Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 72 (1981)

Heft: 15

Artikel: Principes d'une politique de test pour les équipements des télécommunications

Autor: Boyer, P. L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905139

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Principes d'une politique de test pour les équipements des télécommunications

Par P. L. Boyer

621.39:658.56;

Un ensemble complexe de contraintes déterminent la politique générale des entreprises produisant les équipements des télécommunications, en particulier celle de l'assurance de la qualité et par conséquent, du test de leurs produits. L'analyse des composantes d'une politique de test moderne, dynamique et flexible met en évidence quelques principes de portée générale. Une politique de test doit cependant s'exprimer par un concept de test s'appliquant à chaque produit et à ses composantes, aussi bien au niveau du matériel qu'à celui du logiciel. Deux exemples de politique de test concernant le téléscripteur SP 300 et la famille de centraux Telex T 200 sont brièvement décrits en guise d'illustration.

Diverse Randbedingungen und Entscheidungsfaktoren bestimmen die Unternehmenspolitik und damit auch die Qualitätssicherungs- und Prüfpolitik der Hersteller nachrichtentechnischer Produkte. Aus den Prüfzielen und -strategien, den Hauptbestandteilen einer modernen, dynamischen und flexiblen Prüfpolitik können einige Grundsätze abgeleitet werden. Damit ein konkretes Prüfkonzept optimal einer bestimmten Prüfpolitik gerecht wird, muss es jedoch jedem Produkt und dessen Komponenten bezüglich Hard- und Software angepasst werden. Als typische Beispiele werden die am Fernschreiber SP 300 und an Telexzentralen der Familie T 200 praktizierten Prüfpolitiken kurz erläutert.

1. Nécessité d'une politique de test

Le développement du réseau des télécommunications, soit au niveau mondial, soit au niveau national, implique des investissements considérables et croissants, représentés essentiellement par les équipements de ce réseau. Un ensemble de contraintes contribue à modérer le processus d'innovation dans ce domaine: la durée d'utilisation effective des équipements, s'étendant de 20 à 40 ans, résultant d'un optimum technico-économique, l'assurance de la compatibilité entre les générations d'équipement, les impératifs de maintenance et de disponibilité compris dans la qualité du service et de l'exploitation du réseau, finalement le monopole d'état assurant la cohérence nécessaire des systèmes.

Par ailleurs, comme dans tous les secteurs de l'économie libérale, les producteurs d'équipements des télécommunications se trouvent confrontés à toutes les exigences techniques et économiques à satisfaire nécessairement pour pouvoir présenter sur le marché, au moment opportun, des produits compétitifs par leur prix et qualité. Il s'agit principalement des exigences suivantes:

- observation des prescriptions, règles et spécifications en matière de conformité, disponibilité, fiabilité, maintenabilité et sécurité,
- limitation optimale des risques résultant de la responsabilité vis-à-vis des produits et des clauses de garantie,
- réalisation d'un rapport optimal entre coûts et performances,
- maîtrise de la conception, du développement et de la fabrication.

L'ensemble complexe de ces contraintes détermine la politique générale des entreprises produisant les équipements des télécommunications, en particulier leur politique d'assurance de la qualité et, par conséquent, leur politique de test.

2. Situation et éléments d'une politique de test

La figure 1 tente de situer la politique de test et de montrer la connexion étroite pouvant exister en particulier avec celle de l'assurance de la qualité. L'assurance dynamique et efficace de la qualité des produits implique un ensemble d'activités en particulier au niveau de la *planification* des moyens, procédés et spécifications d'essai ainsi que de *l'exécution* des essais tout en pratiquant l'adage bien connu «tester le moins possible, mais le mieux possible lorsque cela s'avère nécessaire». *L'acquisition et le traitement des résultats d'essai* est un complément de plus en plus indispensable aux deux activités précédentes et nécessite la mise en œuvre de moyens parfois très importants pour le traitement des données. L'analyse des résultats d'essai permet d'améliorer itérativement les procédés et spécifications d'essai, aussi bien pour le matériel que pour le logiciel. Il découle de ce qui précède que la politique de test doit nécessairement être subordonné à celle de l'assurance de la qualité. Ce principe fondamental est, en effet, l'une des bases d'une assurance de la qualité efficace et moderne.

2.1 Buts de la politique de test

L'ensemble des activités de test, au niveau de la planification, de la spécification, de l'exécution et de la documentation, doit contribuer à la réalisation d'un produit conforme aux exigences du client et/ou de l'utilisateur, cela dans les délais requis et à des conditions économiquement acceptables et concurrentielles.

