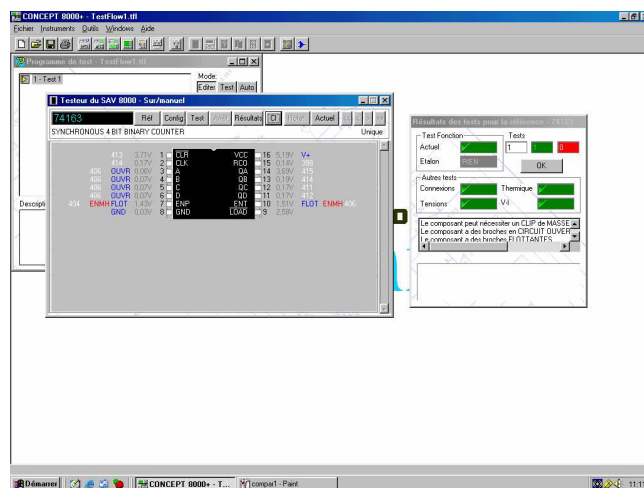
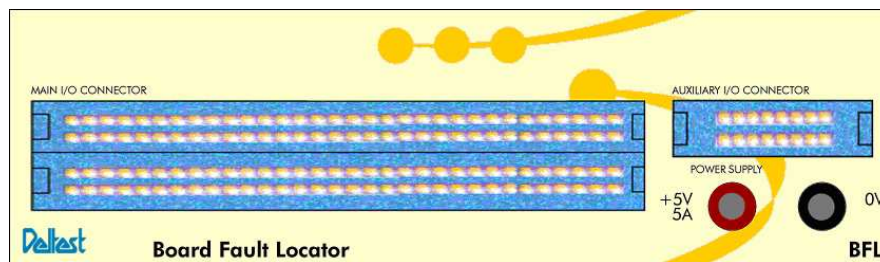




La philosophie du test numérique



ZI Toul Europe secteur B 54200 TOUL
Tél.: 03.83.43.85.75
Email : deltest@deltest.com
www.deltest.com

Que se passe t'il lorsque l'on teste un circuit numérique ? (Ou que ce passe t'il lorsque l'on appuie sur 'test')

Lorsque vous lancez un test d'un circuit numérique, un processus compliqué se met en place pour réaliser en une seule fois le test fonctionnel (vérification de la table de vérité). Vous nous avez souvent demandé "que ce passe t'il durant le test d'un circuit numérique et quelle est la signification des différents critères et défauts sur les broches ?". Nous utilisons les mêmes procédés de base depuis 1983, mais avec autant de nouveaux clients, il est maintenant temps de changer notre vision des choses et de clarifier certains points.

Les systèmes DELTEST ont été créés pour la recherche de défauts sur des cartes électroniques. Pour ce faire, les principes suivants sont employés :

1. Confirmation que le circuit est correctement câblé, piloté et alimenté.
2. Confirmation que les entrées sorties ne sont pas endommagées et que le circuit n'est pas en surcharge.
3. Confirmation que les fonctions du circuit sont en adéquation avec la table de vérité.

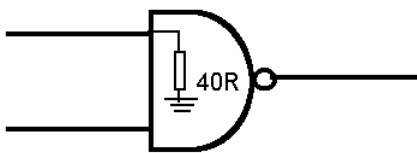
Si le résultat de l'ensemble de ces tests est correct, on peut avec confiance dire que le circuit fonctionne et qu'il est bien câblé. Si seulement une partie de la séquence de test est possible, on peut raisonnablement affirmer que le circuit est opérationnel. C'est un point très important, mais que beaucoup de clients malgré de nombreuses années d'utilisation n'ont pas bien compris. Pour illustrer cela certains clients nous disent :

" Un circuit est testé et donne un résultat 'Bon', mais je pense que c'est faux car je n'ai réalisé qu'un test V/I. Qu'est-ce qui ne fonctionne pas ? "

Cette question montre le manque de compréhension sur le fonctionnement du système.

Le but est de réparer la carte, pas d'analyser finement les défaillances d'un circuit.

