

L'option IESP proposition d'une progression

par A. BERNARD et J.-L. VIDAL
LET des Catalins - 26200 Montélimar

Nous enseignons l'option IESP (anciennement SPI) depuis 1987. Nous en avons expérimenté les premiers programmes à l'élaboration desquels nous avons participé. Notre objectif a toujours été de transmettre à nos élèves une culture générale leur permettant d'être des utilisateurs conscients de l'informatique dans un laboratoire : l'informatique doit toujours être un moyen et non une fin. L'expérience acquise par nos élèves est réutilisée en première et terminale F₆ (chimie de laboratoire) ; l'ordinateur est devenu, dans cette section, un outil de travail ordinaire.

Nous allons vous exposer la progression que nous avons adoptée en essayant, chaque fois, de préciser les objectifs. Nous avons tenté de représenter cette progression sous forme graphique (doc 1). Tous les points du programme apparaissent mais pas forcément dans l'ordre !

Pour atteindre ces objectifs, nous avons été amenés à réaliser un certain nombre d'outils aussi bien matériels que logiciels. Des documents complémentaires concernant ces outils seront publiés ultérieurement*.

L'année débute par l'étude de la notion de mémoire : nous avons réalisé une maquette de mémoire «1 bit» sur laquelle on peut dégager les concepts de donnée binaire, d'écriture et de lecture. On définit alors la numération binaire et ses équivalents décimaux et hexadécimaux. Une autre maquette que nous avons réalisée permet de gérer une mémoire 16*4, de dégager les concepts d'horloge, de bus d'adresses et de données. Cette maquette permet aussi de découvrir la notion de programme et la notion de CODE : les données binaires ont un sens uniquement si un code est défini.

* Dans un polycopié «Spécial informatique» à paraître (U.d.P.).

Avec cette maquette les élèves réalisent des programmes de commande d'un «chenillard», d'un moteur pas à pas ; ils écrivent des mots ou des phrases codés que d'autres groupes viennent lire avant de les décoder, ils se familiarisent avec les codes binaires et leurs équivalents hexadécimaux. On peut déjà parler de l'organisation de la mémoire d'un ordinateur, des disquettes et du disque dur.

On passe alors à la description de MSDOS : il ne s'agit pas d'une étude exhaustive, l'essentiel reste le concept d'arborescence et seules quelques instructions sont utilisées (MD, RD, CD, COPY...), chaque groupe de deux élèves dispose d'une disquette qu'il utilisera tout au long de l'année.

On peut alors commencer à utiliser TURBO PASCAL (version 5.0) : il s'agit d'une étude très limitée, il n'est pas question de former des programmeurs mais d'explicitier les structures utilisées dans les logiciels d'acquisition de données. Les programmes restent toujours très simples et sont toujours orientés vers la communication de l'ordinateur avec son environnement. Nous voyons : les notions de données et de variables, la notion d'affectation (on réinvestit la notion de mémoire) les instructions READLN et WRITELN (communication de la machine avec le clavier et l'écran). Nous avons créé pour le système d'acquisition de données que nous utilisons (PCM, à la conception duquel nous avons collaboré), une bibliothèque d'instructions, en turbo pascal, très simples à utiliser.

Nous continuons par l'étude des entrées sorties «logiques» du système d'acquisition de données. Les élèves construisent des programmes de commande de relais, de buzzer ; ils comprennent comment un ordinateur peut «savoir» si un interrupteur est ouvert ou fermé et afficher son état. L'étude de la structure alternative permet d'enrichir les applications : les élèves étudient une régulation de niveau en tout ou rien (électrovanne et pressostat) et la régulation de la température d'un four.

La structure répétitive est limitée à l'étude de REPEAT..UNTIL, elle débouche sur le commande d'un moteur pas à pas, sur la notion de compteur logiciel. La synthèse est effectuée avec la réalisation d'un programme de commande de burette programmable (nous sommes au mois de novembre).

