi effectuée dans cette mémoire permanente : aucune pile ni accumulateur n'est nécessaire.

Pour effectuer cette mémorisation, le Commander a besoin d'une alimentation permanente qu'il n'utilise que de quelques fractions de secondes à quelques secondes après la coupure du contact.

Pendant qu'il utilise cette alimentation permanente, il fait clignoter sa LED diagnostique.

Il est impératif de ne pas couper l'alimentation permanente (c'est une alimentation 'permanente') pendant ce laps de temps.

Il est de même fortement déconseillé de déconnecter le calculateur de son faisceau directement sans avoir coupé le contact d'abord et attendu que la LED diagnostique s'éteigne.

Les problèmes de perte d'alimentation permanente ont été minimisés, et en fonctionnement normal, l'absence de cette alimentation empêchera tout simplement le calculateur de mémoriser les dernières données à enregistrer.

L'absence d'alimentation permanente est alors mémorisée dans le diagnostic système pour contrôle.

CARACTERISTIQUES DE CALCUL

Le cœur du Commander est un microcontrôleur rapide, disposant d'un coprocesseur de calcul DSP (Digital Signal Processing).

Ses nombreuses capacités d'entrée-sortie lui donnent une souplesse hors du commun:

- correction d'essence et d'avance cylindre par cylindre,
- gestion progressive des rampes d'injection,
- sorties auxiliaires programmables suivant différents modes,
- ...
- ajout de capteurs auxiliaires programmables,
- combinaisons d'entrées pour les mesures,
- définition de stratégies de pannes de mesures.

En plus des fonctions génériques de gestion moteur, la rapidité de calcul du microprocesseur a permis d'implanter dans le Commander des fonctions de calcul complémentaires multiples, directement accessibles au motoriste.

Celui-ci peut ainsi implémenter, s'il est besoin, ses propres stratégies pour encore mieux adapter son calculateur aux besoins du moteur et des périphériques moteur, le tout sans nuire aux calculs principaux qui sont effectués aussi souvent qu'il est nécessaire pour une gestion instantanée des événements et de l'état du moteur.

CONFIGURATION MOTEUR DE BASE

I) CALCULS DE CHARGE :

Le Commander sait effectuer différents types de calculs de charge :

- papillon / régime,
- pression / régime (avec ou sans turbo),
- débitmètre / régime (avec ou sans turbo et sonde de pression admission complémentaire).

II) NOMBRE DE CYLINDRES ET ANGLE ENTRE LES CYLINDRES :

Le nombre de cylindres moteur est configurable par le motoriste, de même que l'angle entre les cylindres pour les moteurs irréguliers.

1) Angle régulier :

L'angle entre les cylindres est réparti régulièrement sur le cycle moteur. Pour un 4 cylindres, c'est 180°, pour un 6 cylindres, c'est 120°, ...

2) Angle spécifique :

Avec plus de 6 cylindres, cette configuration ne peut être utilisée qu'avec un nombre de cylindres pairs. Pour chaque cylindre, il est possible de donner son décalage avec le cylindre 1. L'angle pour chaque cylindre est donné avec une précision de 1/100° degré vilebrequin.

III) REPARTITION DES BANCS DE CYLINDRES :

Le calculateur peut être configuré pour les moteurs en lignes (1 banc de cylindres) ou pour les moteurs en 'V' ou flat.

1) Déclaration de l'existence du 2^{ème} banc :

Chaque cylindre moteur peut être configuré comme appartenant à un des deux bancs du moteur.

Si le moteur est en ligne, tous les cylindres doivent être affectés au banc 1.

Si au moins 1 cylindre est affecté au banc 2, le calculateur considère que le moteur a deux bancs de cylindres, et si le nombre de cylindres est supérieur à 6, le nombre de cylindres affectés au banc 1 et au banc 2 doit être le même.

2) Cas des moteurs à nombre de cylindres impairs:

Si le nombre de cylindres ne dépasse pas 6, il est permis de déclarer deux bancs de cylindres et/ou des angles irréguliers pour les moteurs à nombre de cylindres impair, comme dans le cas d'un 5 cylindre irrégulier (6 cylindres dont on aurait enlevé un cylindre).

3) Admission séparées et gestion des turbos :

Pour les moteurs gérés en pression/régime, une mesure de pression d'admission et un turbo peut être affecté à chaque banc de cylindre (voir gestion des turbos).

4) Correction banc par banc :

Comme une correction d'avance à l'allumage et de temps d'injection existe pour chaque cylindre, il n'est pas nécessaire d'avoir une correction banc par banc.

5) Gestion des sondes lambda :

Si la sonde Lambda 2 existe, la lambda 1 est affectée au banc 1 et la Lambda 2 affectée au banc 2.

Dans ce cas, si aucun cylindre n'est affecté au banc 2, la sonde Lambda 2 est lue mais n'effectue aucune correction.

Si deux bancs et deux sondes Lambda sont déclarés, la correction de richesse est effectuée banc par banc.

6) Gestion des arbres à cames :

Le calculateur peut gérer le calage proportionnel des arbres à cames (voir commandes auxiliaires).

IV) MESURE DE REGIME ET DE PHASE MOTEUR :

Pour mesurer son régime et calculer et positionner les événements phasés avec le moteur, le Commander a besoin de deux dispositifs :

- une roue phonique sur le vilebrequin avec son capteur,
- une roue phonique sur un arbre à cames avec son capteur,

Si deux bancs de cylindres sont déclarés et qu'on a besoin de gérer le positionnement proportionnel des arbres à cames des deux bancs, on déclarera l'existence d'un capteur de phase sur le deuxième banc.

ROUE PHONIQUE

Le capteur roue phonique peut être inductif ou effet Hall.

Le nombre de dents est programmable, de 8 à 60 dents.

Bien que la puissance de calcul du Commander soit suffisante pour supporter un régime moteur de plus de 60 000 t/mn, la roue phonique devrait être choisie avec un nombre de dents d'autant plus réduit que le régime maximum prévu doit être élevé, pour des questions de qualité de signal de capteur régime. **Un bon équilibre précision du bas régime - qualité du haut régime est atteint autour de 500 000 dents / minute.**

A l'inverse, si le moteur doit pouvoir démarrer à très bas régime, il faut augmenter le nombre de dents du volant moteur. Le moteur ne peut démarrer que lorsque la plus grande dent (voir type de repère) devient inférieure à 100 millisecondes.

Le type de repère est lui aussi programmable:

- une dent supplémentaire,
- une dent manquante,
- deux dents manquantes consécutives,
- dents régulières (dans ce cas, le capteur arbre à cames est impératif, et il faut assurer que les jeux d'entraînement d'arbre à cames sont suffisamment petits pour que le repère de came passe toujours sur la même dent du vilebrequin).

REGIME MINI DE CONTROLE DE SYNCHRONISATION

Un test de perte de synchronisation est effectué à chaque tour moteur par le calculateur, lui permettant de contrôler que le volant moteur est correctement lu.

Si une dent a été manquée ou qu'on a vu une dent de trop (un fort parasite), ou si le régime est trop perturbé, l'allumage et l'injection sont arrêtés et la recherche du repère volant moteur est relancée.

On peut indiquer le régime en dessous duquel le test de perte de synchronisation du volant moteur ne sera pas effectué.

Ce régime est normalement 0, et le test de synchronisation est effectué dès que le moteur tourne.

Pour certains moteurs avec un volant moteur très léger ou avec peu de cylindres, il vaut mieux ne pas effectuer ce test avant qu'un certain régime ne soit atteint car le moteur tourne trop irrégulièrement à bas régime, empêchant le calculateur de laisser démarrer le moteur.

REPERE ARBRE A CAMES

Le capteur arbre à cames est optionnel. S'il n'est pas présent

- l'injection directe n'est pas permise,
- l'injection séquentielle ainsi que l'allumage statique sont transformés en type non phasé, tout en

gardant les angles spécifiques pour chaque cylindre. L'allumage effectuera alors une étincelle tous les 360° vilebrequin.

Le (ou les) capteur arbre à cames peut être inductif ou effet Hall.

Il est possible de déclarer deux capteurs d'arbre à cames pour lire la phase de deux arbres à cames. Les capteurs sont alors affectés aux arbres à cames suivant la configuration du moteur, le capteur de phase principal lisant les dents de l'arbre à came principal sur lequel le calculateur se cale pour trouver le PMH 1^{er} cylindre.

Pour la mesure de phase principale, le type de repère de la cible arbre à cames peut être:

- Repère sur position : Toutes les dents de la cible arbre à cames doivent être dans le même demi tour d'arbre à cames. Cela signifie que l'autre demi tour d'arbre à cames doit être vide.
- Repère à une dent manquante : Sur les dents régulières de la cible arbre à cames, on a enlevé une dent.
- Repère à une dent supplémentaire : Sur les dents régulières de la cible arbre à cames, on a enlevé une dent toutes les deux dents sauf à un emplacement où on a donc 3 demi dents consécutives.
- Repère sur état : Pendant le repère volant moteur d'un des deux tours du cycle moteur, il doit y avoir une dent arbre à cames, et pendant celui de l'autre tour moteur, il ne doit pas y en avoir. Cette configuration est surtout utilisée pour les moteurs injection directe essence ou common rail en diesel. Pour cette configuration, le capteur arbre à cames doit être à effet Hall.

Pour la mesure de phase auxiliaire on peut lire une couronne arbre à cames avec

- repère sur position,
- une dent manquante,
- une dent supplémentaire,
- des dents régulières
- repère sur état

REPERE POINT MORT HAUT

Une calibration permet d'adapter l'écart angulaire entre le Point Mort Haut mécanique et le Repère Point Mort Haut sur le volant moteur vu par le capteur. Cela permet de donner la phase réelle en degrés dans les cartographies de phase moteur (avance à l'allumage, phase injection, ...).

De plus, si le volant moteur devait être changé ou repositionné angulairement, il suffirait de refaire cette calibration sans avoir à retoucher les cartographies pour retrouver ses réglages moteur.

Pour chaque mesure de phase arbre à cames, une calibration permet aussi de ramener la mesure sur le 0° Point Mort Haut.

COMMANDES MOTEUR

D) INJECTION :

La précision du calcul d'injection du Commander est de $1\mu s$, soit de l'ordre de 0,05% au ralenti et 0,005% en pleine charge.

Le Commander66 dispose de 6 canaux d'injection.

COMMANDES ELECTRIQUES

Les commandes électriques de ces canaux sont en ON-OFF.

Pour les commandes Peak et Hold ou les commandes d'injection directe, il faut rajouter un boîtier Skynam spécifique (exemple : Peak et Hold programmable en durée et niveau du peak, et niveau du hold).

RAMPES D'INJECTION

Les injecteurs peuvent être groupés en une rampe, ou deux rampes.

S'ils sont groupés en deux rampes, une cartographie permet de choisir graduellement la quantité injectée pour chaque rampe en fonction de paramètres laissés au choix du motoriste.

Chaque rampe d'injection possède sa propre pompe de reprise et sa propre phase injection : la 2^{ème} rampe étant en général plus loin des soupapes que la première, le mouillage de l'admission doit être plus intense et la phase injection plus en avance.

Deux types de fonctionnement double rampe sont possibles :

1) Rampe 1 vers 2 :

Cette configuration permet de passer progressivement d'une rampe à l'autre : Quand on augmente la rampe 2, la rampe 1 est diminuée de la même manière pour compenser. Les deux rampes peuvent avoir des types d'injecteurs différents, mais grâce au coefficient de débit carburant, la quantité de carburant injectée reste stable quand on passe de l'une à l'autre. Chaque rampe dispose de ses cartographies de correction et de retard ouverture injecteurs.

2) Rampe 1 vers 1+2 :

Cette configuration permet d'ajouter progressivement la rampe 2 à la rampe 1 : on utilise cette configuration pour mettre plus de carburant dans le moteur quand on enclenche la rampe 2. Les deux rampes peuvent avoir des injecteurs de types différents l'une de l'autre et chaque rampe dispose de ses cartographies de correction et de retard ouverture injecteurs.

TYPES D'INJECTION

L'injection peut être :

1) Séquentielle phasée : (capteur de phase nécessaire)

C'est une injection phasée sur la fin de l'injection.

La gestion de la phase s'effectue par la cartographie de phase injection, fonction du régime et de la charge.

Les injecteurs sont normalement connectés 1 par 1 aux sorties du calculateur en respectant l'ordre des cylindres.

