

RONAN LOAEC

Mise au point auto? le Visitronic

L'un des plus vieux rêves de l'Homme est sans conteste de créer une mécanique intelligente qui singe le vivant dans ses manifestations les plus subtiles. Du mythe du Golem sont nées les recherches contemporaines sur l'intelligence artificielle, et la robotique, s'appuyant sur les progrès fulgurants des ordinateurs, parvient à présent à nous libérer de nombreux esclavages provoqués par notre civilisation mécaniste.

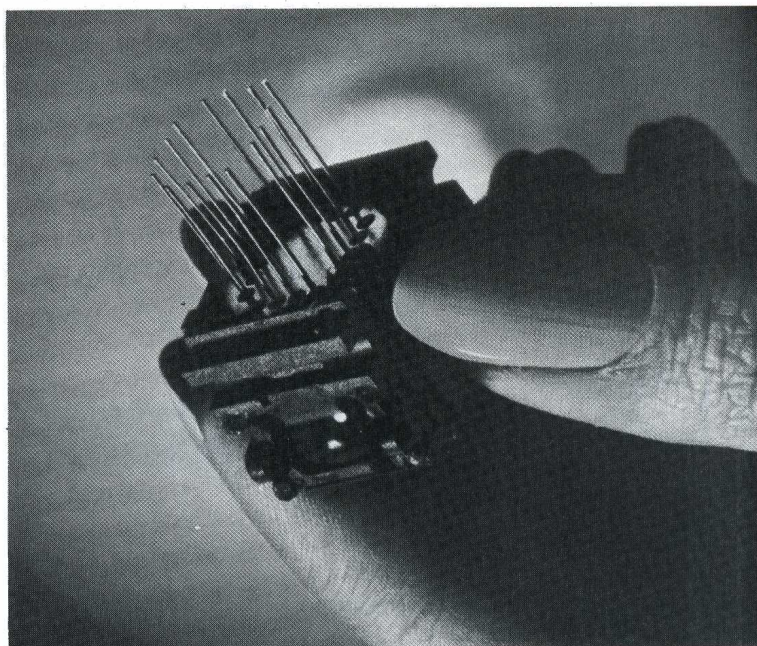
Les dispositifs assurant le réglage automatique de la mise au point en photographie et en cinéma n'ont certes pas la prétention d'imiter le comportement, beaucoup plus nuancé, d'un opérateur humain; ils assurent simplement une mise au point, en général fort précise, sur les sujets situés au centre du champ photographié. Cela est déjà merveilleux, et ce d'autant plus que ces asservissements agissent avec une promptitude extrême... mécanique bornée certes, mais combien plus rapide que nous ne saurions l'être nous-mêmes.

Les premières tentatives en la matière remontent fort loin. Avant de s'attaquer aux appareils de prise de vues, les chercheurs ont fort justement commencé par mettre au point des agrandisseurs automatiques, beaucoup plus faciles à concevoir et à réaliser sans l'aide de systèmes électroniques complexes, alors inconnus. Tout le monde connaît le justement célèbre Focomat de Leitz, utilisant un système de came imaginé par Walter Klatt. L'avènement de l'électronique vit l'application à la conservation de la netteté, d'idées similaires dans le domaine de la projection de diapositives. En 1964, Normann Stauffer, de Honeywell (eh oui, déjà) achevait de mettre au point le premier système « Autofocus » adapté à un projecteur. Les dispositifs actuels reprennent tous cette idée initiale d'un électronicien de génie (qui n'en restera pas

là... mais n'anticipons pas).

Entre-temps, différentes sociétés européennes ou japonaises ont commencé à s'intéresser de près aux possibilités apportées par l'électronique (encore très timides, on en était alors aux transistors « discrets » — indépendants — et aux premiers balbutiements des circuits intégrés hybrides — constitués par des transistors non encapsulés et des résistances directement déposées sur un substrat de céramique, d'où un gain de place déjà important) — C'est l'époque de la caméra Bolex 16 mm à mise au point automatique par faisceau d'infrarouge puis des premiers objectifs spéciaux présentés par Nikon ou Konica. Les progrès de l'intégration sont alors littéralement fulgurants, ce qui permet progressivement de faire diminuer le volume des circuits électroniques assurant l'asservissement de la mise au point. Des circuits à faible intégration, comportant seulement quelques transistors, diodes ou résistances, on passe aux circuits MSI (Medium Scale Integration) qui en comprennent plusieurs centaines, puis très vite aux circuits LSI (Large Scale Integration) qui donneront naissance aux microprocesseurs. Ces circuits comprennent plusieurs milliers de composants et fonctionnent sur un mode de calcul numérique (par tout ou rien, niveaux binaires 0 et 1) et non plus analogique. La fiabilité des opérations va beaucoup y gagner. Des composants de ce type équipent à présent tous les domaines de la vie courante, de la calculatrice de poche à la montre digitale en passant par l'automobile et l'électroménager.

