Électronique et communication

BTS industriels

Cours et exercices corrigés

Claude BERGMANN
Inspecteur général de l'Education Nationale

François ALIN
Professeur en classes préparatoires au lycée Sadi Roosevelt (Reims)

Carol DARRAULT
Inspecteur pédagogique régional, Sciences et techniques industrielles (Poitiers)

Eric GARNIER
Inspecteur pédagogique régional, Sciences et techniques industrielles (Nantes)

DUNOD

Consultez nos parutions sur dunod.com



Illustration de couverture : Digital Vision®

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

DANGER
LE PHOTOCOPILLAGE TUE LE LIVRE

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).

© Dunod, Paris, 2010

ISBN 978-2-1005-5481-2

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Introduction • Communication : une approche polymorphe 1
Les objectifs de cet ouvrage 1
Présentation 1
Un exemple de système communicant 2
Outils d'application 4

Chapitre 1 • Architecture fonctionnelle des réseaux 7
1.1 Contexte technique 7
1.2 Architecture en couche 8
1.2.1 Modèle à deux couches 9
1.2.2 Le modèle OSI de l'ISO 10
1.2.3 Modèle TCP/IP 11
1.2.4 Parallèle entre le modèle OSI et le modèle TCP/IP 11
1.3 Organisation des données 13
1.3.1 L'encapsulation 13
1.3.2 Multiplexage et démultiplexage 14
Exercices 16
Solutions 17

Chapitre 2 • Les liaisons séries basiques 19
2.1 La communication série 19
2.1.1 Liaison parallèle, liaisons séries synchrone et asynchrone 19
2.1.2 Les différents modes d'exploitation d'une liaison série 21
2.2 La liaison point à point EIA-232 23
2.2.1 Pourquoi connaître la norme EIA-232 ? 23
2.2.2 Le codage utilisé dans une liaison EIA-232 25
2.2.3 Rôle et utilisation des circuits d'adaptation de niveau 29
2.2.4 La trame RS232 31
2.2.5 Notions utiles sur les transmissions sérielles 36
2.2.6 Les signaux de la recommandation V24 encore utilisés par les électroniciens 37
2.2.7 Interconnexion des matériels 40
2.2.8 Comment fonctionne la liaison série utilisée dans le système de contrôle de l'énergie hydroélectrique présenté en début d'ouvrage ? 41
2.2.9 Le contrôle de flux 43
2.2.10 Quelques exemples de modules de communication basés sur l'EIA 232 43

© Dunod – La photocopie non autorisée est un délit.

2.2.11 Protocole de communication utilisé dans un nivomètre 45
2.3 Les liaisons séries différentielles RS422 et RS485 50
2.3.1 Qu'est-ce qu'une liaison différentielle ? 50
2.3.2 La liaison série différentielle RS422 54
2.3.3 La liaison série différentielle RS485 54
2.3.4 Comparaison entre RS232, RS422 et RS485 54
2.3.5 Exemples de circuits d'adaptation entre liaison de type mode commun et liaison différentielle 56
Exercices 58
Solutions 59

Chapitre 3 • Le protocole Ethernet 62
3.1 Couche physique 62
3.1.1 Topologies courantes 62
3.1.2 Technologie Ethernet 64
3.1.3 Règles de communication 67
3.1.4 L'adresse physique 67
3.1.5 Format des trames Ethernet 68
Exercices 70
Solutions 71

Chapitre 4 • La Pile TCP/IP 73
4.1 Protocole TCP/IP 73
4.1.1 La pile TCP/IP 74
4.1.2 Remise de paquet en mode non connecté 75
4.1.3 Protocole ARP 85
4.1.4 Acheminement ou routage 87
4.2 La couche transport 92
4.2.1 Identification du destinataire final (UDP) 92
4.2.2 Transport en mode connecté (TCP) 94
Exercices 100
Solutions 102

Chapitre 5 • Ouverture vers d'autres réseaux 104
5.1 Le bus i2C 104
5.1.1 Un peu d'histoire 104
5.1.2 Caractéristiques électriques du bus I2C 104
5.1.3 Prise de contrôle, terminologie, condition de départ et d'arrêt 108
5.1.4 Conditions de changement d'état et de validité des données 108
5.1.5 Ttrame I2C, adressage des composants sur le bus 108
5.1.6 Fonctionnement en maître/esclave, écriture et lecture 110
5.1.7 Synchronisation des horloges et gestion des conflits sur le bus 111

