

L'ELECTRONIQUE CIRCUITS

Depuis leur apparition au début des années 80 avec Ethernet, les réseaux locaux ont fait l'objet de nombreux articles expliquant les principes de fonctionnement et surtout leurs avantages et leurs inconvénients respectifs ; de ce point de vue, nul doute que la disponibilité prochaine du réseau local IBM va être la cause d'âpres discussions dans le Landerneau de l'informatique. Malgré un intérêt théorique certain, ces polémiques concernent généralement peu le concepteur, qui doit résoudre des problèmes beaucoup plus concrets.

Le présent article se veut extrêmement pratique, et faire la lumière sur les différents produits disponibles sur le marché pour la réalisation d'un réseau local : circuits intégrés spécialisés, mais aussi cartes aux principaux standards de bus. Après quelques brefs rappels technologiques, une série de tableaux largement commentés permettra au concepteur d'effectuer une présélection des produits correspondants le mieux à ses besoins.

Les techniques et les produits

Très généralement, un réseau local peut être défini comme un support de communication à haut débit reliant des terminaux répartis sur une étendue limitée ; à la différence d'un autocommutateur téléphonique, le droit d'accès est généralement distribué sur chaque terminal, et les éventuels conflits d'accès sont alors gérés localement. L'appellation de « terminaux » ne doit pas faire illusion, et si dans de nombreux cas il s'agit de postes informatiques ou bureautiques conventionnels, l'exemple des réseaux industriels montre que l'on peut également

trouver des automates programmables, ou des machines-outils évoluées.

La définition précédente est extrêmement générale, et peut donner lieu à un grand nombre d'implémentations. Cette diversité n'est toutefois qu'apparente, car malgré leur nombre élevé, la plupart des réseaux locaux adoptent un nombre restreint de techniques de base, qui sont du reste l'un des critères possibles de classification :

- topologie
- mode d'accès
- procédé de modulation
- support de transmission.

Nous ne nous attarderons pas sur ces caractères techniques, et laissons aux lecteurs intéressés le soin de se reporter à la bibliographie citée en annexe.

DES RESEAUX LOCAUX : ET CARTES

En attendant une normalisation officielle par les instances internationales (CCITT, ISO), une standardisation de fait est proposée par l'IEEE aux Etats-Unis :

– bus à accès aléatoire CSMA/CD (802.3)

– bus à jeton (802.4)

– anneau à jeton (802.5).

Le standard IEEE 802.3, jusqu'à présent le plus connu avec Ethernet et ses innombrables dérivés, existe en deux versions appelées respectivement 10Base5 (Ethernet) et 10Base2 (Cheapernet), qui diffèrent par la nature du support de transmission. Le tableau n° 1 illustre ces différences.

Les contraintes technologiques

L'ensemble des fonctions à satisfaire pour la réalisation d'un réseau local est passablement complexe, et soumis à des exigences contradictoires : puissance dissipée, rapidité de fonc-

Tableau 1 : Implémentations du standard IEEE 802.3 (doc. National Semiconductor)

Réseau	10Base5 (Ethernet)	10Base2 (Cheapernet)
Débit (Mbps)	10	10
Modulation	Bande de base	Bande de base
Taille d'un segment (m)	500	185
Portée du réseau (m)	2500	925
Nœuds par segment	100	30
Intervalle entre nœuds (m)	2,5	0,5
Capacité max par nœuds (pF)	4	8
Cable de transport	diamètre 0,4" 50 ohm double blindage rigide connecteurs série N	diamètre 0,2" 50 ohm simple blindage flexible connecteurs BNC
Cables de dérivation	diamètre 0,39" connecteurs D 15 broches	Inutile

tionnement, densité d'intégration, résistance aux surcharges électriques, existence de fonctions évoluées, etc... Aucune technologie ne permet isolément de réaliser l'ensemble de ces fonctions sur une même puce, aussi on est conduit à introduire une séparation en différents circuits, optimisés en fonction des contraintes de fonctionnement et de la technologie adoptée.