2) Directe phasée : (capteur de phase nécessaire)

C'est une injection séquentielle phasée sur le début de l'injection.

La gestion de la phase s'effectue par la cartographie de phase injection, fonction du régime et de la charge.

Les injecteurs sont normalement connectés 1 par 1 aux sorties du calculateur en respectant l'ordre d'allumage des cylindres.

3) Séquentielle non phasée : (pas de capteur de phase)

C'est une injection positionnée sur la fin de l'injection.

La gestion de la phase s'effectue par la cartographie de phase injection, fonction du régime et de la charge, mais le tour moteur du cycle est choisi au hasard au démarrage du moteur. Les injecteurs sont normalement connectés 1 par 1 aux sorties du calculateur en respectant l'ordre des cylindres.

4) Semi séquentielle :

Le moteur doit avoir un nombre de cylindres pairs.

Les injecteurs sont ouverts 2 par 2 : deux injecteurs sont commandés par chaque sortie injection du calculateur. Ce type d'injection est non phasée.

CORRECTION DES CYLINDRES

Pour l'injection séquentielle (phasée ou non) et l'injection directe, chaque cylindre dispose d'une cartographie régime/charge de correction pour équilibrer la richesse en cas de disparité de remplissage.

CORRECTION DES BANCS

Comme une correction de temps d'injection existe pour chaque cylindre, il n'est pas nécessaire d'avoir une correction banc par banc.

II) ALLUMAGE :

La précision du calcul d'allumage du Commander est de $1\mu s$ soit $1/10^\circ$ d'avance à 16000 t/mn. Le Commander66 dispose de 6 canaux d'allumage.

COMMANDES ELECTRIQUES

Les commandes électriques de ces canaux sont des signaux de pilotage de modules de puissance externes, qui peuvent ou non être intégrés dans les bobines d'allumage : le Commander ne pilote pas directement le primaire des bobines d'allumage.

TYPES D'ALLUMAGES

1) Allumage statique : (capteur de phase nécessaire)

C'est l'allumage avec une bobine par cylindre.

Les modules sont normalement connectés 1 par 1 aux sorties du calculateur en respectant l'ordre d'allumage des cylindres.

2) Allumage statique non phasé : (pas de capteur de phase)

C'est l'allumage avec une bobine par cylindre.

Les modules sont normalement connectés 1 par 1 aux sorties du calculateur en respectant l'ordre d'allumage des cylindres, mais le calculateur ne pouvant déterminer quel est le bon tour moteur dans le cycle, il effectue une étincelle tous les 360° .

3) Allumage géostatique :

Pour les moteurs à nombre de cylindres pair, opposés deux à deux de 360° .

Les cylindres sont allumés 2 par 2 : Il faut utiliser une bobine double par module d'allumage, et un module par sortie allumage du calculateur. On peut aussi utiliser des bobines à module intégré.

CORRECTION DES CYLINDRES

- Pour l'allumage statique (phasé ou non), chaque cylindre dispose d'une cartographie régime/charge de correction pour compenser une combustion déséquilibrée.

- Pour l'allumage géostatique, pas de correction par canal.

CORRECTION DES BANCS

Comme une correction d'avance à l'allumage existe pour chaque cylindre, il n'est pas nécessaire d'avoir une correction banc par banc.

TEMPS DE RETARD ALLUMAGE

Une calibration permet d'informer le calculateur du temps de réalisation de la commande d'allumage. En effet, entre l'ordre que donne le calculateur aux bobines à travers les modules, et le pic d'étincelle réel, il y a un temps de retard caractéristique des modules de puissance et des bobines. Ce temps est typiquement de l'ordre de 15 microsecondes, peu visible à bas régime, mais qui avoisine 1° d'avance à 11000 t/mn.

III) CORRECTION DE RICHESSE :

Le Commander peut être configuré pour surveiller la richesse avec sa sonde Lambda, et la corriger. L'utilisation de sondes Lambda large bande (avec interface électronique) est impérative.

- Si deux bancs et deux sondes Lambda sont déclarés, la correction de richesse est effectuée banc par banc.
- Pour guider cette correction, on utilise une cartographie de consigne pour indiquer la richesse désirée en fonction de la charge et du régime.
- On dispose aussi de deux limites de correction programmables, interdisant au Commander de trop enrichir ou trop appauvrir lors de cette correction.
- Quand la correction richesse est permise, on peut aussi définir la charge, le régime et la température moteur en dessous desquels la correction richesse ne doit pas être effectuée.
- De plus, une cartographie complètement programmable permet au motoriste de définir des stratégies additionnelles de débouclage de régulation.

IV) MULTIREGLAGES MOTEUR :

Trois groupes de modification permettent de modifier les réglages moteurs, par exemple pour disposer de plusieurs réglages en fonction d'un rotacteur, permettant, avec le réglage d'origine, d'obtenir 4 réglages moteur différents (le réglage origine plus 3 modifications).

Un groupe de modification est constitué

- d'une cartographie de modification d'avance à l'allumage,
- d'une cartographie de modification de temps d'injection,
- d'une cartographie de modification de consigne de richesse,
- d'une cartographie de modification de consigne pression turbo pack 1 (si turbo existe).
- d'une cartographie de modification de consigne régime turbo pack 1 (si turbo et régime turbo existent).

Chaque groupe de modification peut être activé par l'une ou l'autre des variables connues du calculateur (mesures ou résultats de calcul génériques du calculateur, ou valeurs reçues par le CAN-BUS auxiliaire, ou résultats de calculs des modules de pilotage).

Une fois définie par quelle variable calculateur un groupe sera activé, on définit la plage de valeur de cette variable qui activera le groupe.

Une des applications fréquemment utilisée est de changer de réglage moteur d'après les positions d'un rotacteur, en définissant cette mesure de position du rotacteur comme variable d'activation pour tous les groupes, et en activant chaque groupe sur une des positions (valeur) du rotacteur.

COMMANDES AUXILIAIRES

Les 8 sorties auxiliaires directes du Commander sont en général des sorties de commande de masse de puissance en collecteur ouvert (masse ou rien).

Les 4 sorties auxiliaires par CAN-bus du Commander dépendent du type de boîtier WinjNet utilisé pour réaliser la commande. Skynam peut fournir des boîtiers de commande WinjNet en collecteur ouvert (masse ou rien), en push-pull (masse ou tension de batterie) ou en pont en H (double commande inversée masse ou tension de batterie, spécifique pour des moteurs électriques de positionnement y compris papillon électrique).

Deux des sorties directes peuvent être configurées par programmation en push-pull (masse ou 12 volts alimentation).

Certaines des sorties auxiliaires peuvent être couplées afin qu'une seule commande pilote deux sorties électriques. Dans ce cas les deux sorties sont opposées, c'est-à-dire que si l'une est active, l'autre est passive. Au changement d'état des doubles commandes en push-pull, un très léger déphasage est effectué. Cela permet par exemple de créer des ponts en H.

I) COMMANDES FIXEES :

LED DIAGNOSTIQUE

Le Commander utilise une sortie spéciale parmi les 12 pour commander sa LED pour gérer les signaux spécifiques à l'état du calculateur et de son diagnostic.

II) COMMANDES FIXEES SUIVANT TYPE D'APPLICATION:

POMPE A ESSENCE

Le Commander utilise une des 8 sorties directes pour commander la pompe à essence aux normes de la FISA : pompe tournant pendant 5 secondes à la mise en route du calculateur, puis extinction de la pompe si le moteur ne tourne pas.

Dès que le moteur tourne, remise en route de la pompe.

PAPILLON MOTORISE

Le Commander sait piloter un papillon motorisé par une régulation de type PID sur une commande PWM dont on choisit la fréquence de pilotage.

Pour cette gestion on utilise une cartographie de consigne pour indiquer la position du papillon en fonction de la position pédale d'accélérateur et du régime, permettant d'adoucir ou d'accélérer le déplacement du papillon par rapport à celui de la pédale.

Cela permet parfois de gagner du couple à bas régime en accélérant la vitesse des gaz en ne permettant pas d'ouvrir complètement le papillon.

Cela permet aussi d'amener l'air nécessaire au bon fonctionnement du bang-bang sur les moteurs turbo. La mesure de position pédale peut s'effectuer sur un ou deux potentiomètres, de même que la mesure de position papillon.

ELECTROVANNE PROPORTIONNELLE DE RALENTI

Pour les admissions ne disposant pas d'un papillon motorisé, le Commander sait piloter une électrovanne proportionnelle d'air par une régulation de type PID sur une commande PWM dont on choisit la fréquence de pilotage.

Pour cette gestion on utilise une cartographie de consigne pour indiquer la position d'ouverture électrovanne en fonction de la position papillon et du régime. Cela permet aussi d'amener l'air nécessaire au bon fonctionnement du bang-bang sur les moteurs turbo.

Le type d'électrovanne peut être deux fils (électrovanne standard avec fermeture par ressort) ou trois fils (électrovanne à ouverture et fermeture pilotées électriquement).

PRESSIION CARBURANT

Pour les moteurs à injection directe essence, il est nécessaire de piloter la haute pression carburant par une régulation. Certains moteurs basse pression carburant demandent aussi une gestion de pression carburant.

Deux types de gestion sont possibles : soit avec une commande synchrone moteur, soit avec une commande PWM. Dans le premier cas, on donne le nombre de pulses à effectuer par cycle moteur et dans le second la fréquence de pilotage du PWM. La commande électrique peut être inversée par la configuration de la sortie.

Si la sortie est une commande synchrone moteur, la phase des pulses est pilotée par une cartographie dont les entrées sont sélectionnables, afin de permettre au motoriste de choisir sur quel élément moteur on phasera la commande (par exemple la position de l'arbre à cames).

Dans les deux cas, une régulation de type PID donnera le rapport cyclique des pulses nécessaire pour que la pression carburant se conforme à la consigne donnée par un ensemble de cartographies :

- Cartographie de base de consigne, sur régime/charge
- Cartographie de modification de consigne à entrées sélectionnables permet au motoriste d'insérer ses propres stratégies de modification de consigne haute pression carburant.
- Cartographie d'augmentation dynamique de consigne en bars, sur vitesse charge et régime. Cette cartographie permet d'anticiper le besoin de pression carburant.
- Cartographie de contrôle de chute de consigne en millisecondes, sur régime moteur et temps passé en millisecondes depuis le début de la chute. Elle donne la pente maximum de diminution de consigne et permet de ralentir la diminution de pression carburant, au cas où cette diminution ne serait que ponctuelle, et serait suivie d'une ré augmentation.

De plus, une procédure de vidage de rampe injecteurs permet de faire baisser la pression carburant pendant les coupures en décélération afin de pouvoir réatteler avec des temps d'injection fonctionnels (une forte pression pour des quantités de carburant faibles donne des temps d'injection trop courts pour que les injecteurs puissent fonctionner correctement, générant instabilité de fonctionnement et émissions polluantes).

DECALAGE ARBRES A CAMES

Le Commander peut gérer le positionnement proportionnel de 2 arbres à cames :

- un admission et un échappement,
- un admission banc 1 et un admission banc 2

La commande de chaque arbre à cames peut être effectuée de deux manières :

- par le pilotage d'une électrovanne de fuite pneumatique unique.
- par le pilotage de deux électrovannes (type BMW M3), dont une avance l'arbre à cames et l'autre le retarde.

a) Dans le cas des commandes standard : la gestion de la phase de chaque arbre à cames est effectuée par une régulation de type PID sur une commande PWM, dont on choisit la fréquence de pilotage. La commande électrique peut être inversée par la configuration de la sortie.

b) Dans le cas des commandes à double électrovanne : la gestion de la phase de chaque arbre à cames est effectuée par une régulation de type PID sur deux commandes PWM, dont on choisit les fréquences de pilotage. Les commandes électriques peuvent être inversées par les configurations des sorties.

Si on doit avancer l'arbre à cames, le PWM de l'électrovanne d'avance est activée tandis que l'électrovanne de retard est non commandée, et vice versa s'il faut retarder l'arbre à cames.

Une cartographie de consigne de position angulaire indique la position arbre à cames désirée en fonction de la charge et du régime.

a) Si un banc de cylindres est déclaré avec un arbre à cames variables (admission seulement) :

- l'arbre à cames principal a son capteur de phase qui est le capteur sur lequel le Commander se base pour trouver le PMH du cylindre 1.