Alors, si un test V/I montre qu'un circuit est défectueux, il faut changer le circuit. Le test fonctionnel n'est pas la seule solution pour trouver une panne comme l'illustre l'exemple ci-dessous :



Ce schéma montre une simple porte NAND avec une résistance interne de faible valeur à la masse sur une entrée.

Cela est un défaut très courant (souvent causé par un défaut de protection statique ou que la diode d'entrée est défectueuse), il est presque impossible de détecter cette panne avec un test fonctionnel. La raison est que les sorties du SAV8000 sont capables de générer de forts courants, de ce fait ils sont facilement capables de piloter une entrée ayant une charge de 40Ω avec des états logiques corrects. Ceci a pour effet de valider comme BON le test fonctionnel. Cependant avec un test V/I, la courbe V/I est presque verticale, démontrant qu'il y a une charge faible sur l'entrée (40Ω).

Nous avons maintenant la réponse à la question précédente, le système fonctionne correctement. Il a détecté une panne grâce à l'analyse V/I. Il ne faut pas attacher trop d'importance aux seuls tests fonctionnels, ils ne constituent qu'un test parmi cinq permettant d'identifier des défauts sur une carte.



Revenons à la question d'origine,

"Que se passe t'il réellement lorsque l'on fait un test d'un circuit numérique ? "

Nous allons maintenant décrire en détail ce qui se passe, à partir du moment où vous appuyez sur le bouton 'Test'.

Le procédé est sensiblement différent si le circuit est testé en mode 'sur carte' ou 'hors carte'

Etape 1 - Test des tensions élevées (Sur carte uniquement)

Les drivers de sorties et les signaux de garde sont isolés par des relais, l'alimentation 5volts est actionnée. Toutes les broches, ainsi que les signaux de garde, sont testés et ne doivent pas être en dehors de la gamme -0.5V à +5.5V, en dehors de ces valeurs on pourrait endommager les drivers du circuit. Si le système détecte une tension hors gamme le test est arrêté et l'affichage indique une erreur.

Etape 2 - Positionnement automatique du Clip (Sur carte uniquement)

Dans le cas où aucune tension élevée n'a été trouvée, les relais d'isolation des sorties sont activées et les signaux de gardes validés. Le système localise la position du circuit en localisant les alimentations sur le clip (à noter que cela ne fonctionne que pour les boîtiers DIL ou SOIC, les autres types de clips doivent être insérés correctement. Dans cette étape, la tension VCC doit être supérieure à 4.2V et la tension de masse doit être inférieure à 0.6V en charge. Le système essaye 'l'état forcé' (voir document 'L'état forcé : La puissance du test fonctionnel') sur les broches d'alimentation pour s'assurer que les connexions d'alimentation sont valides. Lorsque les alimentations trouvées sont correctes le test peut continuer. Dans le cas contraire un message 'PV+' ou 'GND' apparaît et le test est arrêté. Durant les tests suivants, les numéros des broches sont convertis en numéros de voies physiques selon la position du circuit sur le clip.

FIG : 1

374	ENMH	FLOT	1.49V	1	K	VCC	24	5.11V	VCC
374	OUVR	FLOT	0.26V	2	J	SL	23	1.05V	FLOT ENMB 373
374	OUVR	FLOT	0.27V	3	A	H	22	0.26V	OUVR 374
416	BAS	OUVR	0.14V	4	QA	QH	21	0.13V	413
374	OUVR	FLOT	0.25V	5	B	G	20	0.23V	OUVR 374
416	BAS	OUVR	0.14V	6	QB	QG	19	0.15V	BAS 415
BAS	CCOV	FLOT	0.05V	7	C	F	18	0.23V	OUVR 373
416	BAS	OUVR	0.14V	8	QC	QF	17	0.14V	416
374	ENMH	FLOT	1.66V	9	D	E	16	0.24V	OUVR 374
415	SIB	FLOT	0.13V	10	QD	QE	15	0.14V	BAS 416
374	GND	FLOT	0.05V	11	CLK INH	CLR	14	5.13V	CCOV HAUT
				12	GND	CLK	13	1.67V	FLOT ENMH 374