Un découpage en trois circuits est généralement adopté (voir fig. 1) :

- contrôleur
- interface série/codec
- transceiver

Le contrôleur gère l'ensemble des échanges avec l'unité centrale (interface système), effectue la mémorisation des informations émises et reçues, et intègre l'algorithme d'accès au réseau (accès aléatoire CSMA/CD, jeton,

Tableau 2 : Circuits contrôleurs pour réseau local

Fabricant	Référence	Boîtier	Alim.	Puissance (W)	Réseau	Débit (Mbps)	Autotest	Bouclages	Loc. défauts	Stat. réseau	Remarques
AMD	AM 7990 (LANC)	DIL 48	5	1,20	Ethernet	10,00		int. + ext.	non	non	interfaçage tous µP
FUJITSU	MB 8795A	PGA 64	5		Ethernet	10,00					
INTEL	i 82586	DIL 48	5	1,30	802.3	10,00	oui	int. + ext.	réflectomètre	oui	programmable tous standards
INTEL	i 82588	DIL 26	5	1,20	802.3	5,00	oui	int. + ext.	réflectomètre	oui	intègre interface série/codec
MOSTEK	MK 68590 (LANC)	DIL 48	5	1,20	Ethernet	10,00		int. + ext.	non	non	id. AM 7990
MOTOROLA	MC 68590 (LANC)	DIL 48	5	1,20	Ethernet	10,00		int. + ext.	non	non	id. AM 7990
MOTOROLA	MC 68824 (TBC)	PGA 84	5		jeton 802.4	10,00	oui	int. + ext.	oui	oui	adapté famille MC 68000
NSC	DP 83HC90 (NIC)	DIL 40	5		802.3	10,00		int. + ext.	non	oui	
ROCKWELL	R 68802 (LNET)	DIL 40	5		802.3	10,00	non	int. + ext.	non	non	comparable LANC
SEEQ	S 8003 (EDLC)	DIL 40	5	0,75	Ethernet	10,00		int. + ext.	non	non	
SMC	COM 9026 (LANC)	DIL 40	5	0,90	Archnet	2,50	oui	non	non	non	intègre interface série/codec processeur de communications gestion de protocole contrôleur de réseau
	TMS 38010				anneau 802.5						
	TMS 38020				anneau 802.5						
	TMS 38052				anneau 802.5						
TI	WD 2840	DIL 48	5,12	1,00	jeton		oui	int. + ext.	non		

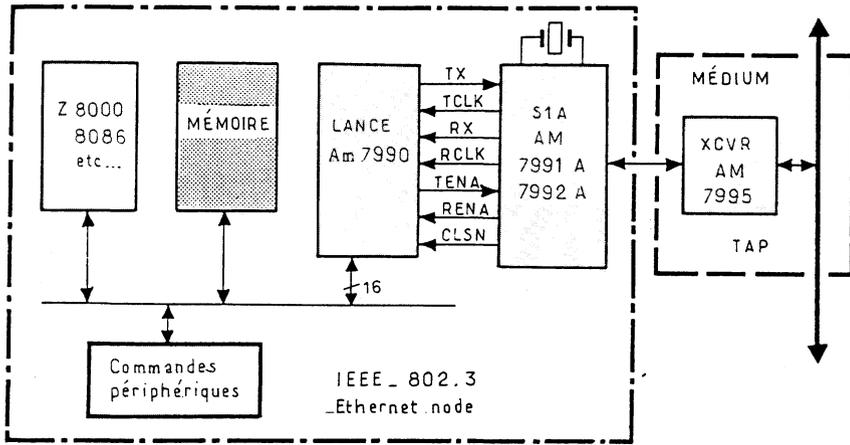


Fig. 1 : Découpage conventionnel des fonctions pour le raccordement à un réseau local (Doc. AMD).

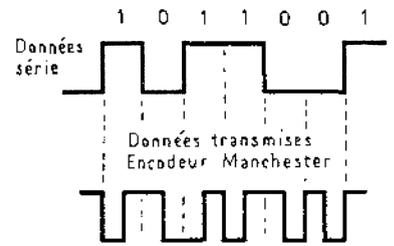


Fig. 4 : Principe du codage Manchester (Doc. Seeq).