Normann L. Stauffer de Honeywell, dont nous avons déjà évoqué le nom, n'est pas resté indifférent à l'évolution des composants électroniques. Avec la miniaturisation et le gain considérable en puissance de calcul, ses ambitions les plus audacieuses ont trouvé une base solide de réalisation.



Module Honeywell Visitronic tel qu'il apparaît dans sa dernière version dont l'épaisseur a diminué d'un tiers.

De longues années de recherche et d'expérimentation ont été nécessaires pour que naisse le premier dispositif véritablement moderne et opérationnel de mise au point automatique appliqué à la prise de vues, le Visitronic Honeywell. Depuis l'annonce de la réalisation du Visitronic Honeywell (fin 1975), d'autres systèmes parfaitement viables ont fait leur apparition: le Correfot Leitz, présenté sous forme de prototype à la Photokina 1976 et le Sonar Polaroid, appliqué en 1978 à deux appareils de la marque, les 5 000 et SX 70 déjà bien connus.

Un peu de philosophie

Il faut bien voir que les trois systèmes actuellement en lice procèdent de deux conceptions radicalement différentes et que leurs champs d'application res-

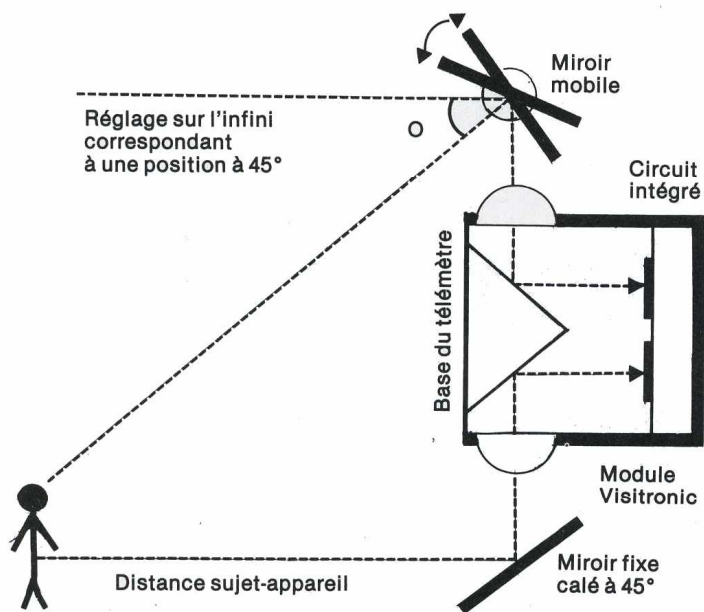
pectifs sont en conséquence très différents.

S'il est grossièrement possible de regrouper le Visitronic et le Sonar en une même rubrique, il faut admettre que le Correfot fasse bande à part.

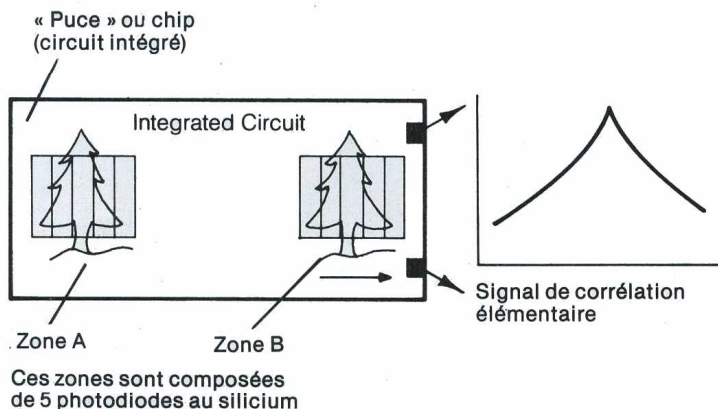
En effet, le Visitronic et le Sonar ont pour mission de mesurer, par des procédés divers, la distance séparant l'appareil de prise de vues du sujet à photographier. Après mesure de cette distance, ils agissent sur la bague de mise au point pour amener l'objectif sur la position de réglage adéquate.

Le système Correfot au contraire analyse l'image transmise par l'objectif au niveau du plan du film et fournit un signal de netteté lorsque celle-ci est optimale. Fonctionnant derrière l'objectif, il est prédisposé à être employé avec les appareils reflex sophistiqués.