- cet arbre à came a une commande pour le positionner.

- l'arbre à came a une cartographie de consigne de position pour donner sa position désirée.

b) Si un banc de cylindres est déclaré avec deux arbres à cames variables (admission et échappement) :

- chaque arbre à cames a son propre capteur de phase, le capteur principal étant celui sur lequel le Commander se base pour trouver le PMH du cylindre 1.

- chaque arbre à came a sa propre commande pour positionner son arbre à cames.

- chaque arbre à came a sa propre cartographie de consigne de position pour donner la position désirée de l'arbre à cames : on positionne donc l'admission et l'échappement indépendamment.

c) Si deux bancs de cylindres sont déclarés avec chacun un arbre à cames variable (admission seulement) :

- chaque banc a son propre capteur de phase admission, le capteur principal étant celui sur lequel le Commander se base pour trouver le PMH du cylindre 1.

- chaque banc a sa propre commande pour positionner son arbre à cames.

- la cartographie de consigne donne la position d'arbre à came désirée pour les deux bancs : les deux bancs sont positionnés à l'identique.

TURBO

Pour les moteurs suralimentés. Voir ci-dessous les détails de la gestion des turbos.

MOTEUR ELECTRIQUE DE POSITIONNEMENT

Pour utiliser par exemple un papillon d'échappement ou autres dispositifs à positionnement angulaire précis, avec bouclage sur un potentiomètre. Est géré par une régulation de type PID sur une commande PWM dont on choisit la fréquence de pilotage.

Pour cette gestion on utilise une cartographie de consigne pour indiquer la position du angulaire du moteur électrique. Les entrées de cette cartographie de consigne sont sélectionnables et la consigne de position du moteur est donc fonction de ce que désire le motoriste.

MOTEUR ELECTRIQUE DE ROTATION

Permet de gérer la vitesse d'un moteur électrique par un PWM à fréquence et rapport cyclique sélectionnable, avec bouclage possible sur une des entrées fréquentielles, qui permet de contrôler très finement la vitesse du moteur électrique, en fonction de paramètres sélectionnables par le motoriste. Cette fonction n'est pas préprogrammée mais doit être construite sur la base des 'Fonctions avancées' (voir exemples dans les dossiers de programmation).

ELECTROVANNE PROPORTIONNELLE

Permet de gérer l'ouverture graduelle des électrovannes, par un PWM à fréquence et rapport cyclique sélectionnable.

Le Commander possède un mode particulier de pilotage d'électrovanne en effectuant un effet de petit marteau pour forcer le positionnement précis des électrovannes. Si ce fonctionnement n'est pas désiré, on configurera plutôt la sortie en simple PWM réglable.

Le type d'électrovanne peut être deux fils (électrovanne standard avec fermeture par ressort) ou trois fils (électrovanne à ouverture et fermeture pilotées électriquement).

III) COMMANDES PROGRAMMABLES :

Les sorties auxiliaires du calculateur non fixées par le type d'application sont mise à la disposition du motoriste pour implémenter ses propres stratégies. Voir 'Fonction avancées' plus bas pour en trouver une description.

IV) TURBO :

Le Commander peut gérer :

- 1 turbo,
- 2 turbos jumeaux en parallèle (1 par banc de cylindres)
- 2 turbos séquentiels en parallèle
- 2 turbos séquentiels en série
- 3 turbos, dont deux en parallèle et le troisième en série avec les deux premiers

Les turbos séquentiel ne sont mis en route que sous conditions sélectionnables.

La gestion des turbos peut-être effectuée d'après la pression admission ou le régime des turbos. Pour les moteurs en 'V' à admission séparée par banc, il est possible de lire deux sondes de pression, chacune affectée à un banc de cylindre, et de gérer chacun des turbos jumeaux avec sa propre pression. De plus, avec les cartographies entièrement programmables de modification de consigne, il est possible d'intégrer une pression de bride dans la gestion de la consigne de suralimentation, en utilisant une des entrées auxiliaires pour mesurer cette pression bride et en intégrant cette mesure dans le calcul de la consigne de suralimentation.

SORTIES DE PILOTAGE

La gestion des turbos dispose de 3 sorties de pilotage, une pour chaque turbo.

La gestion des commandes de pilotage des turbos (waste-gate ou géométrie variable) est effectuée en PWM.

La commande électrique peut être inversée par la configuration de la sortie.

La fréquence du PWM peut être choisie par la configuration de la sortie.

- Les sorties de commandes des turbos du calculateur sont des sorties de commande par la masse, pilotant normalement des électrovannes pneumatiques. La fréquence du PWM peut varier de 30 Hz jusqu'à 250 Hz suivant le type d'électrovanne. Si elle ne peut être vérifiée auprès de l'équipementier, la fréquence conseillée du PWM est autour de 100 Hz.

- Certains turbos ont des pilotages de géométrie variable par moteur électrique. La fréquence du PWM peut varier de 50 Hz jusqu'à 1000 Hz suivant le type d'électrovanne. Si elle ne peut être vérifiée auprès de l'équipementier, la fréquence conseillée du PWM est autour de 300 Hz.

S'il est besoin de piloter des électrovannes supplémentaires pour enclencher ou bypasser les turbos par des volets, ou encore pour gérer une contre pression de wastegate, des sorties auxiliaires programmables pourront être utilisées pour effectuer ces pilotages complémentaires.

Suivant l'équipement moteur, ces sorties pourront alors être gérés d'après le régime du turbo séquentiel ou du ou des turbos du Pack 1, ou d'après le régime moteur, la pression admission, ou encore tout autre paramètre nécessaire au motoriste.

OUTILS DE GESTION TURBO

Les turbos sont nommés 1A, 1B, et 2, autant pour la commande de sortie que pour la mesure de régime turbo.

Les turbos 1A et 1B doivent être des turbos jumeaux.

Le turbo 2 bénéficie quand à lui d'une gestion complètement séparée.

Le Commander dispose de 2 packs de gestion turbo :

Le pack 1 qui gère les turbos jumeaux 1A et 1B est composé de :

- une cartographie de choix de type de gestion (en régime ou en pression) d'après la différence entre le régime turbo actuel et le régime turbo maximum permis

- une cartographie de consigne régime turbo d'après le régime moteur et la position papillon (ou pédale)
- une cartographie à entrées sélectionnables de modification de consigne régime turbo
- une cartographie de consigne pression admission d'après le régime moteur et la position papillon (ou pédale)

- une cartographie à entrées sélectionnables de modification de consigne pression admission
- un paramétrage de PID de gestion de régime turbo
- un paramétrage de PID de gestion de pression turbo
- un jeu de paramètres pour la remise à zéro de l'intégrale du PID

Il possède de plus des cartographies de correction multi réglage moteur (par exemple pour les multi carto par rotacteur)

- une cartographie de modification de consigne pression turbo
- une cartographie de modification de consigne régime turbo

Le pack 2 qui gère le turbo 2 (séquentiel) dispose de conditions de pilotage complètement sélectionnables. Ce Pack est composé de

- une cartographie à entrées sélectionnables de type de gestion désiré (en régime ou en pression)
- une cartographie à entrées sélectionnables de consigne régime turbo
- une cartographie à entrées sélectionnables de modification de consigne régime turbo
- une cartographie à entrées sélectionnables de consigne pression admission
- une cartographie à entrées sélectionnables de modification de consigne pression admission
- un paramétrage de PID de gestion de régime turbo
- un paramétrage de PID de gestion de pression turbo
- une cartographie à entrées sélectionnables de remise à zéro de l'intégrale des PID

GESTION EN REGIME TURBO

Le choix de la gestion en régime turbo ou en pression est effectué Pack par Pack, c'est-à-dire que si les 2 turbos 1A et 1B du Pack 1 existent (commandes de sorties validées), les 2 seront gérés en pression en même temps, ou gérés en régime en même temps. Le turbo 2 géré par le Pack 2 pourra être géré en régime ou en pression indépendamment des turbos 1A et 1B.

Si pendant la gestion par régime, une des mesures de régime turbo d'un Pack est déclarée en erreur :

a) Si la gestion par pression du Pack est validée : (voir paragraphe 'Gestion en pression')

Le passage à la gestion par pression est effectué. Ce passage est effectué d'une manière commune à l'intérieur de chaque Pack de gestion turbo : Par exemple, si la mesure de régime turbo 1A ou bien si la mesure de régime turbo 1B tombe en panne, la gestion du Pack 1 complète passe en gestion de pression.

b) Si la gestion par pression du Pack n'est pas validée:

Tant que le pack est en erreur, seule la cartographie de fuite de base du PID sera utilisée, aucune correction ne lui étant plus apportée.

GESTION EN PRESSION

Pour les moteurs en 'V' à admission séparée par banc de cylindres, on déclarera dans la configuration des entrées l'existence des pressions admission banc 1 et banc 2, chacune étant mesurée avec son propre capteur. On déclarera aussi la pression principale en calcul automatique, comme résultante des 2 pressions banc, qui sera utilisée pour les calculs communs aux deux bancs.

Les 2 turbos du Pack 1 seront ainsi gérés séparément, chacun avec sa propre pression. La pression du banc 1 est affectée automatiquement au turbo 1A et celle du banc 2 au turbo 1B.

Si seule la pression admission principale est déclarée, les deux turbos 1A et 1B seront gérés de la même manière d'après la pression unique.

Si pendant la gestion par pression, une des mesures de pression turbo d'un Pack est déclarée en erreur :

a) Si la gestion par régime du Pack est validée : (voir paragraphe 'Gestion en régime')

Le passage à la gestion par régime est effectué. Ce passage est effectué d'une manière commune à l'intérieur de chaque Pack de gestion turbo : Par exemple, si la mesure de pression turbo 1A ou bien si la mesure de pression turbo 1B tombe en panne, la gestion du Pack 1 complète passe en gestion de régime.

b) Si la gestion par régime du Pack n'est pas validée :

Tant que le pack est en erreur, seule la cartographie de fuite de base du PID sera utilisée, aucune correction ne lui étant plus apportée.

CHOIX DE TYPE GESTION REGIME OU PRESSION TURBO

Si les 2 types de gestion pression turbo ou régime turbo sont validés, le calculateur permet de changer d'un type de gestion à l'autre.

La consigne et la différence à la consigne des deux types de gestion sont calculées en continu, même lorsqu'un des types de gestion n'est pas en cours d'utilisation.

1) Cartographie de sélection :

Une cartographie permet de choisir lequel des deux est utilisé afin de pouvoir utiliser au mieux les 2 types de gestion.

Pour le pack 2, ses entrées sont sélectionnables, et la stratégie d'utilisation est donc laissée au choix du motoriste.

Pour le pack 1, le choix de type de gestion est effectué d'après la différence entre le régime turbo actuel et le régime turbo maximum permis

Cette cartographie accepte le mode de fonctionnement en hystérésis pour éviter des allers retours entre les 2 modes au moment du basculement de l'un à l'autre.

Par exemple, on peut choisir de fonctionner en pression jusqu'à un régime turbo maximum, passer en gestion régime au-delà pour être sûr d'éviter les overboosts, et ne repasser en pression que si le régime descend en dessous d'un certain seuil un peu plus bas.

2) Changement automatique sur erreur de mesure :

Si l'erreur concerne la mesure en cours d'utilisation (pression ou régime turbo), le calculateur essaye de changer de type de gestion :

- Si l'autre gestion est permise (pas d'erreur), le changement de gestion est effectué.

- Si l'autre gestion n'est pas permise (aussi en erreur), aucune gestion n'est plus permise, la gestion par pression est choisie et seule la cartographie de fuite de base de son PID est utilisée (la proportionnelle et l'intégrale ne sont pas utilisées pendant les erreurs).

Si l'erreur concerne la mesure non utilisée, le calculateur ne passera pas sur le type de gestion de cette mesure si la cartographie de sélection de mode de fonctionnement le demande.

PID DE PILOTAGE

Chaque Pack dispose de 2 paramétrages de PID, un pour la gestion en régime et un pour la gestion en pression.

1) La Consigne :

Elle donne la pression admission absolue désirée pour le PID de gestion pression et la vitesse turbo désirée pour le PID de gestion régime turbo.

Pour la Pack 2, il est possible de sélectionner d'après quels paramètres cette consigne sera donnée.

Pour la gestion de turbo standard du Pack 1, ce sera le régime moteur, et la position papillon ou pédale accélérateur.