Nous introduisons alors l'utilisation d'un «tableur» - grapheur très simple à utiliser : GBA (graph in the box analytic). Les élèves le maîtrisent rapidement et il s'avère largement suffisant jusqu'en terminale. Précisons que tous les logiciels que nous mettons à la disposition des élèves séparent nettement acquisition et traitement des données : chaque fois GBA permet le traitement, l'édition graphique, et la gestion des fichiers.

Nous mettons en place des méthodes de travail pour les T.P. : organisation de l'acquisition des données, jugement critique, gestion des données et des graphiques, rédaction d'un compte-rendu. Les élèves tracent la caractéristique d'un résistor, étalonnent un ressort : l'outil de régression linéaire disponible dans GBA est utilisé. On compare ses résultats avec les résultats obtenus «à la main». On insiste sur les précautions à prendre pour utiliser cette technique.

On passe ensuite à l'étude du CAN (Convertisseur Analogique Numérique) sur une maquette. La fonction est étudiée et les élèves doivent constater qu'il s'agit d'un «voltmètre numérique». Ils lisent l'état d'un MOT binaire et, après étalonnage du CAN, ils en déduisent la tension d'entrée qu'ils contrôlent avec un voltmètre. En TURBO PASCAL ils utilisent un des CAN de PCM (le même que celui de la maquette) pour construire un voltmètre numérique qu'ils étalonnent (GBA). Un travail important est alors conduit sur les erreurs de conversion et la précision des mesures. Les élèves font évoluer leur programme pour obtenir un voltmètre «intelligent» qui arrête l'affichage lorsque la précision est insuffisante.

Nous poursuivons avec l'étude du CNA (Convertisseur Numérique Analogique) : étude de la fonction sur une maquette, communication avec un ordinateur : nous utilisons le CNA de PCM (le même que celui de la maquette). En TURBO PASCAL les élèves réalisent un générateur programmable qu'ils étalonnent avec GBA.

Vient ensuite l'étude des capteurs.

Nous commençons par un capteur de température (AD 590 Analog Device) qui est un convertisseur température-courant. Les élèves étalonnent le capteur (GBA), étudient la dispersion du nuage de points autour de la droite moyenne (linéarité, précision), utilisent le capteur pour mesurer une température. Nous poursuivons le même travail avec

un capteur de pression (MPX10D Motorola) utilisé en capteur de niveau.

Nous faisons alors un bilan sur l'exploitation des résultats de mesure, nous montrons aux élèves que si le capteur est «linéaire» on peut compacter l'ensemble des mesures sous forme de trois nombres (pente, ordonnée à l'origine, dispersion du nuage de points). Toutes les données sont conservées par les élèves sous forme de fichiers. Nous faisons aussi un bilan sur les capteurs : étendue de mesure, sensibilité, etc.

L'étude d'une thermistance permet de montrer que tous les capteurs ne sont pas «linéaires» et quel est l'intérêt de la linéarité.

Nous continuons autour du thème «thermomètre numérique» : comment faire communiquer le capteur et l'ordinateur ? (nous sommes au mois de février). Après quelques rappels d'électronique on aborde la solution du problème (conversion courant tension à l'aide d'un A-OP inverseur monté en sommateur de courant). Le montage est réalisé et contrôlé par les élèves, il est ensuite raccordé au capteur. L'ensemble constitue un convertisseur température-tension qui est étalonné. En TURBO PASCAL le programme «voltmètre» est modifié pour obtenir un thermomètre numérique qui est étalonné à l'aide d'un logiciel de saisie pas à pas.

Un thème «générateur programmable» vient compléter la partie électronique. Le CNA délivre une tension de 0 à 2,55 V (10 mA) et on veut construire un générateur ± 5 V (1 A). La méthode est la même que plus haut : Étude de la solution, réalisation et essai du montage, (sommateur de tension + A-OP non inverseur), programme en TURBO PASCAL, étalonnage.

Un chapitre spécial utilise tout ce qui a été vu pour dégager les concepts de calibrage et d'étalonnage d'une chaîne d'acquisition de données. Les montages «thermomètre» et «générateur» réalisés par les élèves ont été implantés sur des circuits imprimés et les élèves disposent de ces outils en permanence : ce sont ces modules qui sont étalonnés dans ce chapitre.

