

Test et dépannage des divers types de cartes logiques

par L. SGHERRI

Enertec dispose, dans le domaine de la maintenance des systèmes numériques, d'un appareil particulièrement adapté à ce besoin, le Locator 7201 de Solartron. Issu d'une étude du matériel et des techniques mais aussi d'une réflexion approfondie sur la maintenance et les hommes de maintenance, le Locator fournit un moyen de test et dépannage au niveau du composant pour les cartes logiques, équipées ou non d'un microprocesseur. Conscient des limitations bien connues de l'analyse de signature, Solartron a mis en œuvre des techniques qui restaient jusqu'ici l'apanage des gros testeurs. Par ailleurs, la présence d'un multimètre d'un fréquencemètre et d'une sonde de courant originale facilite beaucoup la tâche de l'homme d'après-vente qui voit ainsi se réduire le nombre des appareils constituant son équipement de base.

La mise en œuvre du Locator procède donc de la méthode exposée par l'arbre de dépannage de la figure 1.

La carte, ou le montage, est-elle alimentée correctement ?

N'y a-t'il pas des résidus de secteur sur des tensions d'alimentations ?

La fréquence et la stabilité des horloges sont-elles correctes ?

Tout cela peut paraître bien évident, mais cette méthode résulte d'une grande expérience de cartes retournées avec la mention « mauvaise », alors qu'un simple test du +5V et son observation sur le multimètre auraient fait apparaître la présence d'une résiduelle... et la nécessité du changement du condensateur de découplage. La mesure d'une tension et d'une fréquence s'effectue sans problème sur le même point, la partie logique du Locator étant complètement flottante vis-à-vis de la partie analogique.

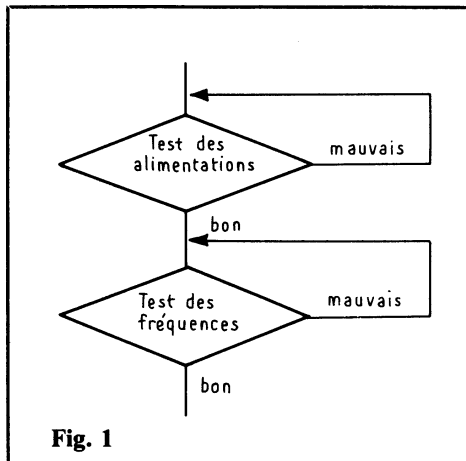


Fig. 1

lidations d'horloge : 3 horloges hautes, 3 horloges basses. Ces dernières donnent à l'utilisateur un grand nombre de choix de qualification de l'analyse.

Cartes sans microprocesseur

(Ouvrons une parenthèse pour signaler que nous avons introduit l'analyse de signature sur des produits non prévus pour cela et qu'Enertec est

prêt à apporter son aide à tous ceux qui voudraient profiter de cette expérience.)

Le tableau ci-dessous n'est pas exhaustif. La mise en œuvre de cette analyse de signature demande bien évidemment du travail et de la réflexion. Quel stimulus créer?... Quelle fenêtre de temps prendre?... Faire attention aux interruptions, s'efforcer de les rendre synchrones, etc. Mais la retombée de ce travail est considérable. Les documents réalisés serviront en production comme en maintenance. Le Locator ayant en standard le logiciel IEEE 488, le programme de test pourra être mis sur un support quelconque et servir de dépannage guidé. (Un important client d'Enertec passe déjà du calculateur vers le Modem pour dépanner ses centres à distance à l'aide du Locator.)

Cartes à microprocesseurs

Microprocesseur soudé

Le concepteur doit, au moment de l'étude, prévoir l'emplacement d'une

Sur quelle carte peut s'appliquer l'analyse de signature ?

La réponse est claire : sur la plus grande majorité des cartes logiques. Signalons que les boîtiers de raccordement du Locator possèdent des connexions pour l'horloge, le « start », le « stop », la masse et 6 va-

● Carte vidéo :	{ horloge → start/stop →	générateur de point balayage vertical
● Carte de commande numérique	{ horloge → start/stop →	générateur extérieur branché en stimulus début/fin de cycle
● Carte processeur	{ horloge → start/stop →	celle du processeur début/fin de séquence