5.2 Le bus CAN 117
5.2.1 Introduction 117
5.2.2 Naissance du Bus CAN 117
5.2.3 Nécessité de ce nouveau Bus 117
5.2.4 Caractéristiques fondamentales 118
5.2.5 Propriétés caractéristiques 120
5.2.6 Protocole 120
5.2.7 Traitement des erreurs 123
5.2.8 Supports physiques 124
5.3 Le bus LIN 124
Exercices 126
Solutions 130

Chapitre 6 • Modélisations des signaux 132
6.1 L'impulsion de Dirac 132
6.2 La fonction échantillonnage $\delta_T(t)$ 135
6.3 La « fonction échelon » 135
6.4 La « fonction porte » 136
6.5 La « fonction triangle » 137
6.6 Approximation d'une fonction bornée 139
6.7 Approximation d'une fonction périodique par une série de Fourier 143
6.8 Approximation d'une fonction non périodique 146
6.9 La transformée de Fourier 147

Chapitre 7 • Les signaux déterministes modélisations 150
7.1 Transformée de Fourier de la fonction d'échantillonnage 151
7.2 Relations entre transformée de Fourier et décomposition en série de Fourier 156
7.3 Transformées de Fourier des fonctions périodiques 156
7.4 Translation d'une fonction dans le domaine fréquentiel 157
7.5 Exemples de transformée de Fourier 158
7.6 La Fonction triangulaire appelée *tri (t)* 159
7.7 Fonction périodique en dent de scie 159
7.8 Influence d'une fenêtre d'observation 161
7.9 Transformées des fonctions d'autocorrélation et d'intercorrélation des signaux 163
7.10 Théorème de Parseval 165

Chapitre 8 • Échantillonnage et restitution des signaux 169
8.1 L'opération d'échantillonnage 169
8.2 Échantillonneur à impulsions 170

© Dunod – La photocopie non autorisée est un délit.

8.3 Échantillonneur numérique 171
8.4 Transformée de Fourier (signal échantillonné) 172
8.4.1 Périodicité 172
8.4.2 Transformée inverse 173
8.5 Le théorème de Shannon 176
8.6 Filtres anti-repliement 178
8.7 Restitution des signaux — opération de blocage 180
8.8 Le bloqueur d'ordre 0 (B0) 180
8.8.1 Principe 180
8.8.2 Schéma équivalent du B.0 181
8.8.3 Réponse fréquentielle du B.0 182
8.9 Le bloqueur d'ordre 1 184
8.10 Sur-échantillonnage d'un signal 188
8.11 Sous-échantillonnage d'un signal 188

Chapitre 9 • Les Signaux Aléatoires 192
9.1 Définition processus aléatoire 192
9.2 Définition signal aléatoire 193
9.3 Définition variable aléatoire 194
9.4 Stationnarité et ergodisme 194
9.4.1 Processus ergodique 194
9.4.2 Signal stationnaire 195
9.5 Densité spectrale des signaux cyclostationnaires (DSP) 196
9.6 Enveloppe Complexe d'un signal 196
9.6.1 Principe de la transformation de Hilbert 196
9.6.2 Représentation des signaux passe-bande 200
9.7 Les modulations analogiques 201
9.7.1 Les modulations d'amplitude 201
9.7.2 Démodulations d'amplitude 202
9.7.2 Les modulations de fréquence et de phase 205
9.7.3 Modulations de fréquence et de phase dans le domaine fréquentiel 207

Chapitre 10 • La transmission des signaux numériques 214
10.1 Source des signaux numériques 214
10.1.1 Définitions des sources 214
10.1.2 Applications 215
10.2 Fonction d'autocorrélation et densité spectrale de puissance 217
10.3 Codages en lignes des signaux numériques 221
10.3.1 Codage NRZ bipolaire 221
10.3.2 Codage Manchester 222

10.3.3 Codage Miller 225
10.3.4 Codage haute densité binaire d'ordre n 227
10.3.5 Codage nBmB 227
10.4 Génération des signaux numériques m-aires 229