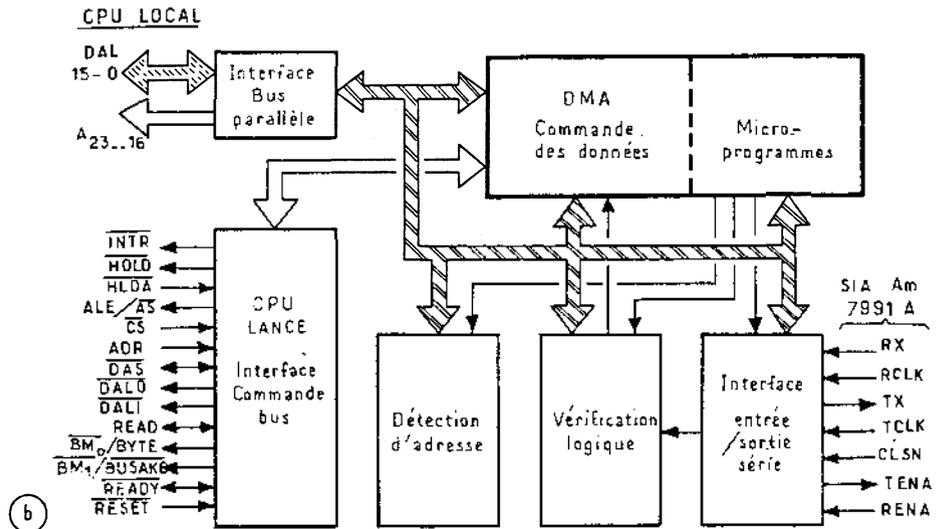
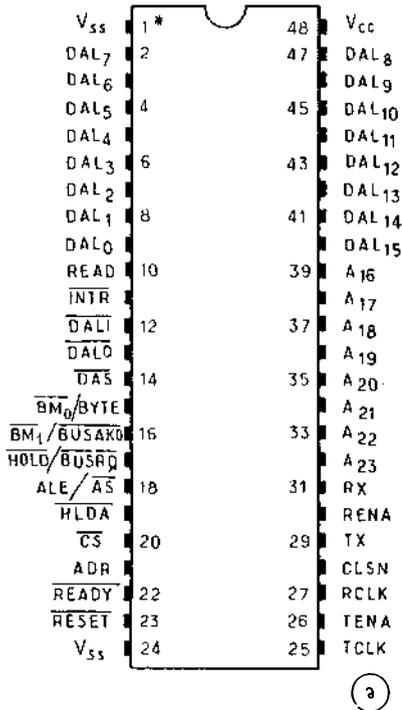


Fig. 2 : Brochage et synoptique du Contrôleur LANCE (Doc. AMD).

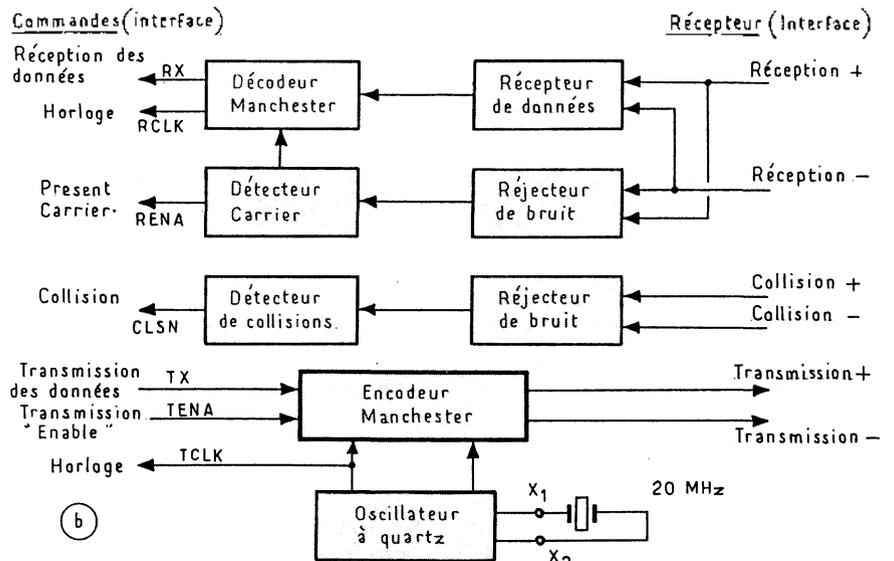
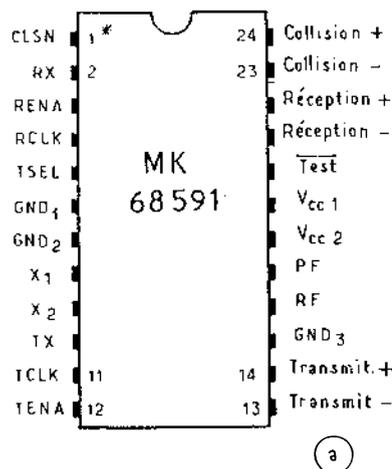


Fig. 3 : Brochage et synoptique de l'interface série S1A (Doc. Mostek).

etc...) : parmi les fonctions réalisées, on trouve ainsi la paquetisation/dépaquetisation des données, la commande de DMA pour communication avec le CPU, la gestion des tampons en émission et réception. On le voit, il s'agit de pure logique séquentielle, qui peut être facilement intégrée dans une quelconque technologie MOS rapide ; la *figure n° 2* présente le schéma synoptique et le brochage d'un contrôleur pour réseau local Ethernet.