2.2 Contraintes et variables de situation

La grandeur de l'entreprise, sa conception du management et son programme de fabrication influencent sa politique de test. La diversification de ses produits (notamment en technique spatiale, militaire, électronique industrielle) peut, par un effet de synergie, influencer favorablement la politique de test. Les contraintes déterminées par le produit lui-même se rapportent à ses caractéristiques (degré d'innovation et de complexité aussi bien du matériel que du logiciel) et à son efficacité opérationnelle correspondant à l'optimum technico-économique des performances du produit durant sa vie utile.

2.3 Moyens disponibles

La disponibilité en personnel technique, équipements de test et locaux appropriés présuppose une décision quant à l'exécution des essais par l'entreprise elle-même, par des instances ou centres d'essai extérieurs ou selon une formule hybride combinant ces deux possibilités.

2.4 Classification des essais

L'importance et l'étendue (spécifications, durées) des essais d'un produit dépendent de sa complexité et des phases principales qui sont son développement, sa fabrication et son utilisation, spécialement au début du cycle de vie. Il faut, par conséquent, distinguer les essais de type, de fabrication et d'exploitation.

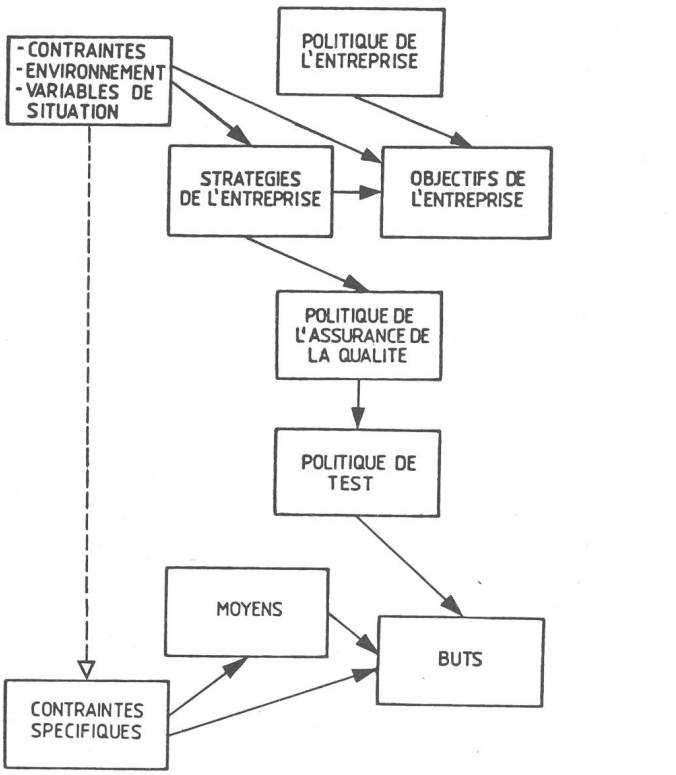

Fig. 1 Situation et composantes de la politique de test

Au stade du *développement,* les essais de type et d'homologation concernent essentiellement les composants, dont la disponibilité à long terme, la compatibilité avec les secondes sources nécessairement requises auront été préalablement confirmées. Les essais de qualification, tant au point de vue matériel que logiciel sont effectués après chaque étape de développement soit sur des exemplaires représentatifs des plaques équipées ou unités enfichables, soit sur des châssis, des appareils ou le système. Les essais de type ou d'homologation et les essais de qualification sont plus poussés, durent plus longtemps et sont comparativement beaucoup plus coûteux que les autres essais.

Au stade de fabrication, les essais ont pour but d'assurer le fonctionnement correct du produit, en tenant compte de sa conformité aux exigences et spécifications du client et de l'utilisateur. Il s'appuient d'une part sur les prescriptions établies en principe par le client, d'autre part sur les spécifications particulières élaborées durant la phase de développement. Ces essais peuvent concerner les composants (contrôle d'entrée), les plaques équipées, châssis, appareils et systèmes (plateforme d'essai). L'importance accordée à chaque niveau dépend des impératifs technico-économiques déjà mentionnés.

Les essais de réception ou de mise en service sont l'objet d'une convention entre le client et le fabricant, comportent diverses phases et se rapportent, en principe, uniquement au produit fini.

3. Concept de test

Pour chaque produit, catégorie de produits et leurs composantes, il paraît important d'établir un concept de test qui doit être assimilé à une expression dynamique et flexible de la politique de test de l'entreprise. Le concept de test est exprimé dans les spécifications de test contenant notamment:

- les paramètres à essayer et les limites tolérées pour ces paramètres,
- les conditions d'essai,
- les moyens de test et leurs caractéristiques,
- le programme de test,
- les critères d'acceptation ou de refus,
- les exigences en matière de calibration et d'étalonnage des moyens de test.