Chapitre 11 • Le filtrage numérique 237
11.1 Le rôle du filtrage 237
11.2 Critères de performance d'un filtre 239
11.3 Conception d'un filtre numérique 240
11.4 Introduction au formalisme d'étude des systèmes numériques 241
11.4.1 Simulation d'un filtre analogique 241
11.4.2 Principe de l'approximation numérique 242
11.4.3 Fonction de transfert numérique 242
11.5 Transformée en z 243
11.5.1 Rappels sur les signaux échantillonnés et définitions 243
11.5.2 Transformée en z 244
11.5.3 Propriétés de la transformée en z 244
11.5.4 Dictionnaire des transformées usuelles 246
11.5.5 Invariance impulsionnelle 247
11.6 Invariance indicielle 248
11.7 Types et structures des filtres numériques 249
11.7.1 Types de filtres numériques 249
11.7.2 Structures classiques 250
11.8 Discrétisation de filtres analogiques 251
11.8.1 Rappel de la démarche 251
11.8.2 Formules de transformation type/fréquence 252
11.8.3 Fonctions d'approximation 252
11.8.4 Transformations analogique–numérique 256
11.9 Cas particulier : filtres RIF à phase linéaire 260
11.9.1 Synthèse des filtres RIF par échantillonnage en fréquence 260
11.9.2 Synthèse des filtres RIF par la méthode du fenêtrage 264

Chapitre 12 • La modulation et démodulation des signaux numériques 271
12.1 La chaîne de traitement numérique 273
12.2 Modulation d'amplitude 274
12.3 Modulation de phase 276
12.4 Modulation de fréquence 279
12.5 Filtre d'émission 280
12.5.1 Le diagramme de l'œil 281
12.5.2 Le diagramme de constellation 286

© Dunod – La photocopie non autorisée est un délit.

12.6 Démodulation du signal 286
12.7 Détection par intégration 290
12.8 La démodulation différentielle 291

Chapitre 13 • Applications filaires et sans fil 301

13.1 Les liaisons USB 301
13.1.1 Les normes USB 302
13.1.2 Le fonctionnement 302
13.1.3 Les catégories de périphériques 303
13.1.4 Le transfert des données 303
13.1.5 Les trames 303
13.1.6 Les paquets 304
13.2 Les liaisons GSM 306
13.2.1 Le Radiocom 306
13.2.2 Le GSM 306
13.2.3 Notion de maillage 307
13.2.4 Description des caractéristiques matérielles 308
13.3 Les liaisons WiFi 314
13.3.1 La couche physique 314
13.3.2 La couche logicielle 321
13.4 La transmission ADSL 322
13.4.1 La modulation DMT 322
13.4.2 La Trame ADSL 323

Bibliographie 325

COMMUNICATION : UNE APPROCHE POLYMORPHE

LES OBJECTIFS DE CET OUVRAGE

Il est maintenant admis qu'un ensemble de connaissances concernant les techniques de communication est indispensable à tout futur citoyen. En 2007, l'EPI (Association Enseignement Public et Informatique : www.epi.asso.fr) est à l'origine de la création d'un groupe ITIC (Informatique et Technologies de l'Information et de la Communication) au sein de l'ASTI (Fédération des Associations des Sciences et Techniques de l'Information). Les travaux de ce groupe ont pour objectif de contribuer à ce que l'informatique devienne une discipline scolaire pour tous les élèves et futurs étudiants. Depuis 2001, cet enseignement est évalué par un examen : le B2i pour les élèves et le C2i pour les étudiants. Cet ouvrage se situe dans le prolongement du C2i pour les étudiants désirant s'intéresser aux technologies de la communication. En aucun cas il ne se veut exhaustif, il cherche avant tout à fournir des outils d'analyse et de réflexion au futur technicien ou ingénieur.