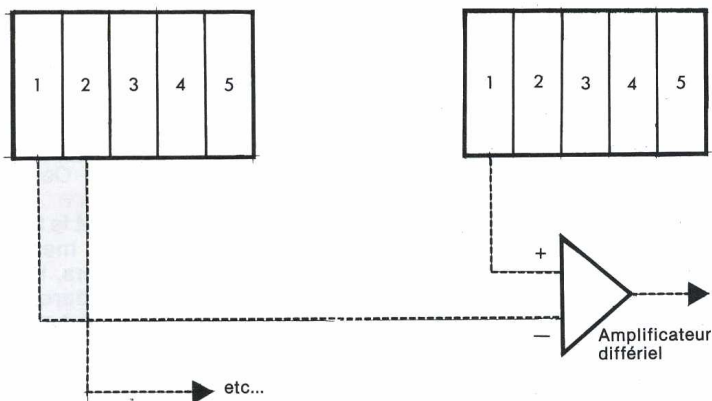
Les deux compères Visitronic, et Sonar assurant une mesure de distance indépendante de l'objectif sont mieux adaptés aux appareils compacts, mais



La télémétrie électronique : tangente $\theta = \frac{\text{Base}}{\text{Dist. sujet/appareil}}$

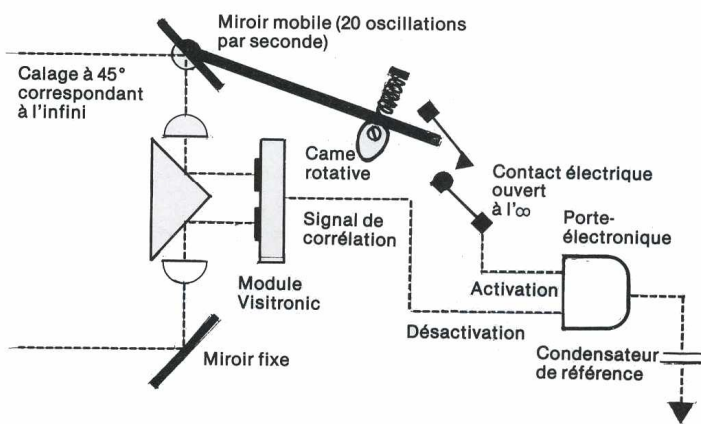
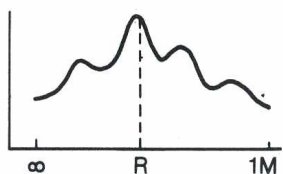


Le circuit intégré du module Visitronic reçoit les deux images télémétriques et indique leur corrélation.

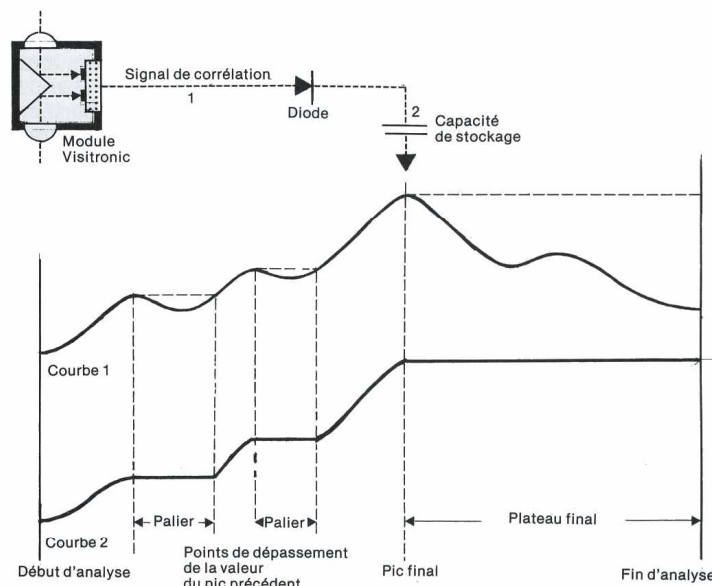


Branchement deux à deux des photodiodes. L'amplificateur différentiel fournit un courant proportionnel à la différence d'illumination des deux zones conjuguées. Un dispositif inverseur permet ensuite d'obtenir en sortie du module un courant proportionnel à l'identité d'illumination des photodiodes prises deux à deux. Ce courant passe donc par un maximum lorsque les corrélations des deux images sont maximales.

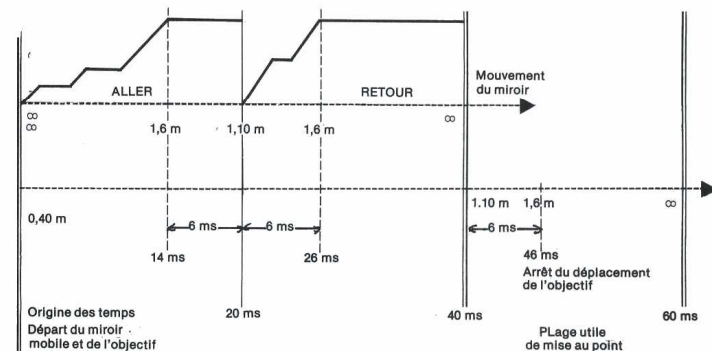
Signal de corrélation en cours de balayage du miroir, de l'infini à la plus courte distance. R - le maximum de signal indique la corrélation maximale entre les deux images. M - balayage du miroir.



Application très schématique du Visitronic à une caméra de cinéma, la Sankyo VAF 44 XL. La valeur de la charge du condensateur de référence est proportionnelle à la proximité du sujet, le miroir commençant à balayer depuis l'infini (peu chargé) et 1,50 m C très chargé.