Une cartographie de modification complémentaire permet d'effectuer des modifications de consigne en fonction de paramètres choisis par le motoriste, comme la pression atmosphérique, la température admission,

Le Pack 1 possède en plus des cartographies de multi réglages moteur.

2) La fuite de base :

Elle est fonction du régime moteur, et de la consigne de régime turbo pour la gestion en régime ou de la consigne de pression admission pour la gestion en pression.

3) La correction de fuite instantanée :

Elle est fonction

a) de la vitesse de la consigne (régime turbo ou pression admission). En effet, plus la consigne varie vite, plus il faut anticiper la demande en pression ou en régime turbo.

b) de l'écart entre la consigne et la mesure :

- pour la gestion en régime, la mesure est le régime du turbo.

- pour la gestion en pression, plusieurs cas sont possibles :
 - Pour le Pack 2 : la mesure est toujours la pression admission principale.
 - Pour la Pack 1 : pour les turbos jumeaux, s'il a été déclaré une mesure de pression à chaque banc de cylindre, la mesure est la pression du banc 1 pour le turbo 1A et la pression du banc 2 pour le turbo 1B. Si les admissions des bancs ne sont pas séparées ou si on ne gère qu'un seul turbo, la mesure de pression principale sera sélectionnée.

4) La correction de fuite à 'long' terme :

Elle est fonction des mêmes variables que la dérivée (voir ci-dessus).

A chaque cycle de calcul, (toutes les millisecondes), une valeur est ajoutée à la valeur de correction calculée au cycle de calcul précédent, générant une nouvelle valeur de correction. On s'approche ainsi graduellement de la correction parfaite.

5) La remise à zéro de l'intégrale :

a) Pour le Pack 1 qui effectue une gestion de turbo standard :

Pour éviter les overboosts indésirés, on coupe la correction intégrale qui peut générer un dépassement de consigne très important si, lorsque le débit d'échappement étant trop faible, le régime turbo ou la pression n'arrive pas à monter au niveau de la consigne : le calcul de PID augmente alors l'intégrale au maximum pour essayer de générer une fuite supérieure pour atteindre la consigne impossible, et lorsqu'on accélère brutalement, la fuite est grande ouverte et la pression monte très haut.

Il est donc nécessaire de forcer l'intégrale à 0 en ces circonstances, laissant la dérivée corriger seule la fuite de base.

Le Pack 1 possède un jeu de paramètre qui permet de gérer cette remise à zéro de l'intégrale.

b) Pour le Pack 2 qui effectue la gestion d'un turbo séquentiel :

L'intégrale pourra être maintenue à 0 tant que le turbo séquentiel n'est pas utilisé.

Cette remise à zéro est effectuée par une cartographie commune à la gestion pression et à la gestion régime des 2 paramétrages de PID du pack. Ses entrées sont sélectionnables : le motoriste pourra choisir sa stratégie pour cette remise à zéro.

POST COMBUSTION

Trois paramètres permettent de gérer le bang-bang :

- durée maxi bang-bang : La durée maxi du bang-bang en millisecondes permet de le couper après un certain temps pour éviter un échauffement trop important du turbo et de la partie échappement du moteur. Si cette valeur est mise à 0, il n'y aura pas de bang-bang.

- cartographie à entrées programmables : permettant de définir les stratégies d'entrée et de sortie en bang-bang. La stratégie préprogrammée par Skynam est basée sur l'état régime/charge du moteur, avec hystérésis position papillon ou pédale (en papillon motorisé) de sortie de bang-bang à la réaccélération et hystérésis régime de sortie bang-bang à la descente en régime. La modification complète des stratégies par le motoriste est possible, puisque les entrées de la cartographie sont programmables : on pourrait imaginer vouloir du bang-bang pour le départ de course, ce qui nécessite une limite de régime d'entrée en bang-bang très basse, mais revenir ensuite à une limite de régime plus haute, car le véhicule pourrait être inconduisible. On pourrait aussi simplement rajouter une condition de sortie sur la température d'échappement mesurée au moyen d'un thermocouple.

- cartographie de choix de type de gestion : la cartographie de choix de gestion en pression ou en régime permet aussi de forcer le mode de gestion pendant le bang-bang.

Une fois fixés les paramètres d'entrée et de sortie du bang-bang, le réglage du bang-bang lui-même s'effectue au moyen de trois cartographies :

- l'avance à l'allumage,
- le temps d'injection,
- la consigne papillon motorisé ou électrovanne d'air ralenti, ou une sortie auxiliaire pilotant un poussoir d'ouverture papillon.

Un mode spécial de fonctionnement de ces cartographies permet de définir les valeurs d'air, d'essence et d'avance en mode bang-bang séparément du mode normal de fonctionnement.

FONCTIONS DIVERSES

D) LIMITEUR DE REGIME :

ACTION DU LIMITEUR

Le limiteur peut être choisi pour agir sur l'injection, l'allumage, ou les deux.

Une cartographie permet de couper progressivement les cylindres au fur et à mesure qu'on s'approche du limiteur au lieu de les couper tous en même temps.

Pour préserver le moteur, le limiteur commence d'une fois sur l'autre par un cylindre différent.

Si la cartographie donne un coefficient de coupure de cylindre qui demande de couper un nombre de cylindre non entier (par exemple 1/4 de cylindre, ou 2.5 cylindres, ...) le cylindre à couper non entièrement est coupé tous les N tours, avec $N = 16/\text{fraction de coupure}$.

TYPES DE LIMITEUR

Deux types de limiteurs de régime existent dans le Commander.

Le Commander permet de donner des régimes différents pour ces deux limiteurs, ainsi que les conditions pour passer de l'un à l'autre.

De plus, une cartographie de modification de régime limiteur à entrées sélectionnables permet au motoriste d'insérer ses propres stratégies de modification de consigne limiteur.

1) le limiteur de départ :

Il permet en mettant un limiteur assez bas de réduire la puissance du moteur au décollage du véhicule, pour éviter un patinage des roues trop important,

2) le limiteur de course :

Il est utilisé pour la pleine puissance du moteur.

SHIFT LIGHT

C'est une lampe qu'on allume lorsque le régime moteur est près d'atteindre le limiteur de régime.

Cette lampe est commandée par une des sorties auxiliaire.

Il est possible d'effectuer des pilotages de cette lampe très précis, par exemple en modifiant son allumage en fonction du rapport de boîte dans lequel on roule.

II) POSITION PAPILLON ET POSITION PEDALE :

DETERMINATION DU NOMBRE DE POTENTIOMETRES

Le fonctionnement standard n'utilise qu'un potentiomètre papillon et un potentiomètre pédale, mais pour chacune de ces mesures, papillon et pédale, il est possible de définir 2 potentiomètres au moyen des fonctions avancées :

Comme toutes les mesures, l'information d'entrée peut être calculée au lieu d'être mesurée. Ce calcul peut provenir d'une information du CAN-BUS auxiliaire, mais aussi d'une autre mesure.

En l'occurrence, on définira les deux entrées de potentiomètre comme mesure auxiliaire. Ces deux mesures auxiliaires seront les entrées d'une cartographie de module qui effectuera la comparaison des deux tensions (une peut être montante et l'autre descendant, avec un rapport de tension unitaire ou divisé, ...). La valeur de sortie du module sera alors injectée comme entrée de la mesure papillon (ou pédale), et l'erreur de corrélation des entrées potentiomètre sera utilisée pour déclencher l'erreur papillon (ou pédale) et lancer les algorithmes de remplacement d'erreur.

CALIBRATION PEDALE ET PAPILLON

Le calculateur fournit une calibration de position papillon et de position pédale accélérateur si on fonctionne en papillon motorisé. Cette calibration permet au calculateur d'enregistrer le minimum et le maximum des valeurs de potentiomètres (ou de calcul si double potentiomètre) et leur affectera dès lors

la position angulaire 0 et la position angulaire 1000, avec une interpolation linéaire entre ces deux valeurs pour les angles intermédiaires.

III) POSITION RALENTI ET COUPURE :

Le calculateur fournit une fonction de calibration de ralenti, qui permet de définir trois paramètres :

- l'ouverture angulaire du papillon (ou pédale en papillon motorisé) jusqu'à laquelle le calculateur doit considérer qu'il est en ralenti. Le calculateur calcule en plus automatiquement une petite hystérésis sur cette position ralenti pour éviter les oscillations de calcul.

- le régime de base ralenti, qui n'est à l'origine qu'une information pour le calculateur, et non pas une consigne.

- l'offset de régime au dessus du régime de ralenti pour la zone coupure. Cet offset réglable est en standard à 800 t/mn, c'est-à-dire que pour un régime ralenti de 1000 t/mn, la limite de zone coupure sera à 1800 t/mn. Le calculateur rajoute une hystérésis non réglable de 100 t/mn pour éviter les oscillations de calcul.

Le régime de base ralenti défini par cette calibration peut être modifié par :

- Une cartographie de modification de régime ralenti d'après la température moteur. Cette cartographie donne un offset signé en t/mn.

- Une cartographie de modification de régime ralenti à entrées sélectionnables permet au motoriste d'insérer ses propres stratégies de modification de consigne régime ralenti.

Les calculs avancés permettent avec un papillon électrique ou une électrovanne ralenti d'utiliser le régime ralenti comme consigne de ralenti pour une régulation de régime ralenti.

IV) COUPURE EN DECELERATION :

La coupure peut être choisie pour agir sur l'injection, l'allumage, ou les deux, ou pas de coupure.

Elle est effectuée lorsque le papillon (ou la pédale en mode papillon électrique) est dans la zone ralenti et que le régime est en zone coupure (en standard papillon fermé ou pédale lâchée et régime au dessus de 1800 t/mn).

BOÎTES DE VITESSE SEQUENTIELLES

Le Commander gère directement les boîtes de vitesse séquentielles.

I) NOMBRE DE RAPPORTS DE BOÎTES :

Le nombre de rapports peut être choisi (jusqu'à 10 rapports).

On peut aussi indiquer si la boîte est organisée en boîte automobile (Arrière, Point mort, 1^{ère}, ...) ou boîte moto (1^{ère}, point mort, 2^{ème}, ...) ou spéciale en choisissant le nom des rapports en fonction de l'information potentiomètre de position boîte de vitesse.

Le nom des rapports est important car c'est lui qui est utilisé dans les calculs de boîte de vitesse et les calculs avancés.

II) INTERRUPTEUR DE CHANGEMENT DE RAPPORT :

L'interrupteur de signal de changement de rapport peut être soit

- logique : lorsqu'il est mis à la masse, le calculateur est informé du changement de vitesse,
- analogique : de type jauge de contrainte, l'interrupteur donne une tension centrée autour de 2,5 volts. Si cette tension passe en dessous d'une limite mini, ou au dessus d'une limite maxi, programmables par le motoriste, le calculateur est informé du changement de vitesse.
- calculé : comme toutes les mesures, l'information d'entrée peut être calculée au lieu d'être mesurée. Ce calcul peut provenir d'une information du CAN-BUS auxiliaire, mais aussi d'une autre mesure. En l'occurrence, il est possible de définir comme interrupteur la vitesse de la pédale accélérateur ou du papillon, et déclarer par exemple qu'on change de rapport lorsqu'on lève rapidement le pied.

III) REGLAGES COMMUNS A TOUS LES RAPPORTS :

On configure trois valeurs communes à tous les rapports :

- Régime moteur minimum (avant coupure) : C'est le régime en dessous duquel le calculateur n'intervient pas sur la gestion moteur.
- Position papillon minimum : Comme pour le régime, le calculateur n'accepte pas d'intervenir sur la gestion moteur en dessous d'une certaine ouverture papillon programmable.
- Attente avant nouveau rapport : Après un changement de vitesse, le calculateur refuse un nouveau changement de rapport pendant un temps programmable. Cela évite d'intervenir involontairement une deuxième fois si le pilote garde la main sur le levier de vitesse.

IV) REGLAGES SPECIFIQUES PAR RAPPORT DE BOÎTE :

CALIBRATION DES POSITIONS DES RAPPORTS

On indique au calculateur la position des différents rapports d'après la tension du potentiomètre de mesure de position de la boîte de vitesse : pour chaque rapport, on donne au calculateur une plage de tension (ou de valeur calculée si on a défini l'entrée position boîte de vitesse sur un calcul) entourant la valeur fournie par ce potentiomètre.

Les tensions du potentiomètre doivent être montantes.