Etape 3 - Test de l'impédance des broches

Ce test vérifie comment les broches du circuit sont pilotées. Dans une situation normale, toutes les broches du circuit en test seront considérées comme des sorties que ce soit du circuit lui-même ou bien d'autres circuits qui ont des sorties connectées au circuit en test. Les broches seront vues comme de basse impédance. Cependant

certaines entrées d'un circuit peuvent provenir de connecteurs ou d'un circuits absents ou HS. Dans ce cas, l'impédance effective aux broches correspond à l'impédance d'entrée du circuit en test. Celle ci peut être faible avec des circuits TTL qui ont des courants d'entrée significatifs ou très élevée pour les circuits CMOS qui ont des courants d'entrée à peine mesurables.

Une piste coupée ou une soudure sèche peuvent être détectées en analysant l'impédance de la broche, attention une mauvaise connexion sur le clip aura le même résultat. Ce test s'effectue en alimentant les broches avec une tension variable à travers une résistance de 10 K Ω et en mesurant la tension résultante sur la broche. A ce stade du test, chaque broche est définie à la fois comme une sortie (l'affichage de résultat est blanc), une entrée TTL en l'air (non chargée l'affichage sera FLOT, flottant), ou une entrée de forte impédance (type CMOS l'affichage sera

OUVR, ouvert). Les diagnostics FLOT et OUVR peuvent être simultanées, vous pouvez donc les considérer comme équivalents pour faciliter la comparaison des résultats. Note OUVR peut être un problème de connexion entre la broche et le clip, du à une salissure, de la corrosion, ou un vernissage.

Etape 4 - Test de broches en court-circuit

Ce test détecte les broches connectées à l'alimentation 5V ou 0V, en essayant de forcer la tension de la broche au niveau opposé et en mesurant la tension obtenue. Par exemple, un court circuit au 5V est détecté en forçant momentanément un état bas sur la broche et en mesurant la tension résultante. Si la tension relevée est supérieure à 4.4V alors le système indique un court circuit au 5V. Un court circuit à la masse est indiqué lorsque la tension résultante est inférieure à 0.6V quand la broche est forcée à l'état haut. Ces informations sont enregistrées pour un affichage ultérieur et fournira également des informations pour la fonction de compensation automatique, ce qui adaptera les paramètres de réglage selon le modèle des courts circuits trouvés. Certains types de défauts, par exemple les ponts de soudure, seront détectés avec ce test.

Etape 5 - Détection de liens

Ce test détecte les broches qui sont connectés avec d'autres broches du circuit. Broche 1 du circuit est forcée à l'état haut, et la broche 2 est forcée à l'état bas. Si la broche 1 est connectée à la broche 2, le système sera en "état forcé" sur lui même (voir document 'L'état forcé : La puissance du test fonctionnel'). Ceci est détecté en mesurant la tension de la broche 2: si elle est supérieure de 1V, il est **possible** qu'il y ait un lien. Cependant, ce cas pourrait être provoqué par un court circuit, qui est éliminé en forçant la broche 1 à l'état bas. Si la broche 2 est maintenant au dessous de 1V, il est **probable** qu'il y ait un lien. Le résultat est confirmé en répétant le procédé ci-dessus avec les broches 1 et 2 inversées.

Le procédé complet est répété pour toutes les paires de broches possibles sur le circuit, de sorte que tous les liens sont détectés. Le processus de détection de liens se fait sur une carte sous tension, soumise à différentes tensions, signifie la mise en œuvre d'un procédé complexe pour éliminer l'effet des circuits environnants. Cependant des indications étranges de liens peuvent parfois se produire (par exemple LIEN1 et LIEN2 sur la même broche !). Ceci indique habituellement des changements de signaux ou des oscillations sur la carte, ce cas de figure peut être confirmé en réalisant un test de connexions de la carte hors tension, afin d'éliminer les signaux d'interférence. La présence de liens peut indiquer des défauts tels que des ponts de soudure ou des pistes en court circuit, les informations de liens sont mémorisées pour une utilisation avec la fonction compensation automatique de circuit mise en œuvre dans les étapes suivantes.