Dispositif utilisé pour la discrimination du pic de corrélation : La diode, empêchant la capacité de se décharger, efface les inversions de sens de la courbe de corrélation initiale. Les pics secondaires postérieurs au pic principal ne sont pas pris en compte, puisque le courant de sortie du module (en 1), est alors inférieur à la valeur stockée dans la capacité (en 2) depuis le passage par la corrélation maximale.



Signal de corrélation en cours de balayage du miroir, de l'infini à la plus courte distance. R - le maximum de signal indique la corrélation maximale entre les deux images. M - balayage du miroir.

La « Puce »

pas forcément aux caméras de cinéma à visée réflexe. La venue de Correfot sur le marché modifiera peut être bien des données à cet égard.

Comment fonctionne le Visitronic ?

Le Visitronic Honeywell est fondamentalement un dispositif de mesure de la distance par télémétrie électronique.

Comme tout télémètre, il comporte deux fenêtres, dont l'écartement conditionne la précision de l'évaluation de la distance par le procédé de triangulation. L'écartement, ou base télémétrique, n'aura pas à être exceptionnellement important dans le cas d'une large majorité d'appareils utilisant le module Visitronic. En effet, ces appareils, de type compact, font appel à un objectif de distance focale relativement courte et d'ouverture modérée (généralement de l'ordre de $f/2,8$ et 40 mm). La profondeur de champ importante de ces objectifs les rend fort tolérants quant à d'éventuels décalages de mise au point, pourvu qu'ils demeurent dans des limites raisonnables.

Il n'en va pas de même en cinéma, lorsqu'on utilise des objectifs à variation de focale importante et de grande ouverture; la base télémétrique de 40 mm adoptée par exemple sur le Konica C 35 AF ne suffirait pas, surtout aux courtes distances. En fait, elle est de l'ordre de 50 mm ou plus dans la majorité des applications cinématographiques, ce qui, à grossissement égal, procure un gain de 30 % sur la précision de mise au point. Comme tout télémètre, celui-ci comporte derrière chaque fenêtre un miroir fixe qui procure une image de référence et un miroir mobile, dont l'angle de rotation caractérise, par simple triangulation, la distance du sujet visé. Cependant, si un télémètre classique (par exemple celui d'un Leica de série M) détermine la netteté par superposition des deux images (celle de référence et l'image mobile), le télémètre électronique du module Visitronic fonctionne lui par détermination de la corrélation maximale entre les deux images, analysées séparément par des récepteurs photosensibles. Nous arrivons là au cœur du module Visitronic: la « puce » de matériau semi-conducteur qui en constitue les « yeux » et le « cerveau ». Comme tout circuit intégré monolithique, le Visitronic est, en effet, réalisé par masquages et diffusions successifs dans un bloc unique de semi-conducteur (du silicium) et couramment appelé « puce » ou « chip » en anglo-saxon.

La puce du Visitronic est d'une fabrication particulièrement délicate, nous l'expliquons en annexe pour ceux qui veulent en savoir plus. Elle porte sur un rectangle de monocristal de silicium de 5 x 7 mm, deux zones sensibles composées chacune de 5 photodiodes. Chaque photodiode est reliée à son homologue de l'autre zone par un dispositif électronique comparant les deux signaux fournis. Les diodes sont ainsi reliées deux à deux. On comprend alors aisément le principe de ce télémètre électronique: lorsque l'image projetée sur chacune des deux zones est semblable, les 5 diodes d'une zone fournissent un signal électronique identique à celui de leurs 5 homologues de l'autre zone. C'est donc simplement de l'identité des signaux électriques en provenance de chaque zone que se déduit l'identité des images télémétriques; de la position du miroir mobile, ou plus exactement de son angulation, se déduit alors la distance du sujet visé, par simple triangulation.

Astucieux et simple, non ? Nous vous convions cependant à lire l'annexe de cet article pour en savoir davantage et mesurer plus précisément les difficultés de réalisation et les limites pratiques de ce module. Nous parlons depuis le début de « module » Visitronic. En effet, la puce de semi-conducteur qui vient d'être décrite et qui porte les deux zones sensibles et les circuits comparateurs, n'est que l'élément central d'un module vendu scellé par Honeywell. Le module Visitronic comprend, en fait, une partie de l'optique nécessaire à la triangulation, mais non les miroirs, ni le mécanisme de commande du miroir mobile. On conçoit alors aisément que ce ne soit pas tout d'acheter des modules, même s'ils sont bon marché; encore faut-il mettre en place les éléments périphériques de mesure (miroirs du télémètre, commande du miroir mobile) et d'asservissement de la mise au point (moteur entraînant l'objectif). C'est là que grimpent en flèche les coûts de fabrication, car réaliser un appareil compact, ou plus encore une caméra de cinéma à mise au point automatique par Visitronic, ce n'est pas simple. Nous allons le voir.

Et le cinéma ?