PRÉSENTATION

La communication offre une approche polymorphe : en effet, il n'est pas nécessaire de maîtriser le traitement des signaux numériques pour aborder l'informatique et les technologies de l'information de la communication. L'ergonomie des outils de la communication est suffisamment développée pour garantir une excellente qualité dans le dialogue « homme/machine » et assurer l'adaptation des outils bureautiques de base et leurs implications dans la vie courante. La maîtrise des outils de la communication fait partie du bagage de tout citoyen, au même titre que la lecture, l'écriture et le calcul. Par contre il est conseillé de maîtriser la programmation, la représentation des signaux complexes et les différentes techniques de communication pour maintenir et développer des systèmes communicants. Cet ouvrage est dédié à la description et l'utilisation des réseaux, il est conçu en deux parties pour être lu à différents niveaux. La **première partie** (**chapitres 1 à 5**) présente des fonctions applicatives qui permettent de décrire l'interfonctionnement des applications distantes au travers des réseaux. La **deuxième partie** (**chapitres 6 à 13**) apporte les éléments nécessaires pour comprendre les contraintes liées à la fiabilité dans le transport des données. Nous retrouvons dans cette deuxième partie les applications du traitement matériel de l'information ainsi qu'une approche de la dualité temps/fréquence des signaux numériques.

La première partie s'adresse principalement aux élèves de BTS des filières Électrotechniques, CIRA, MAI, ATI et Domotique, qui recherchent des informations sur des protocoles d'échange

© Dunod – La photocopie non autorisée est un délit.

entre systèmes à partir de réseaux industriels. Dans le cadre d'une formation en BTS, il est indispensable d'illustrer ces informations par une analyse des trames numériques transmises. Ces travaux pratiques se font à l'aide d'un ordinateur relié à un réseau et un logiciel d'analyse disponible en « freeware », Wireshark par exemple.

La seconde partie est l'approche mathématique du signal et sa modélisation. Dans le cadre du projet de stage et afin de relier les applications aux outils mathématiques la lecture de la seconde partie de l'ouvrage devient indispensable.

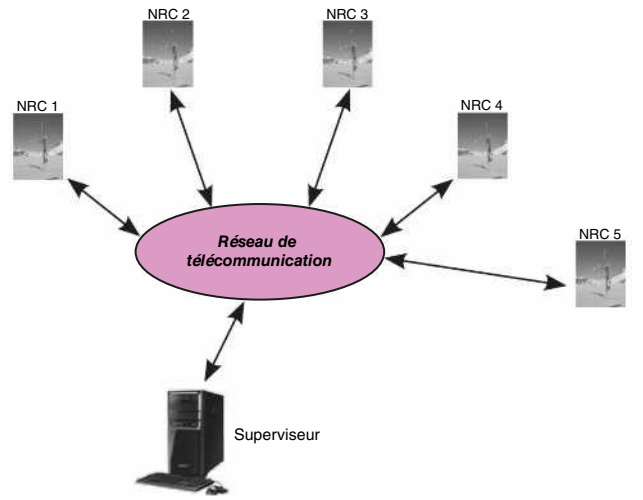
Ces deux parties pourront bien évidemment être profitables aux étudiants de Licence ou d'IUT qui sont confrontés à la maîtrise des réseaux de communication.

Cette lecture sera simplifiée et la représentation des signaux plus facile à comprendre, si elle est associée à des exercices de simulations à l'aide d'outils dédiés au traitement des signaux numériques. Avec un minimum de programmation dans un langage évolué sur des données vectorielles, il est possible d'utiliser un logiciel « freeware »[1]. Il est également conseillé d'avoir une approche plus moderne de la simulation à l'aide d'une programmation graphique[2] [3], incluant une boîte à outils (« *signals processing and communication* ») :

Un exemple de système communicant

Grâce à sa souplesse de fonctionnement, l'hydroélectricité reste encore de nos jours, un élément indispensable au bon fonctionnement économique d'un pays industrialisé comme le nôtre. Elle seule permet de répondre de façon quasi instantanée aux fluctuations de la demande d'électricité. La connaissance de l'équivalent en eau du manteau neigeux est donc un élément important d'amélioration de la gestion de la ressource en hydroélectricité d'un pays car elle permet d'évaluer et de prévoir les apports de remplissage des grands réservoirs saisonniers.