Le circuit d'interface série a pour fonction le conditionnement du signal : à l'émission, génération de l'horloge et codage des données à transmettre ; en réception, restitution du rythme incident, filtrage et décodage des données. Dans le cas d'un réseau à accès aléatoire (standard IEEE 802.3), il faut en outre prévoir la génération du signal de collision vers le contrôleur à partir des informations envoyées par le transceiver (paire de collision). On trouvera à la *figure n° 3* le schéma fonctionnel et le boîtier d'une interface série pour Ethernet.

De même qu'en télé-informatique traditionnelle, un codage est indispensable pour adapter les caractéristiques spectrales du signal à la bande passante du support de transmission. Le code adopté est de type Manchester, c'est-à-dire que la première moitié du bit est complémentée, tandis que la

Tableau 3 : Codecs pour réseau local

Fabricant	Référence	Boîtier	Alim.	Puissance (W)	Remarques
AMD	AM 7991 (SIA)	DIL 24	5	0,63	Codec Manchester
AMD	AM 7960 (CDT)	DIL 24	5		
FUJITSU	MB 502A	DIL 24	5	0,75	
MOSTEK	MK 68591 (SIA)	DIL 24	5	0,63	
NSC	DP 8391 (SNI)	DIL 24	5	1,00	
SEEQ	S 8023 (MCC)	DIL 20	5	0,50	
TI	TMS 38051				

Tableau 4 : Transceivers pour réseau local

Fabricant	Référence	Boîtier	Alim.	Puissance (W)	Remarques
AMD	AM 7995	DIL 20	5	0,64	
INTEL	i 82501				
INTEL	i 82502	DIL 16	5	0,10	
NSC	DP 8392 (CTI)	DIL 16	- 9	1,10	
SMC	COM 9032 (LANT)	DIL 16	5	0,10	

deuxième moitié est transmise normalement (voir *fig. 4*) : ce procédé garantit un nombre suffisant de transitions à la réception indépendamment du contenu du message, et permet de ce fait la synchronisation d'une boucle digitale à asservissement de phase (DPLL). La rapidité du circuit est un facteur critique, aussi la technologie la plus fréquemment adoptée est bipolaire, combinant ECL en interne pour une vitesse de fonctionnement élevée, et TTL pour l'interfaçage avec l'extérieur. Enfin, le transceiver a pour rôle la

conversion de tensions pour émission ou réception sur le câble, et la détection ; dans le cas d'un réseau type 802.3, il faut en plus ajouter l'écoute de porteuse avant émission, et la détection de collisions. La *figure n° 5* présente le boîtier et l'architecture interne d'un circuit transceiver pour Ethernet.

Les fonctions à réaliser sont essentiellement analogiques et ne nécessitent pas une intégration très poussée, en contrepartie ce circuit doit posséder simultanément une rapidité suffisante, et une résistance importante aux surcharges sur le réseau : la tech-

