

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22 juillet 1985.

③0 Priorité : DE, 23 octobre 1984, n° P 34 38 781.1.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 36 du 5 septembre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : ROBERT BOSCH GMBH.
— DE.

⑦2 Inventeur(s) : Siegfried Hertzler, Gunther Hohlbaum et Berthold Seibel.

⑦3 Titulaire(s) :

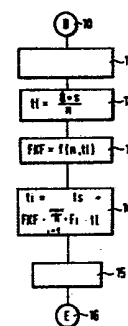
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Bert, de Keravenant et Herrburger.

⑤4 Dispositif de commande électronique pour une installation d'injection de carburant.

⑤7 a. Dispositif de commande électronique pour une installation d'injection de carburant.

b. Dispositif de commande électronique caractérisé en ce qu'on extrait d'un champ de caractéristique un facteur de correction (FKF) 13, fonction de la vitesse de rotation et du signal d'injection de base 12, que l'on détermine des valeurs intermédiaires du champ de caractéristiques, de préférence au moyen d'une interpolation triangulaire.

c. L'invention concerne un dispositif de calcul électronique, assisté d'un ordinateur, pour une installation d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne.



" Dispositif de commande électronique pour une installation d'injection de carburant. "

L'invention part d'un dispositif de
5 commande électronique pour une installation d'injection
de carburant d'un moteur à combustion interne comportant
un calculateur, des moyens de traitement pour des signaux
de détection et au moins un étage pilote pour au moins une
10 soupape d'injection, étant précisé qu'à partir des signaux
de la vitesse de rotation et, directement ou indirectement,
du débit d'air dans la tubulure d'admission, on forme un
signal d'injection de base (12) que l'on peut corriger en
fonction d'autres caractéristiques d'exploitation. A partir
15 du document DE-OS 28 40 793 on connaît un dispositif pour
déterminer, pour un moteur à combustion interne, un signal
de dosage du carburant qui, en partant du débit d'air dans
la tubulure d'admission, de la vitesse de rotation et de
quelques autres caractéristiques d'exploitation du moteur
à combustion interne, produit par voie numérique un signal
20 d'injection. En considérant les composants électroniques
dont on dispose aujourd'hui, le procédé connu n'apparaît
plus comme optimal. C'est donc l'un des objets de l'invention
de créer, avec les composants dont on dispose aujourd'hui,
un dispositif de commande pour une installation d'injection
25 de carburant qui soit d'un coût favorable au point de vue
de la production de série et qui puisse néanmoins fournir
des résultats exacts.

Le dispositif de commande électronique conforme à l'invention pour une installation d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne combine des composants électroniques modernes et d'un coût favorable de façon et avec une programmation telle que les coûts de mise à disposition soient faibles et que néanmoins le débit d'injection puisse s'adapter à l'idéal nécessaire. D'autres avantages de l'invention et des réalisations appropriées apparaissent de la description qui suit d'un exemple d'exécution.

Un exemple d'exécution de l'invention est représenté sur le dessin et il est décrit et expliqué en détail ci-dessous. La figure 1 représente un ordino-gramme pour que le calculateur détermine un signal d'injection, la figure 2 représente un champ de caractéristiques pour un facteur de correction, la figure 3 représente un schéma du champ de caractéristiques pour expliquer une interpolation par quadrilatère et la figure 4 représente un schéma correspondant pour expliquer une interpolation par triangle.

La figure 1 représente l'ordinogramme du mode de travail d'un système de calculateur connu et donc non représenté, en liaison avec une installation d'injection de carburant dans un moteur à combustion interne à allumage extérieur. Le programme commence par une étape "début" repéré par 10. Vient ensuite le chargement, repéré par 11, de différents paramètres. Le chiffre 12 repère la formation d'un signal d'injection de base comme quotient du débit d'air dans la tubulure d'admission et de la vitesse de rotation. On détermine ensuite un facteur de correction en fonction de la vitesse de rotation et du signal d'injection de base (13) à partir d'un champ de caractéristiques. Suivant le bloc 14 on compose le signal d'injection total à partir d'une valeur additive ts pour la correction de tension de batterie ainsi que d'un terme qui, à côté du signal d'injection

de base t_1 et du facteur provenant du bloc 13, contient encore une série d'autres facteurs multiplicateurs F_i . Ces facteurs complémentaires concernent par exemple l'enrichissement au démarrage, après le démarrage, en 5 marche à chaud ou en accélération, pour ne mentionner qu'un choix des différentes possibilités de correction. La valeur du signal ainsi formée est enfin éditée dans un bloc 15 et le déroulement du programme se termine en 16.