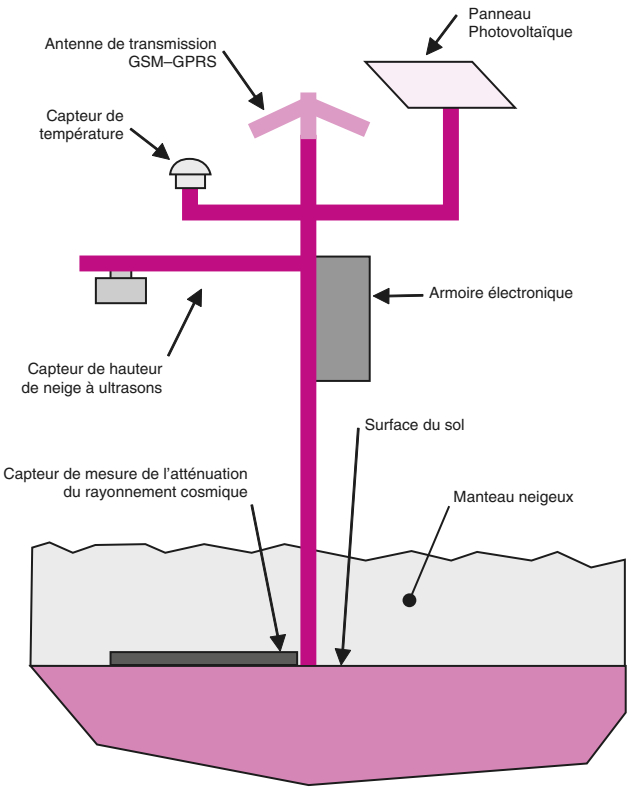
Pour surveiller automatiquement l'état des stocks neigeux, un réseau constitué de quelques dizaines de nivomètres communicants est installé sur les sommets montagneux français.



1. www.scilab.org
2. www.mathworks.fr/programs/techkits_sl_ggl.html?s_cid=adw_slcd_fr
3. www.ni.com/labview/family/f/image_signal_processing.htm

Ces Nivomètres à Rayonnement Cosmique (NRC) fonctionnent grâce à un capteur sensible au rayonnement naturel émis par le soleil. Les particules arrivant sur terre interagissent avec les molécules d'eau contenues dans la neige et une partie d'entre elles est absorbée. Un capteur de type Geiger-Muller, installé sur le sol, détecte les particules restantes. Le rapport entre le nombre de particules initiales et le nombre de particules détectées permet de calculer la quantité d'eau traversée par le rayonnement et donc la quantité d'eau présente dans le manteau neigeux.

Le rayonnement cosmique étant lié à l'activité solaire (cycle de 11 années) il varie avec la latitude du lieu d'installation du NRC et dérive dans le temps. Afin d'éviter que ces variations naturelles soient interprétées comme des évolutions du manteau neigeux, un capteur de référence à ultrasons, maintenu hors neige, est exploité en parallèle et permet d'effectuer régulièrement et automatiquement des étalonnages ou des recalages du système.



Le NRC est un système de mesure en continu susceptible d'être implanté dans des zones montagneuses éloignées de toute source d'énergie. Il est constitué d'un capteur de rayonnement posé sur le sol, d'un capteur de hauteur de neige à ultrasons, d'une centrale d'acquisition recueillant en continu les données brutes, d'un système de transmission GSM-GPRS (ou RTC lorsque c'est possible), d'un panneau photovoltaïque et de batteries pour une alimentation autonome de l'appareillage.

Pour corriger automatiquement la mesure, un capteur de température de l'air est indispensable à la mesure de la hauteur de neige par ultrasons.

Les différents composants sont installés au sommet d'un mât de hauteur variable (4 ou 6 mètres) afin d'être maintenus hors neige.

© Dunod – La photocopie non autorisée est un délit.

Outils d'application

L'observation, la mise en œuvre et l'expérimentation sont des moteurs essentiels de l'apprentissage. De même l'outil informatique est au cœur de l'approche moderne des sciences de l'ingénieur, et un ouvrage comme celui-ci manquerait à coup sûr sa cible s'il ne lui consacrait pas une large place. C'est pourquoi nous avons pris le parti de présenter dans ce chapitre introductif divers kits de développement, différents logiciels gratuits ou payants, qui vous permettront au fil des paragraphes de ce manuel de mettre en application les notions abordées.