Le calculateur fournit une fonction de calibration automatique des rapports de boîte. Une fois cette fonction lancée, il suffit de passer tous les rapports. Le calculateur calcule alors la plage de valeur correspondant à chaque rapport

INTERVENTIONS LORS DU PASSAGE DES RAPPORTS

Une cartographie permet pour chaque rapport de boîte de régler différemment le temps d'intervention. La deuxième entrée de cette cartographie est sélectionnable par le motoriste, pour pouvoir modifier le temps d'intervention d'après un autre paramètre : par exemple, modifier le temps d'intervention du rapport de boîte de vitesse d'après le régime ou le couple moteur, ...

L'intervention est lancée dès que le calculateur reçoit de l'interrupteur le signal de changement de rapport, si le régime et le papillon sont au dessus des limites programmées et que le temps d'attente avant nouveau rapport est passé, et dure tant que le temps d'intervention défini pour ce rapport n'est pas atteint.

Le type d'intervention sur changement de rapport est sélectionnable. Il peut être

- coupure allumage
- modification de l'allumage avec pente de retour à la normale (par cartographies à entrées sélectionnables)
- coupure injection,
- modification du temps d'injection,
- génération de pompe de reprise factice en fin de changement de rapport

Tous ces types d'intervention sont combinables.

Par exemple, on peut choisir de couper et modifier l'allumage :

Le motoriste définira dans la carto de modification d'allumage le nombre de degrés de dégradation d'avance, en fonction des paramètres qui l'intéressent.

Il définira aussi la pente (la vitesse) avec laquelle on revient à l'avance normale en fin d'intervention dans la carto de pente d'allumage, en fonction des paramètres qui l'intéressent.

Comme on a déclaré qu'on coupait l'allumage au passage de rapport, l'allumage sera coupé pendant tout le temps d'intervention défini. En fin de passage, l'allumage est dégradé avant d'être relancé : il repart donc d'une valeur plus basse que normale, et remonte progressivement à la valeur normale, à la vitesse définie par la cartographie de pente.

Ceci permet de limiter les accoups lors des passages de rapport.

V) BOÎTES ROBOTISEES :

L'attente avant nouveau rapport sert aussi à programmer les boîtes robotisées, c'est-à-dire les boîtes pour lesquelles il faut maintenir l'intervention pendant tout le temps où le contacteur est enfoncé (le temps d'intervention programmable ne sert alors pas).

Pour informer le Commander que la boîte est de ce type, l'attente avant nouveau rapport doit simplement être mise à 0.

Le calculateur rajoute systématiquement un temps de blanking de 10 millisecondes pour éviter les rebonds sur l'interrupteur des boîtes robotisées.

CONTROLE DE FONCTIONNEMENT

I) DIAGNOSTIQUE DES PANNES :

Le Commander effectue une analyse permanente du fonctionnement du système et des capteurs, et mémorise leurs défauts, même fugitifs.

DIAGNOSTIQUE SYSTEME

Le diagnostic système est affiché en permanence par le programme Winjall en dessous du nom du calculateur.

Il donne les défauts tels que les resets watch-dog, les problèmes de risques ou de pertes de données application sur perte d'alimentation graves (ou pas de +30), ...

Une fonction de Winjall permet de remettre à zéro le diagnostic système.

DIAGNOSTIQUE APPLICATION

Deux fonctions coexistent : une fonction d'examen du diagnostic application, et une fonction de remise à zéro de ce diagnostic.

Le diagnostic application consiste essentiellement dans l'enregistrement des défauts des capteurs et/ou des voies de mesures de ces capteurs dans le calculateur.

Les défauts enregistrés peuvent être

- coupure signal : coupure permanente,
- court circuit signal : court circuit permanent,
- coupure intermittente : coupure apparue une fois puis repartie,
- court-circuit intermittent : court circuit apparu une fois puis disparu,
- coupure répétée : coupure apparaît et disparaît,
- court circuit répété : court-circuit apparaît et disparaît

De plus, le calculateur indique si la panne est en cours, et la donc la fonction invalide.

II) ENREGISTREMENT DEPASSEMENTS :

Cette fonction permet d'enregistrer et visualiser les dépassements de valeurs en enregistrant les pointes de valeurs, le nombre de pointes, les durées des pointes extrêmes, et les temps total des pointes.

Le calculateur Commander dispose de 6 canaux identiques d'enregistrement de dépassement.

Pour chaque canal :

VALEUR A SURVEILLER

La valeur à surveiller est choisie dans la liste des dizaines de mesures et résultats de calculs connus par le calculateur (par exemple le régime moteur, la température d'huile, la vitesse de montée en température moteur, ...).

Dans les valeurs à surveiller, vous trouvez aussi les variables des modules de pilotage (voir fonctionnement avancé).

Une deuxième condition pour lancer l'enregistrement peut être ajoutée pour obtenir des enregistrements plus élaborés : par exemple, enregistrer les chutes de pression d'huile lorsque le régime moteur est plus haut que 1500 t/mn.

On choisit le niveau limite que la valeur doit dépasser pour lancer l'enregistrement en réglant la cartographie de pilotage d'enregistrement.

Cette cartographie à hystérésis (voir fonctionnement avancé) permet de définir le lancement et l'arrêt de l'enregistrement d'après la valeur de la variable à surveiller et de la variable 2^{ème} condition (si demandé). Avec cette cartographie, il est possible de faire des combinaisons logiques de type 'and', 'or', 'nor', 'nand',

...

RESULTATS D'ENREGISTREMENT

Une fonction du programme Winjall donne les résultats de l'enregistrement de dépassement:

- la valeur extrême atteinte par la variable à surveiller, et le sens de la surveillance (dépassement vers le bas, ou dépassement vers le haut),
- le nombre de fois que la variable a dépassé la limite,
- la durée du dépassement pour la valeur extrême atteinte,
- la durée totale des dépassements de valeur.

ALARMES VISUELLES

Il est possible d'allumer des alarmes sur la condition de dépassement.

Les fonctions d'alarme visuelle 'Lampe d'alarme immédiate' et 'lampe d'alarme cumulative' permettent d'allumer et d'éteindre la lampe d'alarme du calculateur, suivant des modes différents.

Comme il y a 6 canaux d'enregistrement de dépassement pour une seule alarme, l'alarme restera allumée tant qu'un canal d'enregistrement le demande, même si les autres ne le demandent pas.

1) Alarme immédiate :

L'alarme immédiate s'allume quand la valeur dépasse la limite permise, c'est-à-dire quand l'enregistrement est lancé, et s'éteint dès que la valeur revient dans les limites permises, c'est-à-dire quand l'enregistrement s'arrête.

On peut rajouter un temps d'attente avant que l'alarme ne s'allume, pour empêcher par exemple que l'alarme ne s'allume si le défaut est très court, ou pour ne pas perturber le conducteur pour un défaut trop passager.

2) Alarme cumulative :

L'alarme cumulative s'allume quand la valeur dépasse la limite permise et que le temps total de dépassement dépasse le 'temps avant alarme' programmé.

Elle s'éteint lorsque le défaut a disparu depuis plus longtemps que le 'temps avant reset alarme' demandé, si le nombre de défaut n'a pas dépassé le 'nombre de dépassements interdisant l'extinction de l'alarme' programmé.

Si le nombre de dépassement atteint cette limite, l'alarme ne s'éteindra plus avant que l'on ne fasse une remise à zéro avec le logiciel Winjall.

FONCTIONNEMENT AVANCE

Le Commander dispose de trois types avancés de commandes programmables, très puissants, qui peuvent être combinés pour réaliser des fonctions complètement nouvelles.

De plus, les voies de mesure auxiliaires peuvent directement utiliser les entrées non utilisées par le type d'application choisi (avec ou sans turbo, boîte séquentielle, haute pression carburant, ...).

Enfin, il est possible d'envoyer ou de recevoir des informations par le CAN auxiliaire et d'utiliser les informations reçues dans les calculs avancés.

L'utilisation de ces fonctions avancées et le développement de stratégies spécifiques ne nécessite ni l'apprentissage ni la connaissance d'un langage de programmation.

Leur programmation utilise une technique spécifique développée par Skynam appelée SKYMCOD™

Programmation Cartographiée, intuitive et efficace.

SKYMCOD correspond à une façon de penser naturelle.

Un dossier très didactique 'COMMANDER FONCTIONNEMENT AVANCE' explique et commente en détail l'utilisation de ces fonctions et en donne de nombreux exemples.

I) CONFIGURATION DU CALCULATEUR :

Le calculateur peut être configuré pour une simple gestion moteur (injection, allumage, ...), mais aussi pour effectuer des tâches préprogrammées, comme gestion du papillon électrique, du turbo, de la pression carburant, du positionnement graduel des arbres à cames, de deux rampes d'injection, ...

Pour utiliser ces fonctions complémentaires, il faut en général utiliser deux fonctions :

- la paramétrisation des entrées
- la configuration des sorties

Par exemple, pour utiliser un papillon motorisé, il faut :

- déclarer que les mesures position papillon et pédale accélérateur existent en leur affectant une entrée du calculateur (entrée physique, par CAN ou calculée) dans la fonction de paramétrisation des entrées

- configurer une sortie auxiliaire en gestion de papillon électrique

Si on se contente de déclarer l'existence des entrées, les positions papillon et pédale ne sont pas reliées mais coexistent simplement, les calculs standards se feront sur la position papillon (ralenti, consigne turbo, ...) et la pédale ne sera utilisée que dans les calculs avancés du motoriste, s'il décide de se servir de la position pédale pour gérer certains dispositifs.

II) MESURES AUXILIAIRES :

Ce sont des mesures non utilisées par le type d'application choisi et mises à la disposition du motoriste pour rajouter des capteurs analogiques ou résistifs ou des interrupteurs, ou encore des mesures de vitesse, pour les utiliser comme partie active des fonctions avancées ou comme simple information d'affichage.

Elles pourront être utilisées comme entrées des modules de pilotage, des commandes auxiliaires ou complémentaires, ou comme entrées de doublage ou triplage de mesure (deux potentiomètres pédale accélérateur ou papillon électrique, trois mesures de pression admission, ...)

Par exemple, aucune entrée vitesse n'est utilisée dans les calculs standard, mais le calculateur dispose de 4 mesures de vitesse roue, vitesse turbo, ...

Si on a besoin d'effectuer une gestion d'anti patinage, il suffit simplement d'activer les vitesses roues en leur affectant des voies d'entrées (physique ou CAN), et d'effectuer les calculs comparatifs nécessaires

avec les modules de pilotage pour gérer une coupure complémentaire d'avance ou d'injection, ou une dégradation de pression turbo, ou ...

III) PARAMETRISATION DES ENTREES :

Chaque mesure du calculateur (pression, papillon, vitesse, ...) peut être affectée à une des entrées physiques du calculateur, ou à une valeur reçue par le CAN WinjNet d'un capteur Skynam externe, ou à une valeur calculée, y compris depuis les trames du CAN-BUS auxiliaire.

Ainsi, il est possible

- de rajouter des mesures lorsque toutes les entrées physiques sont utilisées,
- de changer d'entrée physique pour un dépannage rapide si une entrée utilisée est endommagée et qu'il reste des entrées libres (bien sûr en recossant la bonne pin du calculateur).
- d'utiliser des capteurs spéciaux, par exemple une mesure de sonde NOx fournissant ses valeurs par CAN-BUS, une mesure de vitesse turbo sortant une tension analogique fonction de la vitesse.
- d'effectuer des calculs sur plusieurs entrées avant de convertir le résultat de ces calculs dans la mesure choisie (exemple : plusieurs entrées potentiomètres pédale ou papillon électrique, plusieurs sondes de pression, ...)

Pour ce faire, Winjall fournit une fonction de configuration des entrées dans laquelle on peut choisir pour chaque mesure :

- le canal d'entrée par lequel elle sera informée
- le type de déclenchement d'erreur à utiliser (standard ou calculé par une fonction avancée)
- le type de remplacement d'erreur à utiliser (standard ou calculé par une fonction avancée)

Les calculs avancés sont décrits ci-dessous dans les modules de pilotage.

IV) FILTRAGE NUMERIQUE DES MESURES :

Chaque mesure du calculateur (pression, pédale, vitesse, mesures auxiliaires ...) dispose d'un calcul de filtrage par moyenne pondérée, la pondération étant donnée par une cartographie.