L'ordinogramme de la figure 1 est 10 sans aucun doute fortement simplifié. Des systèmes d'injection commandés par calculateur appartiennent pourtant depuis longtemps à l'état de la technique et ne représentent plus rien de particulier pour l'homme de l'art, de sorte que c'est principalement au bloc 13 qu'il 15 faut attribuer une signification avec la formation du facteur de correction FKF à partir du champ de caractéristiques.

La figure 2 montre un exemple d'un champ de caractéristiques pour facteur de correction de 20 ce type, dans lequel la valeur de correction FKF est mémorisée en fonction de la vitesse de rotation n et du signal d'injection de base t_1 . Essentielles dans le cas de l'exemple d'exécution en question sont les valeurs supports équidistantes du champ de caractéristiques se 25 rapportant aux deux variables. Dans un exemple préféré d'exécution, le facteur de correction FKF intervient dans la zone des vitesses de rotation relativement basses, par exemple entre 480 et 960 tours par minute. Selon le dessin les dix valeurs supports se trouvent dans cette zone.

30 Les valeurs de signaux efficaces du champ de caractéristiques se rapportant à l'instant d'injection de base se trouvent sur la plage entre 0,25 et 4 ms. Pour ces variables, l'intervalle pour aller au point zéro a été choisi librement, tandis que pour la vitesse de 35 rotation, cet intervalle correspond à l'intervalle des

valeurs supports.

L'exemple, représenté sur la figure 2, d'un champ de caractéristiques présente, pour dix valeurs supports de la vitesse de rotation et pour huit valeurs supports du signal d'injection de base, soit au total 80 points sur une plage située entre 0,7 et 1,4. Les valeurs intermédiaires sont interpolées. En dehors du champ de caractéristiques, on interpole sur les "lignes de bordure" et les points formant limites.

Pour l'interpolation de différentes valeurs dans le cas du champ de caractéristiques de la figure 2, est valable ce qui suit:

Habituellement, et à l'aide des micro-ordinateurs, on peut avant tout maîtriser les interpolations par quadrilatère et par triangle. L'interpolation par quadrilatère se compose de trois interpolations unidimensionnelles; dans l'interpolation par triangle, la surface d'interpolation du champ de caractéristiques est partagée en deux triangles par une diagonale du quadrilatère des valeurs supports. On va brièvement donner quelques détails sur les deux procédés d'interpolation.

Si une caractéristique - unidimensionnelle - est représentée par des valeurs discrètes et si on doit en calculer des valeurs intermédiaires, on parle d'une interpolation unidimensionnelle. Supposons les valeurs XA et XB données dans la direction x. Dans la direction y, à la valeur XA doit correspondre la valeur YA et à la valeur XB doit correspondre la valeur YB. Si on cherche une ordonnée YE correspondant à une abscisse XE, on calcule d'abord cette valeur d'après l'équation

$$(1) \quad YE = YA + \frac{YB - YA}{XB - XA} \cdot (XE - XA)$$

Il faut une interpolation bidimensionnelle si un champ - bidimensionnel - de caractéristiques est représenté par des valeurs supports discrètes et si on doit calculer des valeurs intermédiaires de ce champ de caractéristiques.

Un procédé connu pour l'interpolation bidimensionnelle est l'interpolation par quadrilatère, schématisée sur la figure 3. Pour l'interpolation, on détermine d'abord, dans la direction x et dans la direction y, les intervalles des valeurs supports sur lesquelles se trouvent les valeurs réelles XE et YE du point cherché.

Ce sont les quatre points d'équerre A, B, C et D du quadrilatère d'interpolation projeté sur le plan x-y. Puis on détermine les valeurs supports ZA, ZB, ZC et ZD correspondant à ces quatre points d'équerre A, B, C et D, c'est-à-dire les sommets du quadrilatère d'interpolation efficace. Pour déterminer Z1, on interpole dans la direction y le long de la ligne A-C selon l'équation

$$(2) \quad Z1 = ZA + \frac{(ZC - ZA) \cdot (YE - YAB)}{YCD - YAB}$$

Pour déterminer Z2, on interpole également dans la direction y le long de la ligne B-D selon l'équation

$$(3) \quad Z1 = ZB + \frac{(ZD - ZB) \cdot (YE - YAB)}{YCD - YAB}$$

Enfin on interpole entre les deux valeurs déjà obtenues Z1 et Z2 dans la direction x pour déterminer le résultat final ZE selon l'équation

$$(4) \quad ZE = Z1 + \frac{(Z2 - Z1) \cdot (XE - XAC)}{XBD - XAC}$$

Un autre procédé connu de l'interpolation est l'interpolation par triangle schématisée sur la figure 4. Dans le quadrilatère d'interpolation de sommets ZA, ZB, ZC et ZD, on trace une diagonale du sommet ZA au sommet ZD. Sur la figure 4 la valeur réelle recherchée ZE se trouve dans le triangle d'interpolation ZA-ZC-ZD.