Etape 6 - Test des états intermédiaires sur les entrées : (sur carte uniquement)

Les tensions des entrées du circuit sont mesurées et comparées aux seuils de tension correspondant à ce circuit. Les tensions au dessus du seuil bas et au dessous du seuil haut sont classifiées en ENTREE MI-BAS (ENMB) ou ENTREE MI-HAUTE (ENMH) selon qu'elles sont au-dessus ou en dessous du seuil de commutation. Ces résultats peuvent indiquer un défaut sur un driver du circuit sous test. Ce test n'est pas réalisé en test hors carte car le circuit présente de façon normale des niveaux d'entrée intermédiaires car ses broches ne sont pas connectées.

Etape 7 - Détection de signaux variables sur les entrées : (sur carte uniquement)

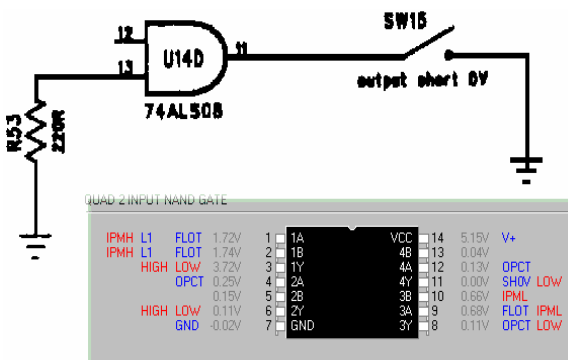
Des signaux variables non constant sur une carte sous test peuvent perturber sérieusement les tests, et rendent l'obtention d'un résultat de test bon quasiment impossible. Le testeur essaye de détecter des signaux non constants sur les entrées en vérifiant leurs niveaux 256 fois, avec un temps variable entre les contrôles permettant de s'assurer que le contrôle n'est pas périodique. Si différents niveaux sont trouvés, la broche sera identifiée et affichée avec SIGNAL (SIG). Les signaux au-delà de 4 Mhz ne peuvent être détectés avec cette méthode, en raison de la limitation des entrées analogiques du testeur. Ce test n'est pas réalisé en test hors carte parce qu'il n'y a pas source externe de signal.

Etape 8 - Contrôle de l'état forcé des entrées

Un test fonctionnel sur un circuit ne peut être réalisé que si ses entrées peuvent être pilotées avec des états logiques haut et bas valides. Par conséquent le système vérifie chaque entrée du circuit en test, en les forçant avec des états logiques bas et haut et en mesurant les tensions résultantes. Pour un test sur carte, un forçage à l'état bas doit être associé à une mesure inférieure à 0.9V, et le forçage à l'état haut doit être supérieure à 1.9V, sinon des messages d'alerte indiquent CHARGE 0V (CHOV) ou CHARGE 5V (CH5V). Pour un test hors carte, ces niveaux indiquent 0.5V (bas) et 2.5V (haut), et dans ce cas, les messages CHARGE ne sont pas que des alarmes mais font échouer le test. Entre plus, dans le test hors carte seulement, un test est fait sur les forts courants d'entrée en forçant l'entrée à l'état haut à travers une résistance de 10 K Ω et en vérifiant que la tension d'entrée est supérieure à 2.5V. Ceci permet d'identifier les charges résistives sur les entrées d'une façon similaire au test d'analyse V/I. Notez que 'l'état forcé' ne peut pas être réalisé si l'entrée est en court circuit au 0V ou au 5V, puisque nous savons déjà que nous ne pourrions pas forcer la broche.

Etape 9 - Contrôle des courts circuits sur les sorties

Sur une sortie numérique normale, un court circuit au 0V ou 5V indique un défaut. Par conséquent le système examine les sorties du circuit, si l'une d'entre elle est en court circuit le résultat du test sera Mauvais. Notez que pour les sorties de type tri-state, collecteur ouvert ou émetteur ouvert, vous pouvez avoir des courts circuits si elles sont reliées à des switches ou cavaliers câblés (voir exemple), par conséquent un court-circuit sur une telle broche n'est pas considérée comme un défaut.