Moyennage pondéré = (moyenne précédente + mesure actuelle) / (coefficient de pondération + 1).

MESURES STATIQUES

Pour les mesures statiques (pressions, pédale, ...), une des entrées de cette cartographie dépend de la différence signée entre la valeur mesurée et la moyenne (valeur-moyenne), permettant une première adaptation de la moyenne au mouvement de la mesure.

L'autre entrée, entrée sélectionnable par le motoriste utilise en général des calculs avancés pour une adaptabilité plus grande des coefficients de pondération.

Le filtrage adaptatif est ainsi réalisé, permet des temps de réaction plus courts en cas de mouvement réel de la mesure.

MESURES DE VITESSES

Pour les mesures de vitesse, une des entrées de cette cartographie dépend de la différence relative signée entre la valeur mesurée et la moyenne ((valeur-moyenne)/moyenne), permettant une première adaptation de la moyenne au mouvement de la mesure.

L'autre entrée, sélectionnable par le motoriste utilise en général des calculs avancés pour une adaptabilité plus grande des coefficients de pondération.

Le filtrage adaptatif est ainsi réalisé, permet des temps de réaction plus courts en cas de mouvement réel de la mesure.

V) STRATEGIES DE PANNES DES MESURE :

Pour chaque mesure du calculateur (pression, papillon, vitesse, ...), il est possible de définir une stratégie de détection de panne, une stratégie de valeur de remplacement en cas de panne, ou d'utiliser les stratégies standard fournies par le calculateur.

Les stratégies de détection de panne standard consistent à vérifier que la valeur d'entrée de la mesure est dans une plage définie en fonction du type d'entrée :

- capteur analogique 0-5 volts : la valeur d'entrée ne doit pas descendre en dessous de 125 millivolts ou monter au dessus de 4950 mv, ce qui est le cas de tous les capteurs automobiles standards.
- capteur résistifs (CTN-CTP) : la valeur d'entrée ne doit pas descendre en dessous de 25 millivolts ou monter au dessus de 4900 mv, ce qui est le cas de tous les capteurs automobiles standards.
- capteurs vitesse : pas de vérification
- capteurs calculés : pas de vérification

Les stratégies de remplacement standard consistent à fournir une valeur fixe dépendant de la mesure elle-même :

- La température moteur prend la valeur +80°C
- La température admission prend la valeur +20°C
- La richesse prend la valeur 1000 (richesse 1)
- La pression atmosphérique prend la valeur 1013 mbars
- La pression admission (en pression/régime) prend la valeur maximale permise par la cartographie de conversion de sonde de pression, comme si le capteur délivrait 5000 millivolts, afin d'enrichir le moteur au maximum.
- papillon et pédale prennent la valeur angle 0
- ...

Si pour une ou plusieurs entrées le motoriste décide de programmer ses propres stratégies de remplacement d'erreur ou de détection de panne, il faut :

- pour la valeur de remplacement indiquer quel module de pilotage fournira la valeur de remplacement. Il peut ainsi élaborer des procédures complexes, résultat d'une chaîne complète de calculs, comme par exemple évaluer une pression d'admission en panne d'après une position papillon et un régime et ...

- pour la détection de déclenchement d'erreur il doit aussi définir la variable qui servira de déclenchement d'erreur, et la plage de valeur de cette variable hors de laquelle l'erreur est déclenchée. Le calculateur fournit aussi des états d'erreur pour certaines variables, comme par exemple pour les valeurs reçues du CAN-BUS auxiliaire, lorsqu'une trame n'est pas reçue dans le temps imparti sélectionné. Par exemple, pour une entrée calculée sur cette valeur CAN, la variable de déclenchement d'erreur pourra être l'état d'erreur réception.

De plus, chaque mesure possède une variable corrélée d'état d'erreur afin que le motoriste puisse déclencher aussi des calculs lorsqu'une mesure passe en erreur. Par exemple, pour estimer la température moteur à partir du temps passé et de la charge moteur après la dernière température valide mesurée.

VI) CARTOGRAPHIES ENTIEREMENT PROGRAMMABLES :

Les cartographies utilisées dans les fonctions avancées sont entièrement programmables:

VARIABLES D'ENTREE DE LA CARTOGRAPHIE

On peut choisir le nombre de variables en entrée de cartographie et donc le nombre d'axes de calcul : soit deux, soit une, soit aucune.

On peut choisir quelles seront ces variables dans la liste des dizaines de mesures et résultats de calculs connus par le calculateur (par exemple le régime moteur, le rapport de boîte de vitesse utilisé, la vitesse de montée en température moteur, l'état d'erreur d'une mesure ...).

TYPE D'INTERPOLATION CARTOGRAPHIQUE

On peut aussi choisir la manière dont le calcul d'interpolation sera effectué pour chaque axe de cartographie (l'interpolation des lignes peut être différente de celle des colonnes):

- Interpolation standard avec arrêt aux extrémités des échelles,
- Interpolation à prolongement (extrapolation en dehors des extrémités des échelles),
- sans interpolation à entrée tronquée (marches d'escalier vers le bas),
- sans interpolation à entrée majorée (marches d'escalier vers le haut),
- sans interpolation, à hystérésis, pour les cartographies à calcul d'état.

VII) MODULES DE PILOTAGE :

Ce sont des modules de calcul programmables permettant de développer des stratégies spécifiques. Ces modules sont capables de piloter les commandes auxiliaires et les commandes complémentaires, et donc d'intervenir dans tous les domaines de gestion du calculateur.

Il y a 32 modules de pilotages identiques qui peuvent être chaînés.

Un module de pilotage est constitué

- d'une cartographie entièrement programmable (on peut choisir ses variables d'entrée et ses types d'interpolation),
- d'une variable appelée 'variable pilote' dont la valeur est le résultat du dernier calcul du module de pilotage.

Dans le calculateur, les calculs sur les modules de pilotage sont effectués toutes les 10 millisecondes (100 Hz) séquentiellement, en commençant par le module 1, puis le module 2, puis ..., jusqu'au module 32.

Pendant les 10 millisecondes qui suivent, la variable pilote de chaque module contient le résultat de ce calcul.

On peut effectuer des calculs récursifs, c'est-à-dire que la variable d'entrée de la cartographie du module peut être sa propre variable pilote dans laquelle est stocké ensuite le nouveau résultat du calcul sur le module.

TYPES DE CALCUL

Il y a 6+1 types de calculs possibles dans un module :

- module non activé
- calcul de coordonnée
- calcul de moyenne
- calcul de différentielle
- calcul d'intégrale
- calcul temporel
- calcul de division signée

1) Calcul de coordonnée :

La valeur de la variable pilote est une quantité ou position signée, résultat direct du calcul de la cartographie de ce module.

2) Calcul de moyenne :

La valeur de la variable pilote est la moyenne d'une autre variable.

Cette autre variable est la variable d'entrée de l'échelle verticale de la cartographie du module.

Le calcul de moyenne est une moyenne pondérée, dans laquelle le résultat du calcul de la cartographie du module est le coefficient affecté à la moyenne précédente :

Nouvelle moyenne = [(ancienne moyenne * coefficient) + nouvelle valeur variable] / (coefficient + 1)

3) Calcul différentiel :

La valeur de la variable pilote est la différentielle ou vitesse d'une autre variable.

Cette autre variable est la variable d'entrée de l'échelle verticale de la cartographie du module.

La cartographie indique en secondes l'écart temporel utilisé pour le calcul de vitesse.

L'écart temporel peut aller de 10 millisecondes à 10 secondes.

Le calcul de vitesse est glissant, c'est-à-dire que si on demande une vitesse sur une seconde, on aura toutes les 10 millisecondes la vitesse de la valeur sur la seconde passée.

4) Calcul d'intégrale :

A chaque calcul (toutes les 10 millisecondes), le résultat direct du calcul de la cartographie de ce module est ajouté (addition signée) à la valeur précédente de ce module :

Variable pilote = ancienne valeur variable pilote + calcul cartographique.

5) Calcul temporel :

Le calcul temporel utilise un compteur interne (non apparent) qui est mis à 0 en début de compte.

Toutes les 10 millisecondes, ce compteur est augmenté de 1.

Le résultat du calcul sur la cartographie est la valeur que le compteur doit atteindre, exprimée en secondes), pour que le compte soit fini.

La valeur de la variable pilote est le temps restant avant que le compte soit fini.

Quand le compte dépasse ou atteint le but fixé par la cartographie, le compte est terminé, et la valeur de la variable pilote du module est donc mise à 0.

6) Calcul de division signée :

La valeur de la variable pilote est une quantité ou position signée, résultat direct du calcul de la division de la variable d'entrée verticale par la variable d'entrée horizontale de la cartographie du module (le calcul est effectué toutes les 10 millisecondes dans le calculateur).

En effet, s'il est facile d'implémenter les 3 autres opérations de base (addition, soustraction et multiplication) avec un calcul cartographique, il est beaucoup plus compliqué de faire une division. Les modules de pilotage ont donc cette fonction supplémentaire directement.

Dans ce calcul de division signée, la cartographie sert à donner la précision du calcul de division, c'est-à-dire la puissance de 10 avec laquelle le résultat va être donné :

INITIALISATION DES CALCULS

La manière d'initialiser les modules à la mise en route du calculateur est choisie par le motoriste :

Trois types d'initialisations sont possibles dans les calculs de modules:

- initialisation automatique, fixée par le calculateur,
- initialisation par valeur fixe choisie,
- initialisation par la valeur du module mémorisée à la dernière extinction du calculateur, pour continuer les calculs d'une session de fonctionnement du calculateur à une autre.

VIII) PID AUXILIAIRES :

Les PID auxiliaires sont des organes de contrôle permettant d'effectuer la régulation en boucle fermée d'un processus sélectionné librement par le motoriste.

Chaque PID auxiliaire est un module de calcul de régulation avec une entrée (la variable sur laquelle s'effectue le bouclage), et une sortie : la valeur de commande du PID.

Un PID auxiliaire permet 3 actions simultanées sur l'erreur entre la consigne (la position désirée) et la mesure (la position obtenue) de la valeur de bouclage :

1) une action proportionnelle à la consigne (ou position désirée) :

C'est une valeur non signée entre 0 et 1 : elle donne la base de la commande du PID.

2) une action différentielle en rapport avec l'erreur de position :

L'erreur de position est la différence entre position obtenue et position désirée

La valeur différentielle une valeur signée entre -1 et +1. : elle donne la modification instantanée de la base de la commande.

Comme sa valeur va de -1 à + 1 et que la base va de 0 à 1, elle peut complètement renverser le sens de la commande.

A chaque mesure de position de bouclage, on compare la position et la consigne et on en tire (par la cartographie de dérivée) une valeur signée.

Cette valeur est en général positive si la position est trop basse par rapport à la consigne, (dans ce cas, on veut donner plus de force à la commande) et négative dans le cas contraire.

La Valeur Différentielle peut être considérée comme des coups de marteau successifs qui vont forcer le dispositif commandé à aller jusqu'à la consigne désirée.

Plus on est loin de la consigne, plus les coups doivent être forts.

3) une action intégrale aussi en rapport avec l'erreur de position :

C'est une valeur signée entre -1 et +1. : elle donne la modification cumulée de la base de la commande : Au départ le cumul 'Valeur intégrale' vaut 0.

A chaque mesure de position de bouclage, on compare la position et la consigne et on en tire une valeur signée appelée 'Incrément intégrale'.

Cette valeur est elle aussi généralement positive si la position est trop basse par rapport à la consigne, (dans ce cas, on veut donner plus de force à la commande) et négative dans le cas contraire.

L'Incrément intégrale calculé est ajouté toutes les millisecondes au cumul 'Valeur intégrale'.

La Valeur Intégrale peut être considérée comme une poussée continue qui va forcer le dispositif commandé à aller jusqu'à la consigne désirée, ou à éviter les dépassements de position à l'ouverture ou à la fermeture.

Plus on est loin de la consigne, plus la poussée deviendra forte rapidement, mais une poussée trop forte fera dépasser la consigne avant de commencer à s'inverser.

On peut aussi considérer cette valeur intégrale comme correction fine de la commande. En effet, les valeurs d'Incrément intégrale dans la cartographie sont en général très petites, car elles sont ajoutées au cumul 'Valeur intégrale' toutes les millisecondes.

CARACTERISTIQUES DES PID AUXILIAIRES

La proportionnelle et l'intégrale peuvent être annulées en fonctions de critères sélectionnés par le motoriste.