Pour éviter des routines de multiplication et de division, une variante simplifiée pour l'interpolation par triangle est déjà connue. On prévoit pour cela des valeurs supports équidistantes et on partage l'intervalle entre les valeurs supports en seize tronçons égaux.

Dans le procédé connu mentionné, qui est un procédé par sommation, on augmente respectivement par incrément de valeur 1 les valeurs de XE et YE jusqu'à ce que, soit, XE atteigne la valeur B = 16, soit YE, atteigne la valeur C = 16. A chaque pas d'incrément, on ajoute, dans un registre d'addition, la valeur obtenue à la valeur support A. Lorsque l'on a atteint le point B ou le point C, on augmente à nouveau, par incrément de valeur 1, jusqu'à 16, la valeur restante YE ou XE. A chaque pas d'incrément, on ajoute la valeur obtenue à la valeur support B ou C pour obtenir la valeur d'addition. On augmente alors respectivement de 1 à 16 le nombre de pas d'incrément atteint jusqu'ici et on ajoute la valeur obtenue à la valeur support D pour obtenir la valeur d'addition. Comme résultat final, le registre d'addition contient le produit par 16 de la valeur d'interpolation ZE:

$$(5a) \quad 16 \cdot ZE = (16 - XE) \cdot ZA + (XE - YE) \cdot ZB + YE \cdot ZD$$

ou, après transformation,

$$(6a) \quad ZE + ZA + \frac{1}{16} \cdot (ZB - ZA) \cdot XE + (ZD - ZB) \cdot YE$$

Ceci est valable pour le cas où la valeur réelle se trouve dans le triangle A-B-D. Si, comme sur la figure 4, la valeur réelle se trouve dans le triangle A-C-D, les formules 5 et 6 ont la forme

$$(5b) \quad 16 \cdot ZE = (16 - YE) \cdot ZA + (YE - XE) \cdot ZC + XE \cdot ZD$$

$$(6b) \quad ZE = ZA + \frac{1}{16} (ZD - ZC) \cdot XE + (ZC - ZA) \cdot YE$$

L'interpolation par quadrilatère présente les inconvénients que l'on doit disposer d'un volume de programmation relativement important et qu'il faut un temps de passage relativement long avant de disposer du résultat final. L'interpolation par triangle présente, par rapport à l'interpolation par quadrilatère, l'avantage d'un volume de programme plus faible, mais l'inconvénient d'une durée de passage plus élevée. Dans le cas de l'utilisation

dans les ordinateurs de bord des véhicules automobiles, ce sont avant tout l'encombrement et le coût d'un ensemble informatique qui joue toutefois un grand rôle. On recherche en permanence des composants d'un prix intéressant et peu encombrants et permettant néanmoins d'apporter un confort de conduite plus élevé.

Pour l'interpolation par triangle, on partage tout d'abord, à l'aide de la diagonale passant par ZA et ZD, en les deux triangles ZA-ZB-ZD et ZA-ZC-ZD la surface délimitée par les quatre sommets ZA, ZB, ZC et ZD.

Si on désigne les coordonnées du point à interpoler par XE, YE et ZE, les coordonnées de la valeur support A par XAB, YAB et ZA, les coordonnées de la valeur support B par XBD, YAB et ZB, les coordonnées de la valeur support C par XAC, YCD et ZC et les coordonnées de la valeur support D par XBD, YCS et ZD, on a pour la coordonnée Z d'un point du triangle ZA-ZB-ZD la relation

$$(7) \quad ZE = ZA + \frac{(ZB-ZA) \cdot (XE-XAC)}{XBD - XAC} + \frac{(ZC-ZA) \cdot (YE-YAB)}{YCD-YAB}$$