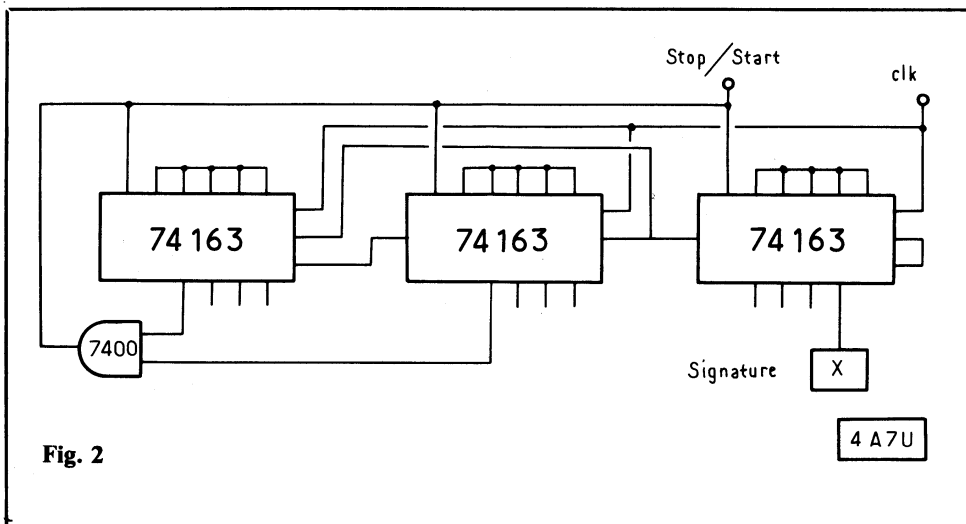


Fig. 2

ROM de stimulus qui sera validée par programme ou à l'aide de cavalier que l'on déplacera sur la carte. (Il en sera de même pour les microprocesseurs en tranches.)

Microprocesseur sur support

Enertec propose alors l'utilisation de boîtiers spécialisés. Les boîtiers 8 bits actuellement disponibles sont : le 6800/6802, 6809, Z80, 8080, 8085, 6502, 2650 ; en 16 bits : le 8086 (68000, 9900 en fin d'année).

En cours de développement : la famille 8048 d'Intel et d'autres.

Quel est l'avantage de l'utilisation des boîtiers microprocesseurs ?

Supposons que nous ayons installé sur la carte à tester la ROM de stimulus. Si la carte a de sérieux problèmes, le stimulus ne démarre pas et le démarrage de la réparation peut être pénible. L'utilisation du boîtier va permettre le transfert du microprocesseur de la carte sur le boîtier et une série de tests par partition va indiquer les parties saines de la carte. Le microprocesseur a juste besoin de son alimentation et de l'horloge pour travailler en temps réel et à la dynamique de la carte. Seront exécutés dans l'ordre :

- un test du microprocesseur ;
- un test en free run qui va nous permettre :
- de tester le bus adresse le plus loin qu'il sera possible sur la carte ;
- de tester l'adressage correct de tous les boîtiers ;
- de tester le contenu des ROM et par là même l'état du bus de données.

Le test des ROM se fera en positionnant le « start » et le « stop » sur la broche de sélection de la ROM. S'il y a plusieurs ROM et que l'on veuille gagner en vitesse de test, le « start » sera mis sur la ligne adresse de rang le plus fort concernant le champ des ROM, et le « stop » sur celle de rang le plus faible. La fenêtre d'examen sera donc celle du champ des ROM.

— Le stimulus : un support, pour ROM 2716, situé à côté du support du microprocesseur, permet la mise en place de la ROM de stimulus. Elle sera validée à partir de l'adresse RESTART du microprocesseur. Ce programme de stimulus s'écrira en langage identique à celui du microprocesseur. On pourra programmer les « start/stop », écrire des tests de RAM, de PIA, d'EAROM, etc. La richesse et l'efficacité du stimulus dépendra de ce que l'homme de test y aura apporté.

Limitations de l'analyse de signature, le problème des boucles

La solution d'ouverture mécanique des boucles étant, à notre avis, à proscrire, nous offrons deux techniques grâce au Locator :

- l'analyse de trace (que l'on ne retrouve que sur des grands testeurs) ;
- la sonde de courant.

L'analyse de trace

Nous ne reviendrons pas sur l'analyse de signature dont la puissance de diagnostic (probabilité 99,99 %) et l'efficacité sont admises par tous. Mais son exploitation se heurte à certaines limites. On se souvient que l'analyse de signature ne peut se pratiquer que sur des phénomènes synchrones. On doit donc faire appel à d'autres techniques (telles que le comptage de transition) pour traiter la logique asynchrone. Une autre de ses limites réside dans le problème des boucles. Imaginons un circuit tel que celui de la figure 2.

Si une faute se produit dans la boucle, la signature sera mauvaise mais on ne saura plus la localiser. Une solution préconisée est de prévoir des cavaliers pour l'ouverture des boucles. Ce n'est pas une solution très satisfaisante. En effet, d'une part mé-

caniquement cela complique la carte, d'autre part, cela peut être une source supplémentaire de pannes. L'analyse de trace va se décomposer en deux étapes : une analyse de ligne et les données de ligne.