L'intégrale peut être gelée, limitée à une plage de valeurs sélectionnées, ou remise et maintenue à zéro en fonctions de critères sélectionnés par le motoriste.

La commande finale du PID est la somme du résultat du calcul de ces trois parties.

La valeur de commande des PID auxiliaires est donnée en valeur standardisée entre 0.000000 et 1.000000

Il faut aussi donner au calculateur un moyen d'effectuer la commande du PID, par exemple une des sorties auxiliaires du calculateur qui commandera un actuateur du moteur, ou une commande complémentaire si on veut insérer une régulation dans un des calculs standards du Commander (modification d'avance à l'allumage, de temps d'injections, de coupure de cylindres, ...

Il est possible de réguler la totalité des commandes du calculateur, par exemple l'avance à l'allumage ou la coupure des cylindres, pour limiter l'accélération moteur dans certaines phases de fonctionnement du véhicule.

Le PID serait alors basé sur l'accélération moteur et piloterait la coupure d'allumage ou l'avance à l'allumage au travers de la commande complémentaire de coupure d'allumage ou de modification de l'avance à l'allumage.

ACTIVATION DU PID AUXILIAIRE

Pour qu'un PID auxiliaire soit activé, il suffit d'indiquer au calculateur sur quelle valeur de bouclage le PID doit travailler. Cette valeur de bouclage est librement choisie par le motoriste.

CONSIGNE

Elle est donnée par une cartographie entièrement programmable, et les valeurs d'entrée de ses échelles peuvent être choisies librement par le motoriste dans toute la liste des calculs connus par le calculateur et donc la consigne peut être librement déterminée.

PROPORTIONNELLE

Elle est donnée par une cartographie dont une échelle fixée, l'échelle des lignes, qui est la valeur de consigne (valeur désirée).

L'autre échelle, celle des colonnes, est sélectionnable par le motoriste, permettant de travailler plus finement sur la valeur proportionnelle.

Cette échelle permet aussi de choisir des conditions dans laquelle la proportionnelle sera annulée.

L'utilisation des modules de pilotage permettra de calculer des conditions complexes d'annulation de proportionnelle.

DIFFERENTIELLE

Elle est donnée par une cartographie dont une échelle fixée, l'échelle des lignes, qui est l'erreur de position, donnée la différence entre consigne (valeur désirée) et valeur de bouclage (valeur mesurée).

C'est à dire que si la position est plus grande que la consigne, l'erreur est positive, et inversement.

L'autre échelle, celle des colonnes, est sélectionnable par le motoriste, permettant de travailler plus finement sur la valeur différentielle.

Cette échelle permet aussi de choisir des conditions dans laquelle la différentielle sera annulée.

L'utilisation des modules de pilotage permettra de calculer des conditions complexes d'annulation de différentielle.

INTEGRALE

La valeur d'intégrale est signée (elle peut aussi bien enlever que rajouter à la commande du processus).

Au départ, ou en sortie de reset (voir cartographie de reset intégrale plus bas), la valeur intégrale est mise à +0.

Toutes les millisecondes, le résultat de la cartographie incrément intégrale est ajouté (signé) à la valeur intégrale.

1) incrément intégrale :

La cartographie Incrément intégrale est basée sur l'erreur entre la consigne donnée et la position obtenue.

Elle a donc une échelle fixée, l'échelle des lignes, qui est l'erreur de position (différence entre consigne et valeur de bouclage).

L'autre échelle, celle des colonnes est sélectionnable par le motoriste.

L'échelle des colonnes sélectionnables permet de choisir des conditions dans laquelle l'incrément intégrale sera annulé, gelant la valeur intégrale sur sa position. L'utilisation des modules de pilotage permettra de calculer des conditions complexes de gel de l'intégrale.

2) reset intégrale :

Le module PID auxiliaire possède une cartographie dont les échelles sont sélectionnables pour remettre l'intégrale à +0.

Le motoriste pourra donc choisir pleinement les conditions de remise et maintien à 0 de l'intégrale.

Dans cette cartographie, deux valeurs sont possibles :

- 'Laisser' : le calcul de l'intégrale est permis
- 'Reset' : le calcul de l'intégrale est interdit et l'intégrale est forcée à +0

Comme dans la plus part des cartographies à état, on pourra utiliser le mode d'interpolation à hystérésis pour éviter les oscillations de permission au passage des seuils.

Le reset intégrale est souvent utilisée pour empêcher l'intégrale de fonctionner dans certaines conditions programmables.

Par exemple, pour la gestion de la pression turbo (PID fixé dans le calculateur), l'intégrale est tenue à +0 si la position papillon est trop basse, ou si la vitesse de la consigne de pression turbo est trop grande.

On remet l'intégrale à 0 en général lorsqu'elle n'est pas capable d'effectuer un calcul significatif, ou lorsque la correction qu'elle peut effectuer est trop lente ou indésirable.

L'utilisation des modules de pilotage permettra de calculer des conditions complexes de remise à zéro de l'intégrale.

3) limitation intégrale automatique :

D'une manière interne, l'intégrale ne peut pas dépasser une valeur amenant le PID à une valeur finale de commande plus basse que 0.000000 ou plus haute que 1.000000

Par exemple, si base+différentielle du PID donnent une valeur 0.250000, la valeur d'intégrale ne pourra pas dépasser -0.250000 vers le bas ou +0.750000 vers le haut.

Cela est nécessaire car si dans cet exemple l'intégrale pouvait descendre à -1, ce qui est de toute manière inutile car le résultat final du PID s'arrête à 0, et que ce résultat du PID devait subitement augmenter, l'intégrale perdrait un temps précieux à repasser de -1 à -0.25 avant que l'augmentation puisse être réalisée.

4) limitation intégrale programmable :

Le module PID auxiliaire possède aussi deux paramètres ajustables pour limiter la somme de l'intégrale et de la proportionnelle.

Ces deux paramètres sont les mêmes que ceux de limitation globale du RCO (voir ci-dessous).

Un paramètre limite vers le bas et un limite vers le haut.

Pour cette limitation, comme la proportionnelle est directement fixée par valeur cartographique, l'action de ces limites corrigera en fait l'intégrale (qui est une valeur signée):

a) si : proportionnelle+ intégrale < limite mini, alors : intégrale = limite mini – proportionnelle

b) si : proportionnelle+ intégrale > limite maxi, alors : intégrale = limite maxi – proportionnelle

Il peut être utile dans de nombreux cas pour limiter l'action d'un PID, puisque l'intégrale n'est pas contrôlée en elle-même par les cartographies, mais plutôt sa vitesse de réaction : la cartographie de gestion de l'intégrale n'est pas une valeur d'intégrale mais une valeur d'incrément de l'intégrale.

Il est aussi possible d'empêcher que l'intégrale ajoute à la commande (ou enlève) en mettant une des limites à +0.

Par exemple, si on veut gérer une diminution d'avance à l'allumage pour pacifier un moteur dans certaines circonstances, en donnant une consigne d'accélération maximale, il ne faudrait pas que l'intégrale augmente l'avance si l'accélération moteur est inférieure à l'accélération maximale donnée en consigne.

LIMITATION DE PLAGE DE RCO

Le module PID auxiliaire possède deux paramètres ajustables pour limiter la valeur du RCO. Un paramètre limite le RCO vers le bas et un le limite vers le haut.

Ces deux paramètres sont aussi utilisés pour limiter l'intégrale elle-même (voir ci-dessus).

Ils ont donc une double action (ils agissent deux fois).

Utilité des limitations programmables :

Il arrive que l'organe géré par le PID ne doive pas prendre toute la plage de valeurs possibles.

Pour exemple le cas d'un actuateur qui n'aurait une plage utile de fonctionnement que sur une certaine plage de RCO, on accélèrera largement les temps de réactions si on empêche la sortie du PID d'aller au delà de cette plage.

Si le RCO pouvait descendre beaucoup plus bas que la plage utile par une forte valeur négative de l'intégrale et que le résultat du PID devait subitement augmenter pour suivre une modification de consigne, l'intégrale perdrait un temps précieux à repasser positive avant que l'augmentation puisse être réalisée. De même pour des valeurs trop hautes.

IX) COMMANDES COMPLEMENTAIRES :

Ces commandes permettent d'intercepter et modifier à volonté toutes les consignes du calculateur.

Cela permet d'insérer des calculs non prévus dans le fonctionnement original du calculateur :

- coupure allumage
- coupure injection
- coupure correction richesse
- modification avance à l'allumage
- modification temps d'injection

- modification phase injection
- modification consigne richesse
- modification consigne papillon motorisé
- modification consigne électrovanne ralenti
- modification consigne pression turbo 1A et 1B
- modification consigne régime turbo 1A et 1B
- modification consigne pression turbo 2
- modification consigne régime turbo 2
- modification consigne régime ralenti
- modification consigne régime limiteur
- modification consigne position arbres à cames admission
- modification consigne position arbre à cames échappement
- modification consigne pression carburant

Les commandes complémentaires sont basées sur des cartographies entièrement programmables. On peut choisir les variables d'entrées des échelles, y compris les variables des modules de pilotage, et le type d'interpolation à utiliser.

Cela signifie qu'une longue chaîne de calculs peut venir modifier le fonctionnement original du calculateur.

X) COMMANDES AUXILIAIRES :

Le Commander possède 8 sorties auxiliaires directes du calculateur (autres que injection et allumage). Elles portent des numéros, 1, 2, 3A, 3B, 4, 5, 6 (plus une commande de LED non numérotée).

Il possède aussi 4 sorties auxiliaires par CAN-bus.

Ces commandes auxiliaires, lorsqu'elles ne sont pas fixées comme pour la commande de papillon électrique ou autres options forcées par le type d'application choisi, possèdent toutes une possibilité de programmation : elles peuvent être pilotées par des cartographies entièrement programmables, y compris par les calculs des modules de pilotage.

SORTIES JUMELEES

2 de ces sorties peuvent être couplées. On les appelle des sorties jumelées : ce sont les sorties 3A et 3B. Lorsqu'elles sont déclarées jumelées, les 2 sorties A et B sont pilotées par la commande A, mais l'état est de la sortie B l'inverse de la sortie A.

- Si la sortie A sort de la masse, la sortie B est en collecteur ouvert (ou 12 volts si push-pull).
- Si la sortie A est en collecteur ouvert (ou 12 volts si push-pull), la sortie B sort de la masse.

Ces sorties jumelées possèdent en plus une option de pilotage électrique, par collecteur ouvert ou push-pull. Ces sorties doivent être les sorties utilisées pour gérer les papillons motorisés ou moteur électrique de positionnement.

FONCTIONNEMENTS PROGRAMMABLES

Aux différents types de sorties correspondent différentes possibilités de fonctionnement.

Les quatre types de sorties programmables sont :

- commande ON-OFF,
- commande PWM,
- commande angulaire,
- commande synchrone.

1) Commande ON-OFF :

La sortie fonctionne comme un relais piloté par une cartographie entièrement programmable.

La sortie étant ON-OFF, il est très recommandé d'utiliser le mode hystérésis dans la cartographie de pilotage de cette sortie.

2) Commande PWM :

Ce type est à sélectionner lorsque l'on veut que la sortie soit un PWM dont on peut choisir le rapport cyclique par une cartographie entièrement programmable.
On choisit aussi la fréquence du PWM, de 10 Hz à 10000 Hz (10 Hz à 1000 Hz pour les PWM software), et si on veut que la première partie de chaque cycle soit passive ou active.

3) Commande angulaire :

Une commande angulaire est un signal en créneau dont la période est le cycle moteur et dont le rapport cyclique est modulable.

Comme la période du cycle moteur varie en fonction du régime, la fréquence des créneaux varie aussi. Le rapport cyclique est piloté par une cartographie entièrement programmable.

On choisit aussi le nombre de créneaux dans le cycle moteur, et si on veut que la première partie de chaque cycle soit passive ou active.

Le cycle moteur est divisé en parties égales entre les créneaux. C'est-à-dire que si on choisit 4 créneaux, chacun fera $720^\circ/4 = 180^\circ$

Le départ de la commande angulaire n'est pas spécialement phasé : tout ce qu'on connaît, c'est le nombre de créneaux à effectuer pendant le tour moteur, et le rapport cyclique dans le créneau

4) Commande synchrone :

Une commande synchrone est une commande angulaire (voir ci-dessus) dont on peut choisir la phase de début du créneau.