Etape 10 - Configuration des sorties

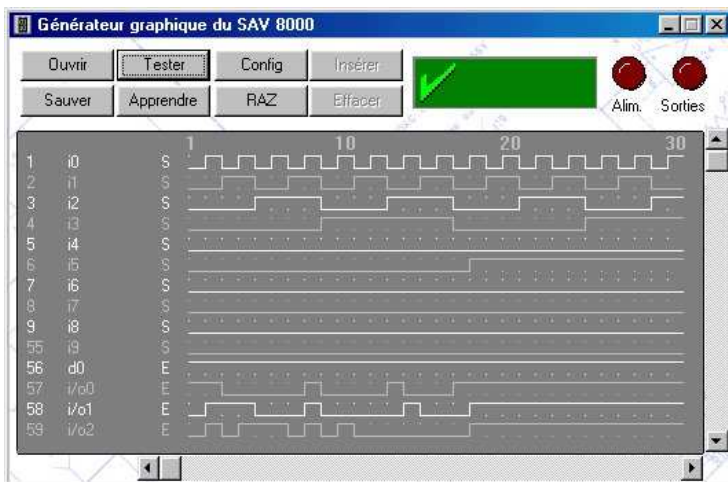
Les canaux du SAV8000 reliés aux entrées du circuit vont être maintenant validés pour permettre le lancement du test fonctionnel. Le programme de test active les canaux selon le modèle (table de vérité). Habituellement toutes les entrées sont actives, mais dans le cas de portes multiples (ex : 7400) ou de portes bidirectionnelles (ex : 74LS245) le testeur ne peut pas activer toutes les entrées dès le départ du test. Notez que les broches qui ont été détectées en court circuit au 0V ou au 5V ne seront pas activées puisqu'elles ne peuvent pas être pilotées. Ceci permet une réduction de la puissance dissipée dans les drivers de sortie.

Etape 11 - Test de conflits sur les sorties trois états d'un circuit.

Pour tester un circuit trois états sur carte, il est important de s'assurer que les autres circuits connectés sont désactivés (utilisation du câble de garde BDO) de sorte qu'il ne perturbent pas le test. Par conséquent, le circuit en test est désactivé et l'impédance des broches de sorties est vérifiée selon la méthode décrite à l'étape ci-dessus 3. Si une indication qu'une ou plusieurs broches sont pilotées par un autre circuit, un message d'alerte apparaît CONFLIT (CFLT) et le résultat du test doit être considéré comme douteux.

Etape 12 - Test fonctionnel (table de vérité).

A partir de ce moment le test fonctionnel commence. Le circuit est stimulé par les signaux issus du SAV8000 (lors du test sur carte), de telle sorte que le circuit est isolé des autres



composants environnant de la carte. Les tensions sur les sorties du circuit sont mesurées et comparées avec les seuils logiques pour vérifier que le circuit reproduit bien des états logiques corrects et valides correspondant à la table de vérité. Si ce n'est pas le cas, des messages d'erreur apparaîtront HAUT, BAS, ENMH ou ENMB et le résultat du test sera 'Mauvais'.

La séquence exacte des stimuli et vérifications est contrôlée par le programme de test du circuit, qui est chargé lorsqu'on sélectionne la référence du circuit dans la bibliothèque. Il est également modifié automatiquement en test sur carte pour tenir compte des courts circuits et des liens détectés dans les étapes 4 et 5.

Cette fonction de compensation automatique assure que le circuit est testé 'comme câblé' sans adaptation du programme de test par l'utilisateur.