Analyse de ligne

Partons d'un flot de données de 32 000 bits. A l'activation de la fonction « Analyse de ligne », ils vont être transférés dans une RAM rapide de 32 K.

Nous aurions pu partir d'un nombre beaucoup plus petit de bits, simple différence : la mémoire ne serait pas remplie. Par contre, elle sera remplie à 32 K, ce qui signifie que nous n'avons plus besoin du signal « STOP ». Ces 32 000 bits vont être organisés en lignes de 256 bits. Soit 128 lignes de 256 bits pour une mémoire pleine. Ce remplissage s'est, bien sûr, déroulé d'une manière séquentielle, et séquentiellement, nous allons pouvoir examiner le contenu de chaque ligne. Nous travaillons toujours en compression de données, il s'agit donc d'une signature mais cette fois sur 256 bits seulement et non plus 32 000 bits comme au départ.

La figure 3 donne un exemple de l'affichage.

1. Nous regardons la 128^e ligne.
2. FF = cette ligne comporte 256 bits.
3. Voici la signature de cette 128^e ligne.

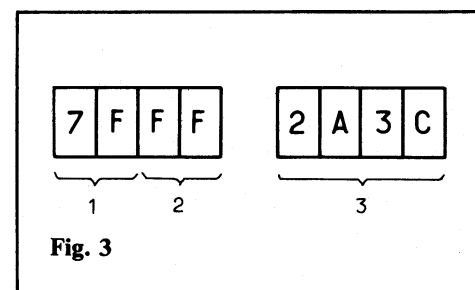
Ceci affine déjà le diagnostic, et l'on pourrait par exemple en une seule prise d'information, examiner le contenu d'une ligne de données de ROM de 32 K.

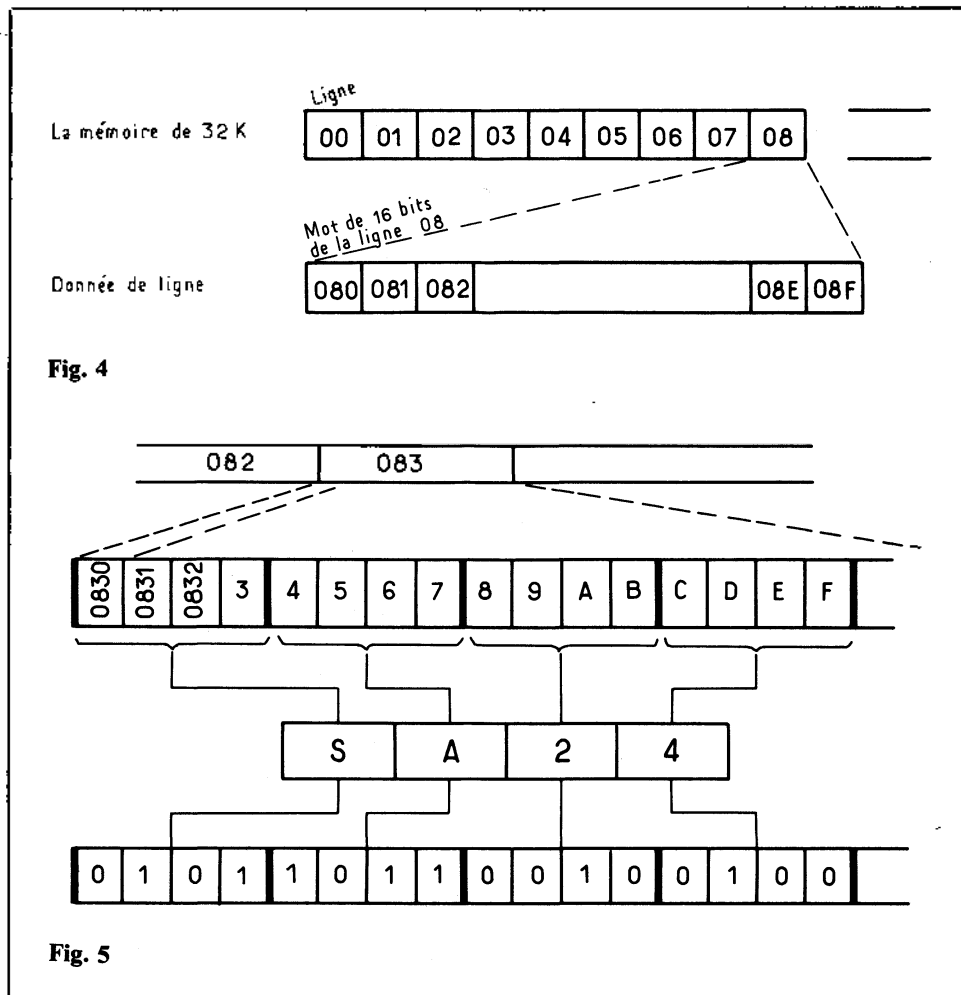
Mais la prétention de cet instrument est de nous amener au bit défectueux.