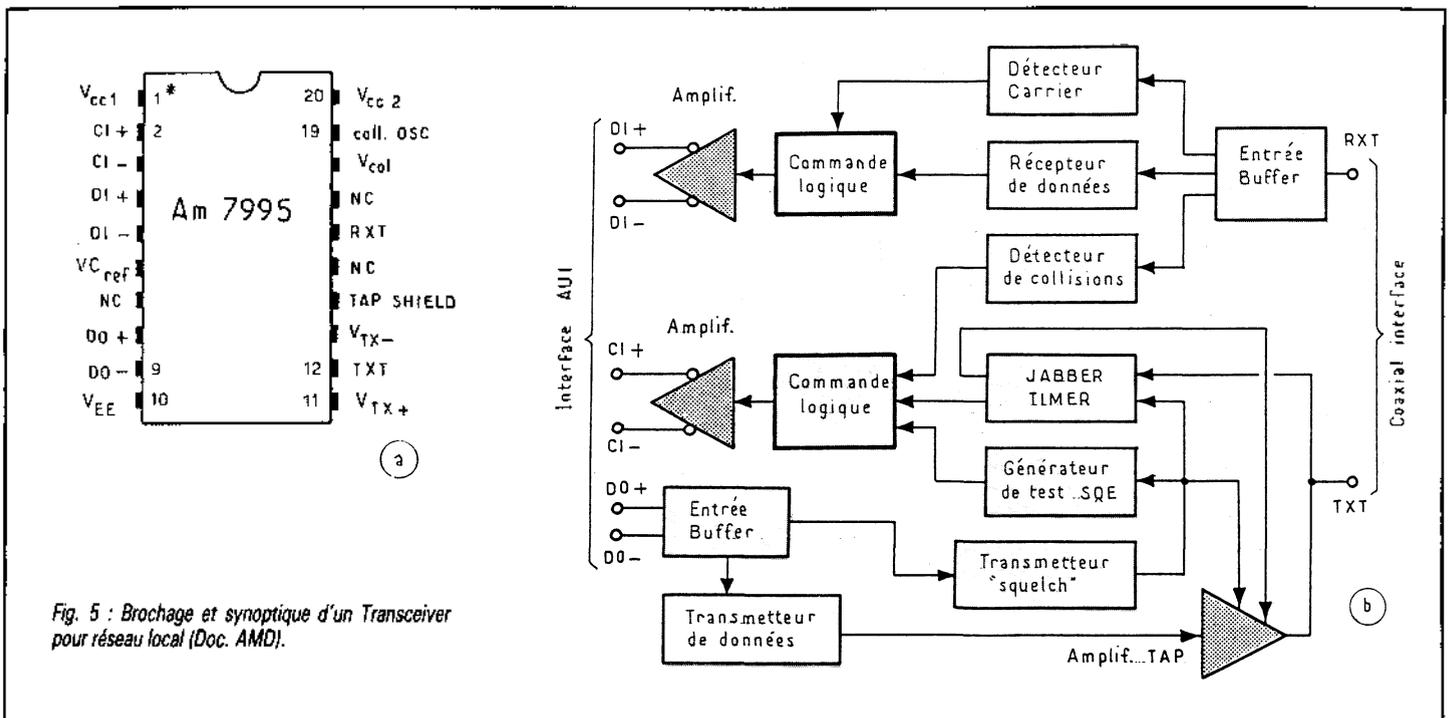


Fig. 5 : Brochage et synoptique d'un Transceiver pour réseau local (Doc. AMD).

Tableau 5 : Cartes pour réseau local

Fabricant	Référence	Réseau	Bus	Alim.	Puissance (W)	Contrôleur	Int. série	Transceiv.	Remarques
GESPAC	GesNet-1	Gesnet (CSMA/CA)	G 64	+ 5, + 12, - 12			Z 80 S10		à utiliser avec carte DMA GESIDC-1
GESPAC INTEL INTEL MICROPROCESS	GesNet-2 ISBC 550 Intel Link Controller MAK 68E MIL A	802.3 (1 Mbps) Ethernet Ethernet Minet (MIL STD 1553)	G 64/G96 Multibus	+ 5, + 12	51				
MOSTEK	MK 75807	Ethernet	Euromak	+ 5, - 12, - 12	31	COM 1553 (SMART) MK 68590 (LANCE)	HD 15531	CT 1231	Carte ENP-10 (origine CMC)
NSC WDC	APPS-LAN WD 4028 NetSource	Ethernet/Cheapernet PC-LAN	IBM-PC IBM-PC	+ 5, + 12, - 5		DP 8390 (NC) WD 2840	DP 8391 (SNI)	DP 8392 (CTI) HD 6409	

(contrôleur) comme à l'extérieur (interface série, transceiver) du circuit, l'existence d'outils complémentaires de diagnostic et la disponibilité de statistiques sont des outils efficaces pour la localisation de défauts éventuels.

Pour des raisons de lisibilité, seules les caractéristiques matérielles les plus immédiates ont été prises en compte, et sont exposées dans le présent article ; en particulier, les fonctions de communication avec le CPU-maître, parfois très puissantes, ont volontairement été ignorées. Plus généralement, il faut savoir que chaque circuit a ses points forts et ses points faibles, qui ne peuvent tous être détaillés dans un cadre aussi restreint : certains circuits mettent l'accent sur l'intégration maximale, d'autres sur les facultés de communication avec le processeur-maître, d'autres enfin privilégient la facilité d'interfaçage avec la plupart des microprocesseurs du marché.

Dans ces conditions, il ne faut pas regarder le présent tableau comme un outil de sélection, mais comme un aide-mémoire, et il va de soi que le choix en faveur d'un circuit particulier devra faire l'objet d'une étude plus poussée, en fonction d'autres critères : nature du processeur-maître, disponibilité de fonctions logicielles évoluées, existence de secondes sources, et surtout disponibilité et prix.