On prévoit une distribution équidistante des valeurs supports et, de façon plus précise, à un intervalle de puissance de deux. Selon l'invention, on a choisi l'intervalle $XBD-XAC = 16$ et $YCD-YAB = 16$. Les équations (7) et (8) se simplifient alors en

$$(9) \quad ZE = ZA + \frac{1}{16} (ZB-ZA) \cdot (XE-XAC) + (ZD-ZB) \cdot (YE-YAB)$$

$$(10) \quad ZE = ZA + \frac{1}{16} (ZD-ZC) \cdot (XE-XAC) + (ZC-ZA) \cdot (YE-YAB)$$

Pour exécuter l'interpolation conforme à l'invention, on détermine tout d'abord, dans la direction x et dans la direction y, les intervalles de valeurs supports dans lesquels se trouvent les valeurs réelles XE et YE de la valeur intermédiaire recherchée, c'est-à-dire les quatre sommets A, B, C et D du quadrilatère d'interpolation de sommets ZA, ZB, ZC et ZD projeté dans le plan x-y. Aux inter-

valles de valeurs supports obtenues correspondent les valeurs supports correspondantes ZA, ZB, ZC et ZD. On détermine ainsi le triangle d'interpolation dans lequel se trouve le point recherché. Enfin, on calcule la valeur d'interpolation ZE selon l'équation (9) ou (10).

On décrit en détail ci-dessous le déroulement de ce calcul.

Dans une mémoire du système informatique se trouve un tableau des valeurs supports. Dans ce tableau des valeurs supports, à chaque point support A de coordonnées XAC et YAB correspond une valeur support ZA à chaque point B de coordonnées XBD et YAB correspond une valeur support ZB,

On détermine tout d'abord la valeur support de base A dans un champ de caractéristiques 16x16. Des valeurs réelles en huit bits du point que l'on cherche à interpoler, dans la direction x et dans la direction y, on fait respectivement subir aux quatre bits les plus significatifs une troncature et on les compose pour obtenir une nouvelle valeur en huit bits. Ceci donne l'adresse pour le tableau des valeurs supports.

Puis on fait subir une troncature aux quatre bits les moins significatifs de la valeur recherchée, dans la direction y; on en déduit la valeur réelle YE-YAB entre les valeurs supports A et C.

On détermine alors si XE est supérieur à YE. Si c'est le cas, l'interpolation se fait dans le triangle A-B-D.

Pour cela on adresse tout d'abord la valeur support ZA et on lit dans le tableau des valeurs supports la valeur correspondante. Puis on adresse la valeur support ZB et on lit dans le tableau des valeurs supports, la valeur correspondante.

Puis on calcule la différence ZB-ZA. Enfin, on multiplie cette différence ZB-ZA par la valeur réelle XE-XAC. Ceci donne le premier produit P1.

On adresse alors la valeur support ZD et on lit dans le tableau des valeurs support la valeur correspondante. On obtient le calcul et la différence ZD-ZA. La multiplication de la différence ZD-ZA par la
5 valeur réelle YE-YAB donne le deuxième produit P2.

Puis on ajoute le premier produit P1 et le deuxième produit P2. On divise le résultat de l'addition par seize, ceci se faisant par un décalage de la somme de quatre bits vers la droite.

10 Puis on additionne la valeur support ZA. Le résultat est la valeur d'interpolation ZE selon l'équation (9).

Si la valeur y réelle YE-AYB est supérieure à la valeur y réelle XE-XAC, il faut interpoler
15 dans le triangle A-C-D.

Dans ce but on adresse d'abord la valeur support ZA et on lit dans le tableau de valeur support la valeur correspondante. Puis on adresse la valeur support ZC et on lit dans le tableau des valeurs supports
20 la valeur correspondante. Puis on calcule la différence ZC-ZA. Enfin, on multiplie cette différence ZC-ZA par la valeur y réelle YE-YAB; ceci donne un produit P1.

Comme pas suivant, on adresse la valeur support ZD et on lit dans le tableau des valeurs supports
25 la valeur correspondante. On calcule alors la différence ZD-ZC. Enfin, on multiplie cette différence ZD-ZC par la valeur x réelle XE-XAC, ce qui donne le deuxième produit P2.

On additionne alors le premier produit P1 et le second produit P2. On divise alors le total obtenu
30 par seize, ceci se fait de façon simple en décalant la somme de quatre bits vers la droite. Puis on ajoute la valeur support ZA. Le résultat est la valeur d'interpolation ZE selon l'équation (10).