L'application du Visitronic au cinéma comporte un aspect paradoxal. En effet, si le processus d'asservissement continu de la mise au point est simple à comprendre et à expliquer, il n'en va pas du tout de même de sa réalisation qui nécessite, outre un circuit intégré annexe fourni par Honeywell, une

mécanique complexe, extrêmement précise et donc coûteuse. Comment fonctionne donc une caméra de cinéma « Visitronée » ? Vous avez pu voir ici ou là des schémas mécano-électroniques fournis par Sankyo, agrémentés d'explications du reste peu plausibles en provenance du Japon. Nous reprendrons donc l'exemple de la caméra XL 44 VAF pour expliquer notre propos en demeurant en pays connu; rassurez-vous cependant... toutes les caméras de cinéma fonctionnent sur des principes très voisins.

Premier problème rencontré: la détermination de la distance caméra-sujet. Nous allons raisonner, pour simplifier, de manière purement statique, mais il va de soi que le cycle représenté ici se reproduit constamment, à raison d'environ 5 balayages par seconde. Nous avons vu que le Visitronic réclamait l'adjonction de deux miroirs, l'un fixe et l'autre mobile, balayant la scène de l'infini à la plus courte distance de mise au point (ici 1,50 m) et ce à un rythme très rapide (environ 5 aller et retour par seconde). Au moment où il quitte sa position de repos (calage à 45° correspondant à l'infini), le miroir mobile ferme un contact électrique qui active une porte électronique. Un condensateur va alors commencer à se charger à courant constant. Le miroir continue sa rotation et balaye à vitesse constante le sujet de l'infini aux distances les plus rapprochées. A un certain moment, l'angle de rotation du miroir correspond à la distance effective du sujet visé. Le module Visitronic détecte alors la corrélation entre les deux images fournies par les deux miroirs et commande la fermeture de la porte électronique. Le condensateur cesse de se charger, tandis que le miroir achève sa course puis repart sur sa position de départ, l'infini... et le cycle recommence.

On conçoit donc qu'à la fin de chaque cycle le condensateur soit chargé à une valeur qui, étant fonction du temps de rotation du miroir mobile, est donc représentative de la distance caméra-sujet.

Nous voici en possession de la première grandeur analogique nécessaire à l'asservissement de la mise au point: un courant proportionnel à la distance caméra-sujet. Pour réaliser la mise au point par ajustement de la position de l'objectif à l'aide d'un micro-moteur, il ne nous manque donc qu'une information sur la position relative qu'occupe à chaque instant l'objectif de prise de vues. La comparaison de ces deux grandeurs permettra de déterminer le sens de rotation du moteur de mise au point et l'amplitude du déplacement nécessaire. Cette valeur est fournie par un système voisin de celui précé-

demment décrit, à cette différence près que ce n'est plus l'angle de rotation du miroir qui est mémorisé, mais bien la rotation du barillet de l'objectif par rapport à une position prédéterminée correspondant à l'infini. L'analyse et la comparaison de ces signaux de position est dévolue à un circuit intégré annexe, produit par Honeywell, le « Continuous Focus Proportional control », ou, plus simplement, le PC 100. Ce module détermine la rotation convenable du moteur de mise au point variable, proportionnelle à la distance.

La précision de la mise au point est en elle-même relativement faible, puisque dépendant de signaux analogues tels que la charge d'une capacité. Cependant, la périodicité élevée du balayage permet, par rectification constante, d'obtenir une précision globale suffisante pour la profondeur de champ du format Super 8. Il est à noter que la précision d'alignement des miroirs est telle qu'elle ne peut être, pour l'heure, réalisée que chez le fabricant, à l'aide de faisceaux laser.

Application par la photographie

Le premier appareil Autofocus faisant appel au Visitronic est le Konica C 35 AF, présenté en France au cours du second trimestre 1977. L'application du Visitronic à un appareil de prise de vues photographique est technologiquement plus simple que l'application cinématographique précédemment évoquée, en particulier, il n'est pas nécessaire de connaître à tout moment la position de l'objectif de prise de vues, puisque celui-ci part toujours d'une position repérée et fixe. On s'évite ainsi l'achat supplémentaire du circuit de contrôle proportionnel PC 100. Cependant si la technologie est simplifiée, la compréhension du processus est quant à elle relativement compliquée. En effet, à chaque déclenchement, et donc à chaque mise au point automatique, correspond un seul balayage du miroir (à la rigueur, un aller et retour)... Pour que la mise au point s'effectue convenablement, il faut donc que le système soit capable de discriminer le pic du courant correspondant à la corrélation maximale des deux images fournies par les miroirs. Il n'est en effet pas question d'admettre que l'objectif, qui suit le mouvement du miroir (mais à l'envers), s'arrête sur une position légèrement au-delà de celle correspondant au réglage optimal. C'est pourtant ce qui se produirait si le circuit n'était capable de discriminer le pic maximal qu'après l'avoir dépassé, c'est-à-dire en considérant la diminution progressive du signal de corrélation.

Achetez mes beaux modules pas chers !