Pour différencier leur produit de la concurrence, de nombreux fabricants n'hésitent pas à donner un surnom (généralement breveté) à leurs produits : ainsi, le contrôleur AM 7990, également produit par Mostek et Motorola, répond au doux nom de LANCE, ce qui ne préjuge en rien de sa rapidité, mais signifie tout simplement « Local Area Network Controller for Ethernet » ! Lorsqu'elles existent, ces appellations sont men-

tionnées entre parenthèses sur les tableaux 2, 3 et 4.

Le contrôleur LANCE est fabriqué conjointement par AMD, Mostek et Motorola. Ce circuit est conçu pour un interfaçage aisé avec la plupart des microprocesseurs du marché.

Le 82586 et le 82588 (Intel) sont largement paramétrables, permettant ainsi l'adaptation à de nombreux standards de réseau local : Ethernet, Cheapernet, PC Net, réseau 1 Mbps. En plus des facultés plus ou moins habituelles de diagnostic (autotest, bouclages divers, statistiques réseau), ces deux circuits intègrent un réflectomètre pour la localisation de défauts en ligne.

La plus grande intégration du 82588 fait de ce composant une alternative intéressante au 82586, et permet simultanément l'attaque directe du média, et l'interfaçage avec les processeurs iAPX 186 et iAPX 188 sans adjonction de composants supplémentaires (voir fig. 7). En contrepartie, le débit est plus réduit, puisque limité à 2 Mbps.

Malgré les annonces de Seeq, la

production du contrôleur 8004 n'a toujours pas démarré, de sorte que le 8003 n'a pas encore de successeur.

L'architecture de la famille TMS 380 (Texas Instruments) pour le réseau local IBM diffère des solutions conventionnelles, puisque la fonction contrôleur est assurée par trois circuits distincts, dont un microprocesseur spécialisé :

- TMS 38030 : interface système
- TMS 38010 : processeur de communication
- TMS 38020 : gestion de protocole

La figure n° 8 expose la répartition des circuits et des fonctions à l'intérieur de la série TMS 380. De même que pour le contrôleur LANCE, le circuit d'interface série SIA est fabriqué conjointement par AMD et Mostek.

Parmi les transceivers, une attention particulière doit être portée au circuit AM 7960 (Coded Data Transceiver), contenant également un codec Manchester, et qui est spécialement conçu pour la réalisation de réseaux économiques. L'interfaçage peut être ef-

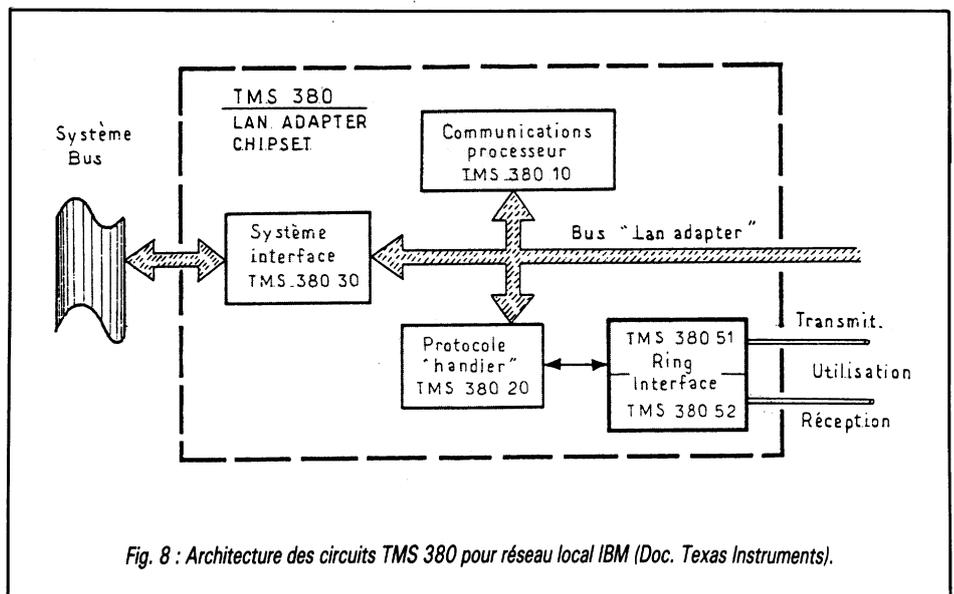


Fig. 8 : Architecture des circuits TMS 380 pour réseau local IBM (Doc. Texas Instruments).

