

CAS SILICON

La situation actuelle :

Nous examinons les étapes d'un procédé de fabrication de circuits intégrés de l'usine Silicon S.A.

Les opérations précédentes amènent à notre premier poste des circuits dont le coût direct de fabrication (main d'œuvre + matière) est de 5,668 €.

Sur ce poste sont soudés sur le circuit, 3 éléments au silicium (SIC) qui coûtent 1 € chacun et ajoutent 0,16 € en coût de main d'œuvre pour le soudage des 3 SIC.

Au poste suivant, 16 éléments de liaison en or sont aussi soudés sur chaque circuit pour compléter le câblage. Chaque élément coûte 0,20 € et le coût main d'œuvre d'installation des éléments est de 0,27 € pour les 16.

Chaque circuit passe ensuite par un contrôle rigoureux pour déceler tout défaut de fonctionnement du câblage ou des éléments ajoutés. Environ 70% des circuits contrôlés sont acceptés.

- Sur les circuits intégrés rejetés, environ 1/3 (c'est-à-dire 10% des circuits contrôlés) présentent des défauts de soudure au niveau des éléments de liaison. Ces circuits sont réparés au coût de 2,70 € en main d'œuvre et matière première par circuit et le taux de réussite de ce travail est de 60%.
- Un second tiers des circuits rejetés présentent des défauts de soudure au niveau des SIC et sont retirés de la ligne de production.
- Les autres circuits rejetés présentent différents défauts provenant la plupart du temps d'étapes antérieures. Ils sont aussi retirés de la ligne de production.
- Le coût de main d'œuvre directe de ce contrôle est de 0,06 € par circuit.

Le poste suivant sur la chaîne de production consiste à découper les broches et à encapsuler chaque circuit dans une capsule en matériau isolant. Les coûts variables pour ces 2 opérations sont de 0,06 € en main d'œuvre et de 0,14 € en matière pour chaque circuit encapsulé.

Les circuits encapsulés subissent alors un nouveau contrôle fonctionnel. 90 % des circuits sont acceptés et sont préparés pour l'expédition (10% des circuits sont donc endommagés à l'encapsulage). Après l'encapsulage, aucune réparation n'est possible et les circuits rejetés par le test sont retirés de la ligne. Le coût de main d'œuvre direct pour ce deuxième test fonctionnel est de 0,06 € par circuit contrôlé.

Les évolutions envisagées :

Joseph Robert, responsable de la production nous confie aussi ses soucis :

« Le circuit intégré est un domaine où la technologie évolue très rapidement, amenant des changements au niveau des produits mais aussi au niveau des procédés de fabrication. Pour rester compétitif, il convient d'acquérir des machines de fabrication très chères et très spécialisées. »

« Les décisions d'investissement en capital me prennent une bonne part de mon temps. Par exemple, sur la chaîne que vous venez de visiter on me propose aujourd'hui d'acheter un appareil qui nous permettrait de contrôler le circuit après que les SIC y soient soudés mais avant d'y avoir installé les éléments de liaison. L'installation de ces éléments de liaison représente un coût important et il pourrait être économique d'isoler les mauvais circuits avant de réaliser cette opération. Avec l'appareil envisagé, nous sommes certains d'identifier 100% des circuits défectueux avant cette opération. Cet appareil coûte 180 000 € à l'achat et nécessite 100 000 € d'installation. Il ne serait utilisable que par cette chaîne de fabrication. »

« Les chiffres prévisionnels sont les suivants : 0,04 € de coût de main d'œuvre directe par circuit et un taux de circuits acceptés de 80%. »

« Comme nous pensons que 7 circuits sur 8 subissent avec succès l'opération d'installation des éléments de liaison et comme nous pensons réparer 60% des circuits avariés par cette opération, le taux d'acceptation au niveau du premier contrôle fonctionnel s'accroîtrait, alors que le nombre actuel de circuits acceptables pour l'expédition ne changerait pas. »

« On me propose une solution alternative. Après le soudage SIC, un simple contrôle visuel permettrait d'isoler 50 % des circuits présentant un défaut d'installation des SIC. En fait, notre analyse indique que, alors que 20% des circuits soumis à l'inspection visuelle seraient défectueux pour une raison ou pour une autre, 10% seulement seraient décelés. Les autres demeurent dans la ligne de production et passeraient par l'opération de soudage des éléments et ne seraient décelés que lors du premier contrôle fonctionnel. Ce contrôle aurait alors un taux d'acceptation de 77,8% avec la moitié des rejets dus à l'installation des éléments de câblage (comme précédemment, nous tenterions de les réparer). Ce contrôle visuel coûterait environ 0,10 € par circuit en main d'œuvre directe. D'autre part, il nous faudrait acheter 2 microscopes de qualité à 5 000 € chacun et bon pour 5 ans avec un fonctionnement en 2*8. »

Actuellement, Silicon S.A. fabrique 80 000 circuits sur cette chaîne et par année.

Questions :

- Représenter graphiquement la séquence des opérations de production et de contrôle de qualité. Indiquer pour chaque opération les coûts impliqués. Dans le cas des opérations de contrôle, indiquer le taux de rejet.
- Pour un lot de 100 circuits en début de ligne étudiée, combien sont jugés acceptables pour les expéditions ?
- En excluant le coût des circuits rejetés, quel est le coût direct de revient d'un circuit intégré jugé acceptable ?
- Ramené à un circuit jugé acceptable, quel est le coût dû aux rejets ?
- Avec la première modification proposée que deviennent les réponses 2, 3 et 4 ?
- Avec la deuxième modification proposée que deviennent les réponses 2, 3 et 4 ?
- Commentaires. Quelles solutions préconisez-vous ?