Vous ne voulez pas de mes beaux modules, tout frais ? et pourtant, par 50 (quantité minimale vendue par Honeywell) il ne vous en coûterait que 15,50 \$ US la pièce (prix au 9-1-78).

Par 100 000, le prix unitaire du module VM 200 descend à 8,30 \$ et par 500 000 à 7,80 \$. Au-delà de 750 000, comme le dit le tarif, on négocie.

Vous voyez bien que vous pouvez vous offrir un lot de 50 modules pour une somme raisonnable — (de l'ordre de 1/2 million de centimes, rendu en France)... à condition qu'il en reste !

Il est, en effet, à craindre que la production, limitée, dont est capable Honeywell, soit actuellement toute entière épongée par quelques fabricants (dont Konica). En raison de l'extrême difficulté de fabrication des « puces » la production mensuelle ne doit guère dépasser actuellement, en dépit de la simplification récente de la structure des modules, 20 à 30 000 unités (peut-être pas plus de 10 000, ce qui est vraiment très faible).

Le circuit intégré le plus difficile à fabriquer est, en effet, actuellement le Visitronic, si l'on fait exception de certains circuits très spéciaux développés pour le domaine militaire ou l'aérospatiale. Comment cela, puisque la puce du semi-conducteur ne supporte que l'équivalent d'environ 200 transistors, outre les 2 x 5 photodiodes déjà décrites ? Cela peut sembler dérisoire si on le compare à un LSI classique de type microprocesseur, pouvant comprendre l'équivalent de

5 000 transistors. Il en va pourtant bien ainsi et c'est bien le Visitronic le plus difficile à fabriquer, ou, plus exactement, celui qui laisse un maximum de déchets.

Pour expliquer cela, il va falloir abandonner l'électronique bibeon et considérer de plus près le mode de fabrication d'un circuit intégré quelconque. Accrochez vos ceintures...

Nous avons vu que les CI (circuits intégrés) étaient réalisés par diffusions et masquages successifs dans la masse d'un monocristal de silicium (technique dite Planar épitaxiale*). En fait, le mono-cristal se présente sous la forme d'une carotte** dans laquelle on découpe des tranches (ou wafers) minces de 1/4 de mm, sur lesquelles naîtront ensuite les circuits intégrés. Chaque Wafer mesure entre 2 et 3 pouces de diamètre environ et comporte quelques inévitables défauts de structure (de l'ordre d'une vingtaine répartis sur toute sa surface). Or, si chaque puce individuelle d'un circuit LSI ne mesure guère que 1 x 1 mm, le « chip » Visitronic, lui, apparaît colossal à cette échelle : 5 x 7 mm. On n'en produit donc guère qu'une centaine par tranche de cristal de 2,5 pouces. Chaque défaut de la structure cristalline originale conduisant à repousser le CI qui a eu la malchance de naître à cet endroit, on comprend que c'est environ 10 à 15 % de la production qui est à rejeter d'emblée. Avec de petits CI de 1 mm², au contraire, le pourcentage de rebuts tombe à 1 % environ.

De plus, l'écart de sensibilité des photodiodes en relations doit être inférieur à 5%... on comprend donc que le pourcentage de circuits réellement utilisables avec de bonnes performances soit actuellement l'un des plus faibles du marché.

Les recherches de Honeywell depuis 1976, date du début de la production en série (alors de l'ordre de 100 pièces par mois) ont donc essentiellement porté sur la simplification de la structure de la « puce » afin de diminuer le nombre des « ratés » de fabrication, et d'aboutir à un prix de vente raisonnable qui permette de rentabiliser les recherches par des ventes massives.

Ainsi, les premières puces comportaient rien moins que deux rangées superposées de 4 diodes, soit 8 diodes par zone sensible et 16 en tout. Cette structure, qui permettait théoriquement une meilleure discrimination sur certains sujets répétitifs, conduisait à une structure générale qui a vite été abandonnée. L'adoption dès 1977 d'une structure à 6 diodes verticales en une seule rangée a permis de faire décoller la production à 1 000 ou 2 000 unités mensuelles. La structure actuelle, faisant appel à 5 diodes verticales seulement par zone, soit en tout 10 diodes, permet une production multipliée par 10, plus en rapport avec les impératifs d'une saine gestion industrielle. Parallèlement, Honeywell a modifié les objectifs en plastique moulé, intégrés au module, destinés à focaliser sur les zones sensibles les images fournies par chaque miroir.

La structure actuelle, plus compacte (16 x 19 x 17 mm seulement, contre 16 x 19 x 23 mm auparavant) est en même temps plus simple, moins onéreuse à assembler et surtout permet de diminuer de façon sensible la lumière parasite interne (flare) qui faussait parfois les mesures lorsque le sujet comportait une source de lumière vive.