Tableau 6 : Représentants et produits distribués

Représentant/distributeur	Localisation	Fabricant
ADVANCED MICRO DEVICES (AMD)	Rungis (94)	AMD
ERN	Buc (78)	Gespac - Fujitsu - Rockwell
INTEL	St Quentin en Yvelines (78)	Intel
MICROPROCESS	Courbevoie (92)	Microprocess
MOSTEK	Fresnes (94)	Mostek
MOTOROLA	Vanves (92)	Motorola
NATIONAL SEMICONDUCTOR (NSC)	Fontenay aux Roses (92)	NSC
RADIO TELEVISION FRANÇAISE	Gentilly (92)	Seeq
TECHNOLOGY RESSOURCES	Levallois-Perret (92)	Western Digital (WDC)
TEKELEC AIRTRONIC	Sèvres (92)	Standard Microsystems (SMC)
TEXAS INSTRUMENTS (TI)	Vélizy-Villacoublay (78)	TI

fectué très simplement sur tout contrôleur de liaison série (UART, MUART, USART, SCC ou autres) comme l'indique la figure n° 9.

Le choix des cartes

L'intégration de cartes existantes standardisées représente pour le concepteur de systèmes une alternative intéressante au développement interne de produits spécifiques : l'économie de temps réalisée par l'utilisation d'un matériel « banalisé » permet de consacrer davantage de temps à la conception du logiciel, et surtout, procure une vitesse de réaction accrue par rapport aux besoins du marché, ce qui est un facteur primordial pour le bénéfice escompté. Il faut en outre savoir que le surcoût provoqué par l'achat de composants OEM est souvent inférieur à celui d'une réalisation-maison fabriquée en série limitée.

L'intégration de fonctions apportée par les cartes OEM ne se limite pas aux composants électroniques, mais prend en compte les logiciels de base disponibles auprès du fournisseur. Ainsi, pour les réseaux locaux, les « puces » spécialisées n'intègrent que les deux premiers niveaux (couches « physique » et « trame ») du modèle de référence ISO, tandis que l'on rencontre fréquemment les logiciels MAP (General Electric), XNS (Xerox) ou TCP/IP (DoD) pour l'implémentation des couches supérieures : le concepteur n'a pas à « réinventer la roue », et peut alors se consacrer à la partie la plus créative de son travail, à savoir la rédaction d'applicatifs spécifiques au problème posé.

Cette philosophie orientée « systèmes » n'est pas incompatible avec une approche « composants » (carte spécifique, voire « semi-custom »), qui peut être adoptée une fois que les spécifications matérielles du produit à concevoir sont stabilisées.

L'importance des cartes pour réseau local est considérable en mesure, régulation ou automatisation, et apporte une amélioration simultanée sur la répartition des tâches, la vitesse de traitement et la fiabilité.