Nous poursuivons (nous sommes au mois de mai) avec l'étude d'un thermostat : celui-ci utilise le capteur de température, un comparateur et un relais (logique câblée). Avec TURBO PASCAL les élèves réalisent

la même fonction en logique programmée. L'étude du fonctionnement du thermostat est effectuée avec un logiciel de saisie en fonction du temps que les élèves apprennent à maîtriser.

L'année se termine avec l'étude des fonctions logiques : chaque fois que c'est possible on montre aux élèves que les mêmes fonctions existent en logique programmée.

Quand l'occasion se présente, dans le courant de l'année, des informations sont données sur la liaison série, parallèle et sur le fonctionnement de l'ordinateur.

Nous avons conscience que ce qui précède demeure très général : la totalité des outils matériels (disponibles en 8 exemplaires) autour desquels est structuré notre cours, nous l'avons conçue et réalisée pour fonctionner avec PCM. Seuls certains éléments (voir liste) sont actuellement commercialisés. La bibliothèque d'instructions en TURBO PASCAL peut être construite pour n'importe quel système d'acquisition de données.

Pour le reste, vous pouvez nous écrire si vous souhaitez obtenir des informations complémentaires.

OPTION IESP : LISTE DU MATÉRIEL UTILISÉ

- * Matériel en 8 exemplaires.
- * 1 PC + 1 imprimante.
- * 1 système d'acquisition de données (E/S logiques et analogiques, relais commandé) + bibliothèque d'écriture-lecture en turbo pascal (ou un autre langage).
- * 1 platine mémoire 16*4.
- * 1 moteur pas à pas et sa carte de commande (commande possible avec la platine mémoire ou avec les sorties logiques).
- * 1 alimentation ± 12 V, 5 V (1 A).
- * 1 potentiomètre 10 k Ω .
- * 2 multimètres simples.
 - 4 multimètres 20.000 points (étalonnages).
 - 4 capteurs tout ou rien (thermostat).
 - 4 capteurs tout ou rien (pressostat).

- 4 électrovannes.
- 4 petits fours chauffés par une résistance.
- * Petits fours chauffés par une lampe.
- 4 cuves pour la régulation de niveau (tout ou rien).
- * 1 maquette CNA.
- * 1 maquette CAN.
- * 1 capteur analogique de température (AD 590 analog device).
- 4 capteurs analogiques de pression (MPX10D motorola).
- 4 bains thermostatiques.
- 4 colonnes graduées pour l'étalonnage des capteurs de pression.
- * 1 thermomètre (15 à 40°C ou - 5 à + 105°C) conditionné au format (0 à 5 V) des entrées analogiques : capteur AC 2626 analog device (AD 590 dans un tube «inox»)
- * 1 générateur ± 5 V (1 A) commandé par le CNA (caractéristiques de dipôles).
- * 1 maquette A-OP de puissance ($I_s > 500$ mA) : tda 2030.
- * 1 moteur analogique 12 V.
- * 1 jeu de résistors.
- * 1 thermistance.
- * 2 multimètres isolés permettant de s'affranchir des problèmes de masse.

DIVERS :

Burettes programmables, haut-parleurs, micros, capteurs «solaires» (silicium amorphe), thermomètre étalon à quartz.

LOGICIELS :

GBA (graph in the box analytic) : disponible à la camif.

Turbo pascal 5.0 (mais la version 4.0 est suffisante).

Logiciel de saisie «pas à pas».

Logiciel de saisie en fonction du temps.

Logiciel de mécanique.

Logiciel de pH-métrie.

ADRESSE DES FOURNISSEURSComposants électroniques :

RS COMPOSANTS - Rue Becquerel - B.P. 453 - 60031 Beauvais.

Capteurs de pression SENSYMTRONIC (équivalents à motorola) :

CDA - 3, impasse de Lorraine - 38130 Echirolles.

L'entreprise ATFJ fabrique et commercialise un certain nombre de nos réalisations : PCM : centrale d'acquisition de données, platine mémoire 16*4, maquette CAN, maquette CNA.

ATFJ - 6, avenue du Mont Saint-Michel - 73000 Barberaz.

Doc 1