* Fichtre ! (NDLR)

** Voilà qui devrait développer des vocations de Bugs Bunny (NDLR).

En guise de conclusion provisoire

Nous avons décrit deux applications de système Visitronic en nous basant sur deux réalisations commerciales effectives. Il va donc de soi que les produits similaires qui peuvent apparaître de toute part sur le marché ne manquent pas de se différencier par telle ou telle astuce, sans que la base de réalisation varie beaucoup.

Ainsi, les nouveaux appareils compacts VAF présentés à la Photokina chez Chinon, Vivitar, Yashica ou Fuji, disposent d'une possibilité de déclencher en deux temps. Le premier temps correspond à la mise au point sur le sujet désiré qu'il suffit de centrer dans le viseur ; il est alors possible de recadrer à loisir avant d'actionner effectivement l'obturateur dans la seconde partie de la course du

déclencheur. Cette possibilité nouvelle correspond à la mise en mémoire de la mesure sélective d'un appareil comme le Leica R-3. Elle rend possible sans problèmes la photographie de deux personnages se faisant face, par exemple, ou encore d'un personnage situé dans la partie droite ou gauche du cadre. L'angle de mesure assez faible du Visitronic (de l'ordre de 10° environ) rend possible ce type de fonctionnement. Il n'en demeure pas moins que ces nouveaux appareils fonctionnent sur des principes identiques à ceux du Konica qui a servi de base à la description, et comprendre l'un, revient à comprendre tous les autres. Il nous paraît plus intéressant de définir les limites technologiques du procédé :

• **Sensibilité en faible lumière** : elle est fort élevée du fait de l'emploi de photodiodes au silicium, non filtrées dans le proche infrarouge. Ainsi, en cas

d'éclairage artificiel, généralement riche en IR, la faible quantité de lumière disponible est compensée par la pointe de sensibilité très marquée des capteurs au silicium au-dessus de 600 nm. Il faut bien noter que le Visitronic mesurant une distance par télémétrie électronique, n'est absolument pas perturbé par sa grande sensibilité à des rayonnements qui ne courent pas, par ailleurs, à former une image sur le film. Le Correfot de Leitz au contraire, analysant la netteté dans le plan du film, se voit faussé par un rayonnement qui focalise en arrière du plan de netteté dans le spectre visible.

Attention cependant, la sensibilité élevée en basse lumière du Visitronic n'est pas infinie... il lui faut toujours un peu de lumière alors que le Sonar Polaroid peut encore fonctionner dans l'obscurité totale.

Des tests de mise au point sur un visage éclairé par une seule

La difficulté est en fait très simple à tourner : le signal de corrélation est intégré dans un condensateur à qui l'on interdit de se décharger à l'aide d'une diode (une sorte de clapet électronique anti-retour). Ainsi, la charge du condensateur croît progressivement à chaque fois que l'on rencontre un pic de corrélation, et se stabilise en palier lorsque la tension redescend à la sortie du module comparateur. Le blocage de l'objectif pourrait alors être simplement assuré à chaque apparition d'un palier dans la charge du condensateur ; un pic de corrélation plus marqué correspondant à une augmentation du courant de charge libérerait instantanément l'objectif, qui serait alors à nouveau bloqué au pic suivant. Le dernier palier correspondant au pic maximal déterminerait simplement le verrouillage définitif de l'objectif sur une position correspondant à la distance du sujet.

Malheureusement, les choses ne se passent pas tout à fait ainsi... pourquoi faire simple alors que l'on peut faire compliqué, axiome connu ?

On remarque en effet en manipulant un C 35 AF de Konica que le déplacement de l'objectif est parfaitement régulier, sans à-coup, de la plus courte distance à l'infini.

En fait, l'objectif part d'une mise au point très rapprochée, et inexploitable (0,40 m), pour aller progressivement vers l'infini, à vitesse constante (il est entraîné par un ressort taré, selon un mouvement hélicoïdal dont la course est régulatisée par la viscosité de lubrifiants). Sa course totale dure 60 ms, et sa course utile, de 1,10 m à l'infini, 20 ms. Les 40 ms initiales sont mises à profit pour permettre au miroir d'effectuer un balayage aller-retour de l'infini à 1,10 m, puis de 1,10 à l'infini.

Des tops d'horloge sont comparabilisés entre le moment de la détection du pic maximal au cours du premier passage, et au cours du second (soit dans l'exemple graphique, 6 + 6 = 12 ms). Lorsque le miroir revient à l'infini, l'objectif vient tout juste de parvenir à la distance minimale de mise au point, 1,10 m. L'horloge l'autorise alors à continuer sa course pendant la moitié du temps ayant séparé les deux pics maximaux, soit 12 : 2 = 6 ms. Il est donc bloqué par déclenchement d'un électro-aimant après 46 ms de course totale.

Un tel système permet de comparabiliser deux recherches successives de corrélation et minimise les erreurs possibles du Visitronic en intégrant les deux mesures successives.

bougie sont peu probants : en effet, outre la richesse en IR du rayonnement de la bougie, il faut noter que celle-ci constitue un sujet hors pair pour le Visitronic, puisqu'opposant avec le fond un contraste extrêmement élevé... La corrélation est en fait très facile sur ce genre de sujet.