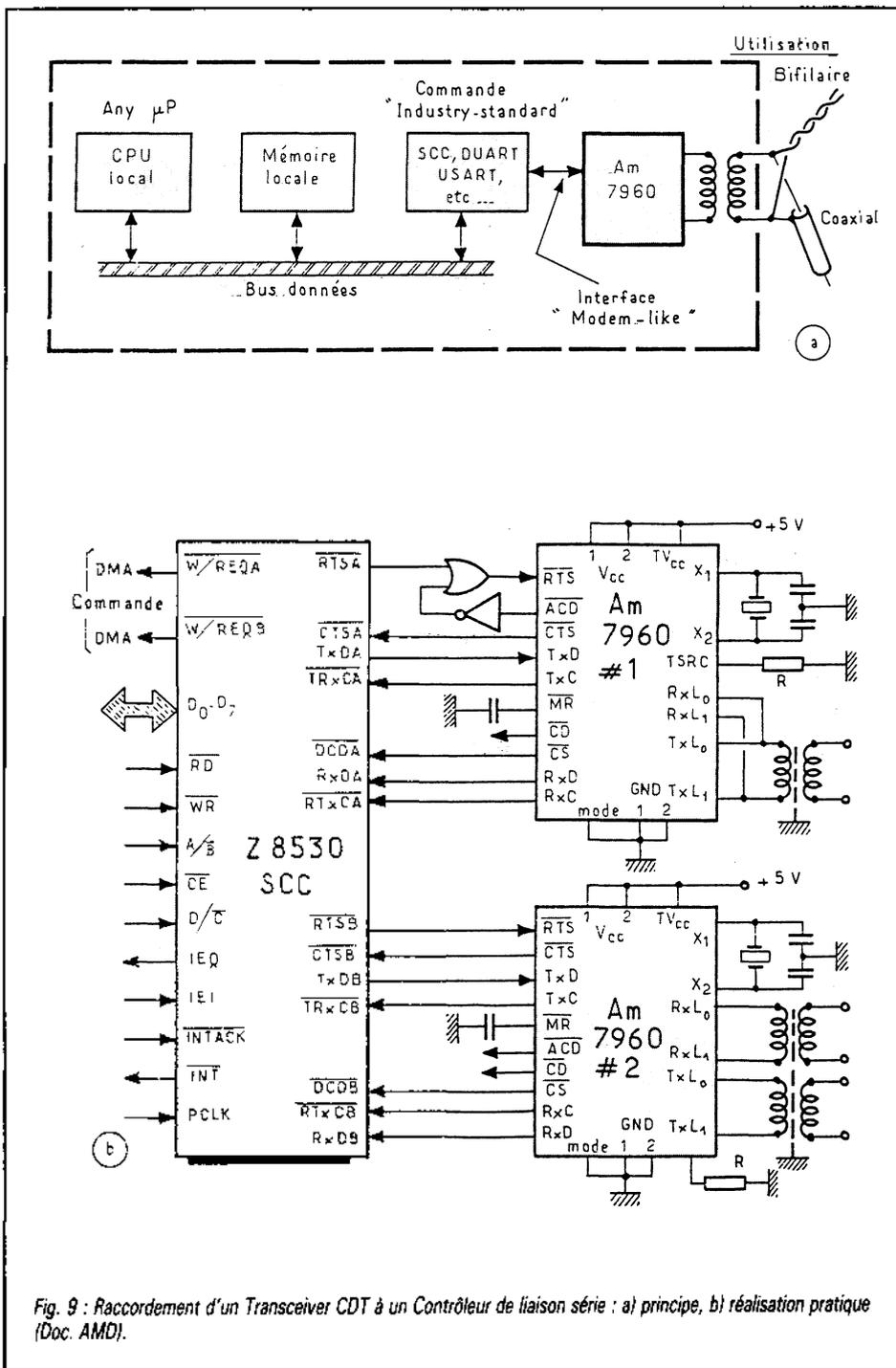


Fig. 9 : Raccordement d'un Transceiver CDT à un Contrôleur de liaison série : a) principe, b) réalisation pratique (Doc. AMD).

Panorama des différents produits

Le *tableau n° 5* présente les cartes pour réseau local disponible sur le marché français. Sauf oubli ou omission involontaire, on remarquera le faible nombre de cartes existantes, et de fait la lecture des catalogues montre que de nombreux fabricants préfèrent réaliser la 427^e unité centrale à base de 68000 plutôt qu'une carte pour réseau local, où pourtant les débouchés potentiels sont aussi importants et la concurrence moins vive. Cette situation devrait évoluer rapidement, car la plupart des fabricants reconnaissent étudier ces cartes, qui seraient alors vraisemblablement commercialisées courant 86.

Les caractéristiques prises en compte par le *tableau n° 5* sont essentiellement matérielles : fa-

bricant et référence de la carte, réseau local supporté, bus microprocesseur, alimentation et consommation électrique globale, circuits intégrés utilisés. On remarquera la dispersion très importante des consommations, qui n'explique par la différence de format des cartes et surtout l'étendue très variable des fonctions réalisées, qui se traduit par une variation tout aussi importante du nombre de circuits intégrés : certaines cartes de format restreint ne peuvent intégrer que les fonctions directement liées au réseau local, et nécessitent la présence de cartes complémentaires, dont la consommation doit être rajoutée en plus ; par opposition, d'autres cartes incluent microprocesseur et mémoire (RAM + REPROM) sur la même carte qui déchargent d'autant le CPU-maître, d'où une consommation supérieure.

Pour des raisons matérielles, l'auteur a renoncé à fournir des infor-

mations complémentaires sur les possibilités logicielles des cartes, qui se trouvent de ce fait moins détaillées que les circuits intégrés correspondants. En effet, certains fournisseurs sont particulièrement avares de renseignements, et il a été jugé préférable de restreindre les données techniques, plutôt que de fournir un tableau presque entièrement vide (ce qui est déjà partiellement vrai !) pour davantage de renseignements, les lecteurs auront donc intérêt à s'adresser directement au fournisseur.

Le *tableau n° 6* récapitule les distributeurs des différentes marques citées dans cet article.

Benoît VELLIEUX

Pour en savoir plus :

- « Les réseaux locaux d'entreprise »
Frédéric HOSTE (Editests)
- « La communication d'entreprise »
Jérôme TOUSSAINT et Philippe MASSON
(Editests).