Les réseaux informatiques sont les vecteurs de communication par excellence. Le technicien qui doit intervenir sur un tel réseau pour en assurer la configuration ou la maintenance doit pouvoir observer les données qu'il transporte. Parmi les logiciels d'analyse réseau, le logiciel ***Wireshark*** est un produit performant de qualité professionnelle, permettant de capturer des trames sur un réseau, de rechercher un message particulier, un protocole particulier, etc. …

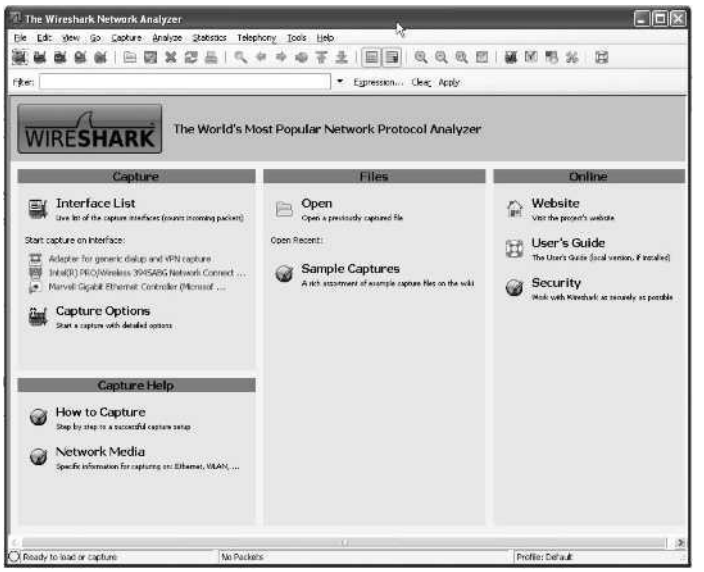


Figure 1 – Écran d'accueil de Wireshark Version 1.2.1

Les nombreux exemples qui seront proposés dans la partie réseau ont été obtenus grâce à **Wireshark**. Le logiciel Wireshark peut être téléchargé sur Internet à l'adresse suivante : www.wireshark.org

Un autre outil abondamment utilisé dans la seconde partie de l'ouvrage est le logiciel **MatLab ©**. La première version de MatLab (contraction de *Matrix Laboratory*) a été développée dans les années soixante-dix par Cleve Moler comme un outil de calculs numériques utilisable sans connaissance préalable de la programmation. Aujourd'hui c'est la société MathWorks qui développe et distribue MatLab.

Sur cette couche principale qu'est Matlab, viennent se greffer de nombreux outils comme **Simulink** ou **Stateflow**, ainsi que des *toolboxes*, bibliothèques spécialisées métier dans les domaines du

génie électrique, du génie mécanique, de l'automatique, des mathématiques, de l'analyse financière, du développement temps réel, *etc.*

L'essentiel des simulations proposées dans la seconde partie de l'ouvrage est réalisé à l'aide de MatLab et de Simulink. L'intérêt majeur de Simulink est d'autoriser une programmation exclusivement graphique.

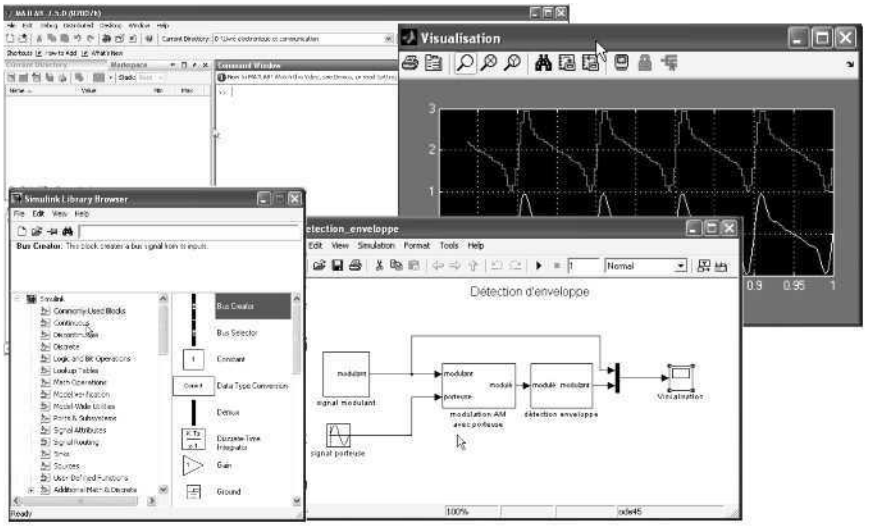


Figure 2 – Interface graphique Matlab – Simulink

Pour tester les différents exemples proposés, vous pouvez télécharger la version d'évaluation de MatLab sur le site de MatWorks à l'adresse : www.mathworks.fr