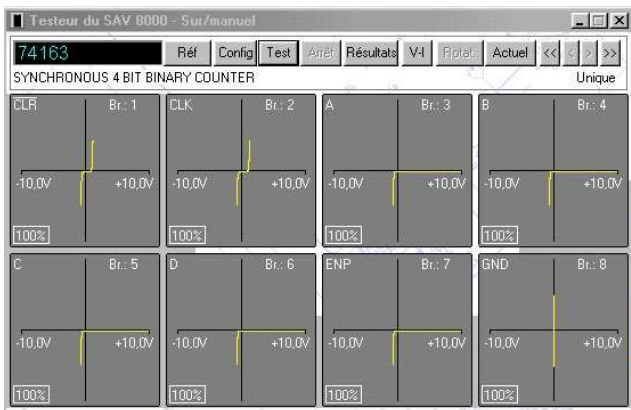
Etape 13 - Test de tension

Après la fin du test fonctionnel, le système mesure les tensions sur chaque broche du circuit comme aide à la recherche et localisation de défauts. A ce stade, chaque broche du circuit est connectée au 0V via une résistance de 10KΩ interne au SAV8000. Les tensions sont mémorisées et affichées sur l'écran. Elles sont également converties en niveaux logiques HAUT, BAS, ENMH ou ENMB pour être comparées avec les seuils programmés, ces niveaux sont également affichés même si le test fonctionnel n'est pas réalisé.

Etape 14 - Test thermique

Une indication de la température interne du circuit peut être mesurée par l'examen des caractéristiques de certaines jonctions internes du circuit cet examen est établi hors tension. Par conséquent l'alimentation est arrêtée à ce moment du test, et le système extrait les données en effectuant un test V/I modifié (voir ci-dessous). A partir de la courbe obtenue, une tension de jonction est obtenue en fonction de température. Malheureusement les différents fabricants créent des circuits avec des caractéristiques différentes, de ce fait la lecture directe de la température en degrés n'est pas possible. Cependant la comparaison des résultats thermiques entre une carte bonne et mauvaise peut indiquer qu'un circuit est trop chargé et qu'il consomme trop de courant, bien qu'il soit encore fonctionnel. Les résultats de ce test sont présentés sous forme d'un nombre sans unité. Notez que quelques broches n'ont pas cette caractéristique affichée, du fait de l'effet d'autres circuits en parallèle. Aucun résultat de test thermique n'est possible pour ces broches, mais seulement 1 broche par circuit est nécessaire pour tester la température interne du circuit. Aucun autre système de test n'est en mesure de réaliser cette puissante fonctionnalité.

Etape 15 - Test analyse de signature (V/I)



C'est une méthode de test puissante qui examine l'évolution des courants en fonction des tensions sur chaque broche du circuit en test. Chaque broche est pilotée à travers une résistance de 10 K Ω par une tension variant linéairement entre deux valeurs programmables, normalement +/-10V. Le résultat en tension sur chaque broche est mesurée et le courant calculé selon la loi d'Ohm. Le courant est alors représenté en fonction de la tension appliquée, la courbe résultante peut être utilisée pour détecter

des défauts comme un courant de fuite sur une entrée, panne d'alimentation, circuit ouvert ou court circuit sur les broches. Pour des explications complètes sur le test V/I reportez vous au manuel opérateur et à la carte de formation. Notez que les tests V/I du SAV8000 sont optimisés pour les circuits numériques. Pour les circuits analogiques l'ANALOG 8000 dispose d'un instrument similaire : l'ASA (analyse de signature analogique) dans lequel un large éventail de paramètres de test peut être modifié.

C'est la fin du test d'un circuit numérique, en supposant que l'ensemble des tests soit applicable et valide. Pour certains circuits, des tests ne peuvent être effectués. Par exemple, le test fonctionnel n'est valide que pour les circuits inclus dans la bibliothèque. Ceci n'empêche pas d'effectuer les autres tests et n'affecte pas l'intégrité des autres tests. Rappelez-vous que les différents tests sont complémentaires et que certaines pannes ne peuvent pas être trouvées avec le test de la table de vérité seul comme dans l'exemple ci-dessus. Nous espérons que nous avons amélioré votre compréhension du SAV8000. Si vous ne comprenez pas tous les détails techniques décrits ci-dessus, ne vous inquiétez pas. Rappelez vous juste d'un point important :

Le SAV8000 dispose de cinq types de test différents.
Pour une meilleure détection des pannes,
Vous devez tous les utiliser.