REVENDICATIONS

1°) Dispositif de commande électro-
nique pour une installation d'injection de carburant d'un
moteur à combustion interne comportant un calculateur, des
5 moyens de traitement pour des signaux de détection et au
moins un étage pilote pour au moins une soupape d'injection,
étant précisé qu'à partir des signaux de la vitesse de
rotation et, directement ou indirectement, du débit d'air
dans la tubulure d'admission, on forme un signal d'injection
10 de base (12) que l'on peut corriger en fonction d'autres
caractéristiques d'exploitation, caractérisé en ce qu'on
extrait d'un champ de caractéristiques un facteur de
correction (FKF) (13), fonction de la vitesse de rotation
et du signal d'injection de base (12), que l'on détermine
15 des valeurs intermédiaires du champ de caractéristiques,
de préférence au moyen d'une interpolation triangulaire.

2°) Dispositif de commande électronique
selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour le
champ de caractéristiques on prévoit un intervalle équidistant
20 pour les valeurs supports.

3°) Dispositif de commande électronique
selon la revendication 2, comportant un procédé pour le
calcul de valeurs d'un champ de caractéristiques intermé-
diaires entre des valeurs supports discrètes données à
25 l'aide d'une interpolation triangulaire linéaire au moyen
d'un micro-calculateur, dans lequel

- on entre les coordonnées x (XE) et les
coordonnées y (YE) de la valeur intermédiaire recherchée
(ZE),

30 - on détermine les valeurs supports les
plus proches, dans le sens x négatif et positif (XAC, XBD)
et les valeurs supports les plus proches dans le sens y
négatif et positif (YAB, YCD),

- on détermine les points formant limites
35 de l'intervalle des points supports ($A = XAC + YAB$,

$B = XBD + YAB$, $C = XAC + YCD$, $D = XBD + YCD$, dans lesquels se trouvent les coordonnées x y (XE , YE) de la valeur intermédiaire (ZE),

- on fait correspondre aux points formant limites (A , B , C , D) les valeurs supports (ZA , ZB , ZC , ZD) correspondantes que l'on peut prendre dans un tableau de valeurs supports mémorisées,

- on partage en deux triangles d'interpolation ($ZA-ZB-ZD$, $ZA-ZC-ZD$), par une diagonale ($A-D$), le quadrilatère formé à partir des valeurs supports (ZA , ZB , ZC , ZD),

- on détermine le triangle d'interpolation ($ZA-ZB-ZD$ ou $ZA-ZC-ZD$) correspondant à la valeur intermédiaire (ZE)

- on établit la valeur intermédiaire (ZE) à l'aide de l'équation correspondante

$$(7) \quad ZE = ZA + \frac{(ZB-ZA) \cdot (XE-XAC)}{XBD - XAC} + \frac{(ZD-ZB) \cdot (YE-YAB)}{YCD - YAB}$$

ou

$$(8) \quad ZE = ZA + \frac{(ZD-ZC) \cdot (XE-XAC)}{XBD - XAC} + \frac{(ZC-ZA) \cdot (YE-YAB)}{YCD - YAB}$$

caractérisé par ce qui suit:

- pour l'interpolation on introduit une distribution équidistante des valeurs supports en direction x et en direction y ,

- cette distribution des valeurs supports se fait à l'intervalle d'une puissance de 2,

- dans les équations connues (7 ou 8) pour établir la coordonnée z de la valeur intermédiaire recherchée (ZE), on remplace $XBD-XAC$ par 2^n et $YCD-YAB$ par 2^n .

4°) Dispositif de commande selon la revendication 3, caractérisé en ce que la division par 2^n se fait dans le micro-ordinateur par un décalage à droite d'un nombre correspondant de bits.

5°) Dispositif de commande selon la

revendication 4, caractérisé en ce que l'on calcule la valeur intermédiaire (ZE) d'après l'équation

$$ZE = ZA + \frac{1}{16} (P1 + P2),$$

étant précisé que selon chaque fois la position du triangle d'interpolation correspondant, le premier produit (P1) est donné par

$$P1 = (ZB - ZA) \cdot (XE - XAC)$$

ou
$$P1 = (ZD - ZC) \cdot (XE - XAC)$$

et le deuxième produit (P2) par

10
$$P2 = (ZD - ZB) \cdot (YE - YAB)$$

ou
$$P2 = (ZC - ZA) \cdot (YE - YAB)$$

6°) Dispositif de commande selon la revendication 4 ou la revendication 5, caractérisé par les pas suivants:

- 15 - Déterminer la valeur support de base (A),
- Déterminer la coordonnée x (XE) entre les valeurs supports (A, B) dans la direction x,
- Déterminer la coordonnée y (YE) entre les valeurs supports (A, C) dans la direction y,
- 20 - Comparer les valeurs des deux coordonnées (XE, YE),
- Déterminer le triangle correspondant des valeurs supports (A-B-D ou A-C-D),
- Interpoler dans le triangle correspondant des valeurs supports ((A-B-D ou A-C-D) avec l'équation correspondante,
- 25 - Editer la valeur intermédiaire ainsi calculée (ZE).