National Instrument propose une version de son logiciel bien connu **LabView** © pour les systèmes embarqués temps réel pour cible ARM. La société commercialise un ensemble de développement constitué de toute une chaîne de programmation et de mise au point temps réel, ainsi que d'une carte d'évaluation Stellaris® LM3S8262 fabriquée par Texas Instruments embarquant un processeur ARM Cortex M3, disposant de nombreuses entrées sorties analogiques et numériques, d'un afficheur OLED, d'un port Ethernet, d'un bus CAN, etc.

L'intérêt majeur de la suite Labview est de permettre sans connaissance préalable de la programmation le développement d'application temps réel à partir d'une interface exclusivement graphique.

Initialement, un programme Labview est constitué de deux fenêtres :

- une fenêtre « *Diagramme* » dans laquelle on dessine sous forme de schéma bloc et à partir d'une palette d'outils le programme à réaliser ;
- une fenêtre « *Face Avant* » (ou panneau de contrôle) liée à la précédente, et sur laquelle on trouve, un peu à l'image d'une face avant d'appareil de mesure, des boutons, des voyants, des graphiques de toutes sortes, etc.

Ainsi, grâce à l'environnement graphique on peut générer des applicatifs qui peuvent fonctionner de façon parfaitement autonome sur la cible ARM. Mais on peut également lorsque le Kit est

© Dunod – La photocopie non autorisée est un délit.



Figure 3 – **Carte de développement Stellaris LM 3S8962 et module CAN**

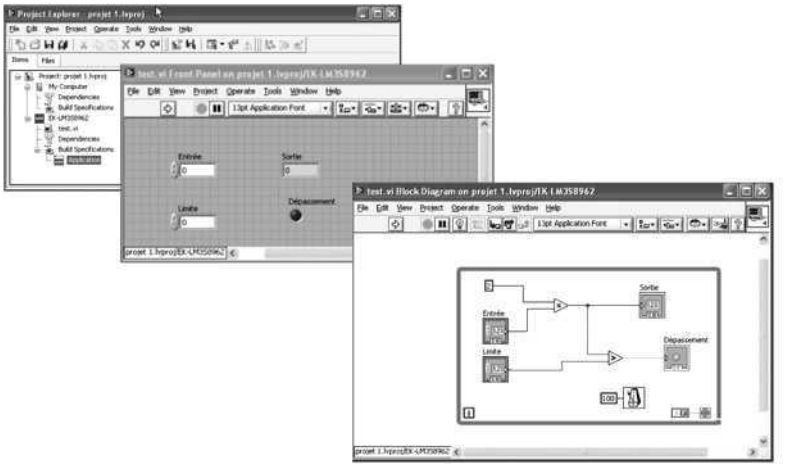


Figure 4 – **Exemple d'application Labview**

connecté à l'aide de l'interface JTAG, utiliser la fenêtre de panneau de contrôle, pour mettre au point ou contrôler l'application en cours d'exécution. On peut ainsi par exemple changer les paramètres d'un filtre numérique et observer en temps réel l'influence de ce changement sur la réponse du filtre.

De nombreuses informations sur cet outil peuvent être trouvées sur le site internet de National Instrument à l'adresse : www.ni.com/arm/f/

1 ARCHITECTURE FONCTIONNELLE DES RÉSEAUX

OBJECTIFS

- Dans ce chapitre introductif, nous présentons les principes généraux de l'architecture d'un réseau de télécommunication. Nous décrivons plus particulièrement la modélisation des réseaux en couches fonctionnelles en nous fondant sur les modèles OSI et TCP/IP.
- Nous présentons aussi les mécanismes d'échange et de communication inter-couche.