• **Capacité de discrimination sur des sujets bicornus.**

Il existe par contre de nombreux sujets susceptibles de mettre en défaut le Visitronic, surtout sous sa forme actuelle plutôt simplifiée pour des raisons de difficulté de fabrication (voir en annexe).

Commençons par l'exemple de « fausse manœuvre » le plus courant : le sujet comporte des détails suffisamment contrastés pour être discriminés et assurer l'apparition d'un signal de corrélation, mais les fenêtres du télémètre sont sales (traces de doigts, buée) et se comportent en fait comme un diffuseur. Le contraste du sujet vu depuis le Visitronic va très vite s'effondrer au point que la discrimination d'un pic de corrélation deviendra impossible. Le sujet peut également offrir un contraste de détails trop faible pour permettre la lecture d'un tissu uni recouvrant un mur, ou un revêtement très légèrement granité. Notons cependant que le Visitronic n'est pas fou, et s'avère parfaitement capable (du moins dans la version cinéma où le nombre élevé de balayages par seconde augmente la précision apparente de la réponse) de réagir correctement sur un crépi blanc à grosses structures, sans même qu'il soit nécessaire de faire appel à un éclairage frisant.

Les sujets horizontaux très uniformes risquent par contre de perturber sa sérénité : ainsi un paysage très plat comportant des bandes presque unies de mer, de sable et de ciel, ou encore des barres horizontales, et même des croisillons. Ne riez pas... une fenêtre à barreaux cadrée verticalement (c'est-à-dire lorsque les barreaux sont perpendiculaires aux photodiodes) le laisse perplexe.

Les sujets répétitifs, parallèles aux photodiodes, sont en général assez bien discriminés, c'est le cas de notre fenêtre à barreaux lorsque l'appareil est tenu horizontalement. Bien entendu, le Visitronic ne peut absolument pas analyser le sujet en termes de profondeur de champ, et mettrait par exemple au point sur les barreaux de la cage, et non sur le lion situé derrière. C'est en raison de ce genre de sujets que le déclenchement en deux temps a été adopté sur les appareils VAF les plus récents, et même sur les caméras Autofocus (Yashica).

• **Développements futurs**

Il est à noter que les développements possibles, ou probables, des applications d'un Visitronic sont en fait assez limités de par ses caractéristiques mêmes. En

effet, si le composant de base ne coûte pas très cher (on peut tabler sur un prix de l'ordre de 8 \$ US, soit 35 F environ), il grève pourtant considérablement le prix de revient des appareils qu'il équipe en raison de l'extrême complexité mécanique, de la précision diabolique réclamée de ses composants périphériques, et notamment des miroirs. Ainsi les miroirs de la caméra Sankyo sont calés angulairement en usine à l'aide de faisceaux laser, et ne peuvent qu'être réglés en hauteur par le service après-vente. Qui dit tolérances serrées, dit coût élevé. Il est donc à craindre que cet équipement ne demeure dans une certaine mesure le privilège d'appareils et de caméras relativement onéreuses par elles-mêmes, le surcoût introduit passant ainsi relativement inaperçu... c'est ce que l'on appelle noyer le poisson.

Cependant, sa précision n'est pas suffisante pour lui permettre de prétendre à des applications ultra-sophistiquées, et comme il ne fonctionne pas derrière l'objectif de prise de vues, mais réclame deux fenêtres séparées, on peut lui prédire sans craintes un avenir sombre auprès des appareils reflex sophistiqués, utilisant des objectifs à grande ouverture, et réclamant donc une grande précision. Du reste, la tentative de Pentax en la matière (objectif de 100 mm VAF) est demeurée sans lendemain, et le dinosaure optique présenté à la Photokina 1976 semble enterré à jamais. Il faut enfin noter que le Visitronic, du moins dans sa réalisation présente, semble impropre à mesurer des niveaux lumineux (les circuits de traitement des informations sont déjà assez complexes comme cela). Il ne pourra donc, sans modification profonde et bien improbable, servir en même temps de cellule pour le posemètre automatique des appareils et caméras VAF. Il apparaît donc bien au niveau de sa réalisation comme une « tumeur » surajoutée à un matériel déjà très complexe et sophistiqué. Bien sûr, la séparation des fonctions constitue pour un matériel professionnel un gage de fiabilité. Cependant, dans le cas d'un matériel grand public, l'abaissement des coûts est primordial. Cela pourrait être le fait d'un module offrant en même temps la mise au point et la détermination de l'exposition.

Tant pis. Tel qu'il est, le Visitronic paraît cependant promis à un bel avenir ne serait-ce que parce qu'il est pour l'instant sans concurrent... à moins que Polaroid ne veuille proposer le Sonar à des fabricants de caméras, rétrécissant alors le marché du Visitronic aux seuls appareils compacts non-reflex. Mais, n'anticipons pas sur le prochain épisode ; le suspense doit rester entier (à suivre). R.L.