7°) Dispositif de commande selon la revendication 5 ou la revendication 6, caractérisé par les pas suivants pour déterminer la valeur support de base (A) à partir du tableau des valeurs supports:

- 30 - les quatre bits les moins significatifs des valeurs réelles en huit bits dans la direction x font l'objet d'une troncature,
- les quatre bits les moins significatifs des valeurs réelles en huit bits dans la direction y font l'objet d'une troncature,
- 35

- les deux valeurs en bits ainsi obtenues sont composées pour donner une nouvelle valeur en bits,
- la nouvelle valeur en bits est utilisée comme adresse pour le tableau des valeurs supports.

5 8°) Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que pour déterminer la coordonnée x réelle (XE-XAC), les quatre bits les moins significatifs dans la direction x font l'objet d'une troncature.

10 9°) Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que pour déterminer la coordonnée y réelle (YE-YAB), les quatre bits les moins significatifs dans la direction y font l'objet d'une troncature.

15 10°) Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que pour déterminer le triangle d'interpolation correspondant

- on forme la différence (XE-XAC) - (YE-YAB) des deux coordonnées (XEXAC), (YE-YAB),

20 - dans le cas ((XE-XAC)>(YE-YAB) on interpole dans le triangle A-B-D et

- dans le cas (XE-XAC)<(YE-YAB) on interpole dans le triangle A-C-D.

25 11°) Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé par les pas suivants pour interpoler dans le triangle correspondant des valeurs supports (A-B-D ou A-C-D) pour obtenir le premier produit (P1):

- Adresser la première valeur support (ZA) du triangle d'interpolation et lire la valeur support (ZA) dans le
- 30 tableau des valeurs supports,
- adresser la deuxième/troisième valeur support (ZB ou ZC) du triangle d'interpolation et lire cette valeur (ZA ou ZC) dans le tableau des valeurs support,
- 35 - calculer la différence de ces valeurs supports (ZB-ZA ou ZC-ZA),

- multiplier cette différence (ZB-ZA ou ZC-ZA) par la valeur réelle de la coordonnée x/ de la coordonnée y (XE-XAC ou YE-YAB).
- 5 12°) Dispositif de commande selon 1'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé par les pas suivants pour interpoler dans le triangle correspondant des valeurs supports (A-B-D ou A-C-D) pour obtenir le deuxième produit (P2):
- 10 - Adresser la quatrième valeur support (ZD) et lire cette valeur support (ZD) dans le tableau des valeurs supports,
- Calculer la différence entre la quatrième (ZD) et la première (ZA) valeur support (ZD-ZA),
- Multiplier cette différence (ZD-ZA) par la valeur réelle de la coordonnée y/de la coordonnée x (YE-YAB ou XE-XAC).
- 15 13°) Dispositif de commande selon les revendications 11 et 12, caractérisé par les pas suivants pour le calcul de la valeur intermédiaire cherchée (ZE):
- 20 - Additionner le premier produit (P1) et le second produit (P2) pour obtenir un total intermédiaire,
- Diviser par seize en décalant de quatre bits vers la droite la valeur du total intermédiaire,
- Ajouter la première valeur support (ZA).

5 12°) Dispositif de commande selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé par les pas suivants pour interpoler dans le triangle correspondant des valeurs supports (A-B-D ou A-C-D) pour obtenir le deuxième produit (P2):

- 10 - Adresser la quatrième valeur support (ZD) et lire cette
valeur support (ZD) dans le tableau des valeurs supports,
- Calculer la différence entre la quatrième (ZD) et la
première (ZA) valeur support (ZD-ZA),
- Multiplier cette différence (ZD-ZA) par la valeur réelle
15 de la coordonnée y/de la coordonnée x (YE-YAB ou XE-XAC).

13°) Dispositif de commande selon les revendications 11 et 12, caractérisé par les pas suivants pour le calcul de la valeur intermédiaire cherchée (ZE):

- Additionner le premier produit (P1) et le second produit (P2) pour obtenir un total intermédiaire,
- Diviser par seize en décalant de quatre bits vers la droite la valeur du total intermédiaire,
- Ajouter la première valeur support (ZA).