1.1 CONTEXTE TECHNIQUE

Quand on parle de réseau aujourd'hui, il faut surtout entendre interconnexion de réseau ou **Internet**. Le début de l'Internet se situe dans les années soixante. C'est à partir de 1969 que le département de la défense américaine a développé ARPANET, l'ancêtre d'internet, à des fins militaires. À l'époque, le nombre de fournisseurs de matériel était relativement limité et de ce fait chacun proposait des solutions propriétaires.

Aujourd'hui, le nombre de fabricants de matériel est beaucoup plus important, et la diversité technologique des équipements à interconnecter est considérable. On a commencé par échanger des fichiers de données de taille de plus en plus importante, pour faire actuellement cohabiter sur un même réseau de la voix, de l'image et des données. Afin de garantir l'interopérabilité de ces équipements ainsi que leur évolutivité, il fallait harmoniser les modes d'interconnexion des réseaux de télécommunication. On a choisi pour cela de définir un langage commun à tous les hôtes du réseau, un ***protocole***. Ainsi on ne décrit plus un réseau par ses caractéristiques matérielles, mais par les services qu'il propose. Parmi les principaux avantages de cette approche, on peut noter les aspects suivants :

- Le programmeur n'a pas à connaître les particularités techniques et matérielles de l'environnement dans lequel il travaille mais simplement les services offerts par le réseau pour pouvoir développer de nouveaux applicatifs.
- La façon d'envoyer des données sur le WEB est indépendante des médias qui vont acheminer ces données. Ainsi, si vous vous connectez à un site internet, situé aux États-Unis, peu importe que les données passent par un câble sous-marin sous l'Atlantique ou via des satellites.

© Dunod – La photocopie non autorisée est un délit.

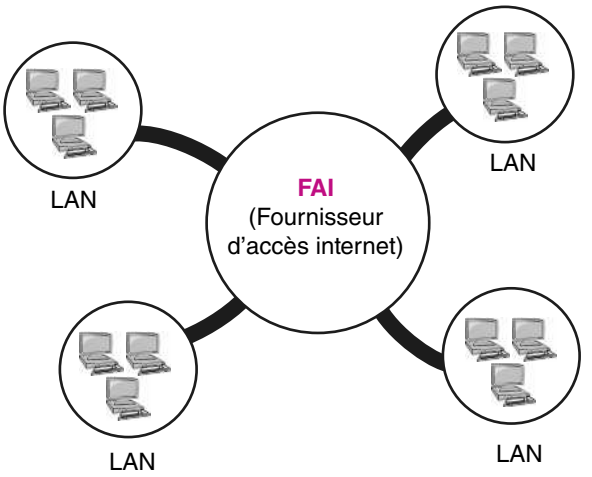


Figure 1.1 – **Internet : interconnexion de réseaux**

Après différentes propositions, dont le modèle SNA à 7 couches mis au point par la société IBM, l'ISO (*International Standardization Organization*) a défini un autre modèle à 7 couches, le modèle OSI (*Open System Interconnection*). Ce modèle que nous allons détailler plus loin, identifie toutes les fonctions nécessaires à la mise en place d'une connexion entre deux équipements. L'objectif du modèle OSI est de permettre à l'architecture réseau de garantir une transparence maximale et de procurer à l'utilisateur les mêmes services, que la ressource soit locale ou distante. Le modèle définit ce que chaque couche doit faire, mais pas comment il faut le faire.

L'ISO a cependant renoncé à promouvoir le modèle OSI, depuis décembre 1994. C'est un autre modèle en couche, le TCP/IP, directement issu du projet ARPANET, et largement déployé sur Internet, qui constitue aujourd'hui un standard de fait.

1.2 Architecture en couche

L'objectif d'un réseau est essentiellement de permettre à deux systèmes distants, on parle également de **clients** ou **d'hôtes**, de dialoguer entre eux, d'échanger des informations. Pour cela les deux systèmes doivent parlent la même langue. C'est pourquoi on établit des règles de communication. L'ensemble de ces règles constitue le **protocole de communication**. Le réseau doit également assurer la fiabilité du transport des données.

Pour répondre à ces différents impératifs, de manière fiable et évolutive on choisit de décomposer le lien entre deux clients, en **fonctions**. Ces fonctions constituent des **couches successives** qui prennent en charge les données applicatives, et assurent leur acheminement à travers le réseau vers leur destination.