La phase du premier créneau, ou la position angulaire de départ du créneau, est choisie par une deuxième cartographie entièrement programmable. Les autres créneaux du cycles (s'il y en a) suivent ensuite, régulièrement phasés dans le cycle.

OPTIONS DES SORTIES

Sortie	Commande électrique de base	Option	pin connect.	Intensité	Maxi (1 milliseconde)
1	collecteur ouvert (masse)	non	8	4A	10A
2	collecteur ouvert (masse)	non	37	4A	10A
3A	collecteur ouvert (masse)	push-pull	30	2.5A	10A
3B	collecteur ouvert (masse)	push-pull	29	2.5A	10A
4	collecteur ouvert (masse)	non	7	4A	10A
5	collecteur ouvert (masse)	non	9	4A	10A
6	collecteur ouvert (masse)	non	10	125mA	500mA

Intensité totale admissible en continu 15 Ampères

Note: Skynam peut fournir

- des relais électroniques 20 Ampères pour piloter des dispositifs demandant plus de puissance que ne le supportent les sorties ou si la puissance totale admissible est dépassée.

- des relais de transformation de commande par la masse en commande Push-pull au 12 volts.

- des relais de transformation de commande par la masse en commande Pont en H au 12 volts.

Ces boîtiers peuvent être soit à commande d'entrée électrique, soit recevoir leur commande par le CAN-bus WinjNet.

FONCTIONS DES SORTIES

SORTIES		1	2	3A	3B	4	5	6
On-Off	fixé	X	X	X	X	X	X	X
	programmable	X	X	X	X	X	X	X
	positif programmable jumelé			X				
	négatif programmable jumelé				X			
	pompe essence basse pression FISA							X
PWM	programmable	X	X	X	X	X	X	X
	positif programmable jumelé			X				
	négatif programmable jumelé				X			
	turbo 1A		X					
	turbo 1B	X						
	turbo 2	X		X				
	positif papillon électrique			X				
	négatif papillon électrique				X			
	positif moteur électrique de positionnement			X				
	négatif moteur électrique de positionnement				X			
	positif électrovanne ralenti			X				
	négatif électrovanne ralenti				X			
	positif électrovanne proportionnelle			X				
	négatif électrovanne proportionnelle				X			
	pression carburant (haute ou basse)				X		X	
	positionnement AAC admission banc 1					X		
	positionnement AAC échappement banc 1	X					X	
	positionnement AAC admission banc 2	X					X	
	avancement AAC admission banc 1					X		
	retardement AAC admission banc 1		X	X				
avancement AAC admission banc 2						X		
retardement AAC admission banc 2	X			X				
avancement AAC échappement banc 1						X		
retardement AAC échappement banc 1	X			X				
Synchrone	programmable				X		X	
	pression carburant				X		X	

Note:

Les commandes d'avancement et de retardement d'arbre à cames sont des commandes appairées pour gérer les arbres à cames variables de type BMW M3 à deux électrovannes. Si l'une est utilisée, la seconde doit l'être aussi.

METHODE GENERALE DE GENERATION DE CONFIGURATION

Plusieurs sorties peuvent effectuer la même fonction spécifique afin de pouvoir gérer les multiples combinaisons d'équipement moteur, comme par exemple la gestion du positionnement proportionnel des arbres à cames ou celle de la pression carburant, ou celle du turbo 2 : par exemple la pression carburant peut être gérée par les sorties 3B et 5, ...

Pour choisir quelle fonction affecter à quelle sortie, il est conseillé de suivre un ordre de positionnement:

1) positionner vos fonctions de gestion de l'admission si elles existent

- papillon électrique ou électrovanne ralenti (sorties 3A-3B)

2) positionner vos fonctions de gestion de pression carburant si elles existent

- haute pression carburant pour injection directe, ou basse pression carburant pour injection standard (sortie 3B, ou sortie 5 si 3B est prise par une fonction admission)

3) positionner vos gestions d'arbre à cames variables si existent

- arbre à cames banc 1 (sortie 4)
- arbre à cames banc 2 (sortie 5, ou sortie 1 si 5 est prise par fonction pression carburant)

4) positionner vos turbos si existent

- turbo 1A (sortie 2)
- turbo jumeau 1B (sortie 1, ou sortie 3A si 1 est prise par fonction arbre à cames 2, ou sortie par CAN-BUS si 3A est aussi prise par gestion admission)

- turbo séquentiel 2 (sortie 1, ou sortie 3A si 1 est prise par turbo 1A ou fonction arbre à cames 2, ou sortie par CAN-BUS si 3A est aussi prise par gestion admission ou turbo 1B)

5) positionner vos commandes programmables si existent

Sur les sorties directes encore libres, ou sur des sortie par CAN-bus.

Note:

Si certaines de vos sorties programmables – avec lesquelles vous créez des fonctions non préexistantes dans le calculateur - nécessitent d’être synchrone moteur, il faut les positionner sur les sorties directes avant toute autre fonction car les boîtiers de commande auxiliaire externes par CAN-BUS WinjNet ne gèrent pas les commandes synchrones, mais seulement des commandes PWM et On-Off.

QUELQUES EXEMPLES DE CONFIGURATIONS POSSIBLES AVEC SEULEMENT LES SORTIES DIRECTES (SANS SORTIES AUXILIAIRES CAN-BUS) :

INJECTION DIRECTE, 1 PAPILLON ELECTRIQUE, SANS TURBO, 1 OU 2 ARBRES A CAMES

COMMANDES	1	2	3A	3B	4	5	6
pompe essence basse pression FISA							X
positif papillon électrique			X				
négatif papillon électrique				X			
AAC admission banc 1					X		
AAC admission banc 2 ou AAC échappement banc 1	X						
pression carburant PWM ou synchrone						X	

INJECTION DIRECTE, 1 PAPILLON ELECTRIQUE, 1 TURBO OU 2 TURBOS SEQUENTIELS, 1 OU 2 ARBRES A CAMES

COMMANDES	1	2	3A	3B	4	5	6
pompe essence basse pression FISA							X
turbo 1A		X					
turbo 2	X						
positif papillon électrique			X				
négatif papillon électrique				X			
AAC admission banc 1					X		
pression carburant PWM ou synchrone						X	

INJECTION DIRECTE, 1 OU 2 OU 3 TURBOS (JUMENTAUX-SEQUENTIELS), 1 OU 2 ARBRES A CAMES

COMMANDES	1	2	3A	3B	4	5	6
pompe essence basse pression FISA							X
turbo 1A		X					
turbo 1B	X						
turbo 2			X				
AAC admission banc 1					X		
AAC admission banc 2 ou AAC échappement banc 1						X	
pression carburant PWM ou synchrone				X			

INJECTION DIRECTE, 1 TURBO, 2 ARBRES A CAMES A DOUBLE PILOTAGE

COMMANDES	1	2	3A	3B	4	5	6
pompe essence basse pression FISA							X
turbo 1A		X					
avance AAC admission banc 1					X		
retard AAC admission banc 1			X				
avance AAC échappement banc 1						X	
retard AAC échappement banc 1	X						
pression carburant PWM ou synchrone				X			

INJECTION STANDARD, 1 PAPILLON ELECTRIQUE, 1 OU 2 TURBOS (JUMEAUX-SEQUENTIELS), 1 OU 2 ARBRES A CAMES

COMMANDES	1	2	3A	3B	4	5	6
pompe essence basse pression FISA							X
turbo 1A		X					
turbo 1B ou turbo 2	X						
positif papillon électrique			X				
négatif papillon électrique				X			
AAC admission banc 1					X		
AAC admission banc 2 ou AAC échappement banc 1						X	

INJECTION STANDARD, 1 OU 2 OU 3 TURBOS (JUMEAUX-SEQUENTIELS), 1 OU 2 ARBRES A CAMES

COMMANDES	1	2	3A	3B	4	5	6
pompe essence basse pression FISA							X
turbo 1A		X					
turbo 1B	X						
turbo 2			X				
AAC admission banc 1					X		
AAC admission banc 2 ou AAC échappement banc 1						X	

INJECTION STANDARD, 2 TURBOS (JUMEAUX), 2 ARBRES A CAMES A DOUBLE PILOTAGE

COMMANDES	1	2	3A	3B	4	5	6
pompe essence basse pression FISA							X
turbo 1A		X					
turbo 1B	X						
avance AAC admission banc 1					X		
retard AAC admission banc 1			X				
avance AAC admission banc 2						X	
retard AAC admission banc 2				X			

XI) CAN-BUS AUXILIAIRE :

Il est possible de demander au Commander de récupérer ou d'envoyer des données sur le CAN-BUS auxiliaire.

Le Commander utilise ce CAN-BUS auxiliaire au standard 2.0B passif (identifiants 11 bits, mais laisse passer les messages à identifiant 29 bits).

On sélectionne la vitesse de transmission de ce CAN de 125 Kbits à 1 Mbit.

Un 5^{ème} type 'Injall', demande au calculateur de générer automatiquement les trames d'informations nécessaires aux tableaux de bord compatibles avec les calculateurs Sybele antérieurs, comme par exemple les tableaux de bord AIM.

La communication par CAN bus s'effectue au moyen de trames. Ce sont les unités de transmission, comme une phrase dans un texte.

Les trames transportent les informations à échanger entre les différents dispositifs connectés ensemble.

Ces informations sont les données de la trame, comme les mots sont les constituants des phrases.

Pour chaque trame à envoyer ou recevoir, on fournit son identifiant 11 bits.

Les données des trames sont constituées de 8 octets qui sont groupées en 4 valeurs 16 bits successives (LSB puis MSB = little indian) pour les trames standard, ou réparties à volonté pour les trames spécifiques.

RECEPTION DE DONNEES

1) Stockage des données :

Pour recevoir les données des trames du CAN auxiliaire, le Commander dispose de 16 variables spécifiques appelées 'variables AuxCan'.

Chacune de ces variables peut être affectée à un ou plusieurs octets de donnée des trames de réception et être utilisée ensuite dans les calculs avancés (modules de pilotages, commandes complémentaire et commandes auxiliaires).

2) Initialisation des données :

Chaque variable AuxCan peut être initialisée à une valeur choisie pour fixer sa valeur à la mise en route du calculateur, avant la réception de la première trame qui lui correspond.

3) Erreur de réception des données :

Un intervalle de temps maximum entre deux réceptions peut être défini pour chaque trame. Si cet intervalle de temps est dépassé, les variables AuxCan correspondantes sont chargées avec leur valeur d'erreur (identique à la valeur d'initialisation), et les variables erreur AuxCan corrélées sont positionnées à état erreur.

Ce contrôle d'erreur temporel peut aussi être désactivé.

EMISSION DE DONNEES

On peut fournir au système d'enregistrement de données externe ou à l'électronique d'origine du véhicule des informations dont ils ont besoin, comme par exemple le couple moteur et autre pour les boîtes de vitesse automatisées.

1) Fréquence d'émission :

Pour chaque trame, on sélectionne la période d'émission entre 10 millisecondes (100 Hz) et 10 secondes.

2) Choix des données :

Chacun des 8 octets de données (répartis en 4 données 16 bits pour les trames standard) de la trame à émettre peut avoir une valeur fixe ou être positionnée à la valeur d'une variable choisie dans la liste des dizaines de mesures et résultats de calculs connus par le calculateur, y compris les variables AuxCan elles même.

XII) QUELQUES EXEMPLES D'UTILISATION DES FONCTIONS AVANCEES:

Entre autres, ces fonctions avancées permettent au motoriste d'implémenter :

- des comptages de temps ou d'évènements,
- des procédures sophistiquées de surveillance de pannes et d'intervention, par exemple coupure moteur sur chute graduelle de pression d'huile, ...
- des commandes de type injection d'additif ou injection d'eau,
- des pilotages de vitesse régulée de moteurs électriques
- des régulations sur le moteur lui même, type post injection ou injection complémentaire, ..., ou des régulations sur des dispositifs annexes, comme la régulation de volets de conduits d'admission ou autres.
- des modifications de fonctionnement d'origine au besoin, par exemple limiteur de régime fonction du rapport de boîte de vitesse, coupure du bang-bang en fonction de la température du turbo,
- un limiteur de vitesse, ou un autre type de limiteur de démarrage d'après la vitesse véhicule reçue du CAN auxiliaire ou directement calculée par le Commander.
- ...