Données de ligne

Supposons que nous ayons trouvé une signature erronée dans la ligne 08. Nous allons faire une loupe sur cette ligne et pour cela utiliser une deuxième fonction : la « donnée de ligne » (voir fig. 4).

Cette fois, chaque ligne va éclater en 16 mots de 16 bits (soit 256 bits) et nous allons utiliser une mémoire de 2 048 bits. Dans cette mémoire, se-





ront rangées : 4 lignes avant la ligne incriminée, et les 3 lignes suivantes — ceci, afin de pouvoir excursionner autour de la ligne fautive (8 lignes de 256 bits = 2 048 bits).

Supposons que la faute se situe au niveau du 4^e mot de la ligne 08 (figure 5).

Le Locator travaillera cette fois au niveau de chaque bit.

Toute cette recherche sera faite automatiquement en comparaison automatique. Le Locator indiquera immédiatement la ligne fautive, le mot fautif et s'arrêtera au 1^{er} bit défectueux.

Cette analyse de trace intéresse particulièrement des services de production. En effet, grâce à l'interface IEEE 488 systématiquement incorporée, il est devenu possible de soulager les grands systèmes de test. En fonctionnant en temps partagé, on peut exécuter des programmes de test guidé très efficace en utilisant l'analyse de signature, puis l'analyse de trace (test des ROM, RAM, test des asservissements numériques sans ouverture des boucles, etc.).

En conjonction avec les boîtiers de test des microprocesseurs (actuellement sont réalisés les boîtiers 6800, 6802, 6809, Z80, 8080, 8085, 6502, 2650, 8086...) l'ouverture des bus n'est plus nécessaire en « free run »

et à partir de cette position, en analyse de trace, on examine le contenu des ROM.

La sonde de courant

Il s'agit de trouver le composant en court-circuit, statique ou dynamique, en défaut vers la masse ou vers la source. La sonde injecte un courant au nœud en faute et l'un des deux voyants situés sur le corps de la sonde s'allume, indiquant si le point observé se trouve sur un court-circuit ou non. La sonde est un instrument qui peut fonctionner seul ou sur n'importe quel type de testeur. Il suffit de l'alimenter avec l'alimentation de la carte et, pour travailler en dynamique, de lui fournir des signaux de déclenchement. Cela se fait automatiquement sur le Locator.

Les signaux asynchrones

Nous trouvons sur le Locator, un compteur d'événements, un compteur de transitions avec les 6 validations d'horloge, ce qui permettra, par exemple, de tester des lignes d'interruptions sous certaines validations d'horloge. N'oublions pas, non plus, que l'association de l'analyse de si-

gnature et du comptage de transitions permet de piéger les problèmes de parasites ou de glissement de fréquences. Il y a également une mesure de temps pour les monostables, une mesure de temps entre deux signaux... tout ceci dans le même instrument.

Pour minimiser le nombre d'instruments nécessaires à l'homme de maintenance, la présence du multimètre complet, de la mesure de la température et du dépistage de niveaux logiques non corrects sont inclus dans le même appareil. De plus, il dispose de deux fonctions annexes importantes, la comparaison automatique et le « Halt » sur erreur.

La comparaison automatique

Les techniques de test logique décrites ci-dessus nécessitent une base de données pour effectuer une comparaison avec l'unité sous test. Cette base de données n'est plus nécessaire si on possède une carte bonne comme référence. On utilise alors le boîtier de comparaison automatique sur lequel on branche la carte de référence, l'autre boîtier étant connecté sur la carte sous test. Chaque signature relevée (ou chaque donnée de lignes, comptage de transitions) est comparée carte à carte et le Locator signalera s'il existe une différence. C'est une recherche très rapide d'une faute, sans documentation écrite au préalable.

Le « Halt » sur erreur

Le Locator reste en espion sur une ligne. Si une différence de données se produit, il le signale sur son affichage, avec un bip et également par l'horloge du « Halt sur erreur » qui se sera figée au moment de la faute.

Conclusion

Particulièrement adapté à sa fonction, le Locator est un appareil dont l'évolution est permanente. La généralisation de l'emploi de microprocesseurs nouveaux impose la création régulière de nouveaux boîtiers, et, parallèlement, les vitesses d'horloge et les capacités de stockage doivent s'accroître.

Par connexion sur un bus IEEE et en utilisant un modem, l'aide au dépannage doit s'étendre.

Le but d'Enertec est d'être à l'écoute de ceux qui ont pris conscience de l'importance de la maintenance sur le site, et d'établir avec eux des contacts directs et réguliers.