Les spécifications de test sont applicables au niveau des composants, des unités enfichables, des modules, des appareils, des sous-systèmes et des systèmes. Les situations les plus fréquentes sont évoquées ci-après.

3.1 Concept de test pour les composants

En plus des impératifs de la politique de test, un ensemble de facteurs influencent le concept de test pour les composants. Il s'agit notamment de la complexité des unités enfichables (nombre de composants par unité, complexité des composants, taux de défectueux par lot). La figure 2 constitue une illustration, aujourd'hui classique, de la situation pouvant résulter de la combinaison des différents paramètres. La tendance des fabricants de composants, plus particulièrement dans le domaine des circuits intégrés LSI, VLSI, à réduire leurs coûts de production et, notamment, les programmes de test pour demeurer concurrentiels, contraint les utilisateurs à renforcer leur contrôle d'entrée des composants, d'une part pour éviter des réparations devenant de plus en plus coûteuses au fur à mesure que l'on s'approche des opérations de finition du produit et de sa mise en service, d'autre part pour tenir compte des exigences légales en la matière (art. 201 du CO) [1]).

Un procédé plus efficace repose sur le concept d'assurance de la qualité des composants. En pratique, tous les systèmes d'assurance de la qualité des composants, que ce soit au niveau de l'entreprise ou au niveau national ou international (CECC, CEI [2]), ont en commun certaines procédures:

1. agrément du fabricant de composants quant à son aptitude à produire et à contrôler les composants,
2. homologation des composants sur la base d'un essai de type,
3. contrôle de conformité de la qualité par les essais de compo-

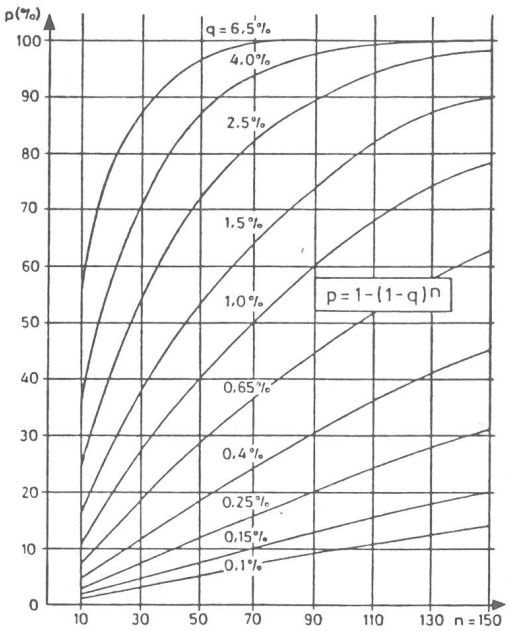

Fig. 2 Proportion p d'unités enfichables défectueuses en fonction du nombre n de composants par unité

q Nombre de composants défectueux par lot

sants lot par lot et périodiquement (essai de type réduit). Les essais lot par lot sont de plus en plus fréquemment complétés par des essais de sélection ayant pour but d'éliminer les défaillances précoces (déverminage).

Ces procédures ont le désavantage d'être longues et coûteuses tout en ne satisfaisant que partiellement les besoins des utilisateurs de composants. L'échange de résultats de test entre laboratoires agréés et groupés au sein d'organisations indépendantes, telles que l'EXACT, permet de réduire en partie les charges de ces procédures d'assurance de la qualité des composants.

3.2 Concept de test pour les unités enfichables

A ce niveau, le concept de test dépend à la fois du concept de test déterminé pour les composants, de la complexité des unités enfichables (fig. 2) et de l'ensemble des facteurs technico-économiques, liés à la politique de test, mentionnés plus haut. Le concept de test relève également du nombre d'unités enfichables par type à tester, des coûts de test, de détection des défauts et de leur réparation.

L'utilisation de systèmes de test programmables permet, lors d'un contrôle fonctionnel des plaques équipées, de déceler et de diagnostiquer les défauts caractéristiques de fabrication et de fonctionnement [3]. Selon les applications, il peut s'avérer opportun de compléter ce test fonctionnel par un test «in-circuit» et un test spécial des fonctions de mémoires [4].

Pour les mêmes motifs que ceux invoqués à propos des composants électroniques, il est parfois nécessaire d'effectuer des essais de pré-vieillissement dans des conditions simulant celles pouvant exister durant le cycle de vie.

Lors de la maintenance corrective ou préventive d'un système un concept de test analogue est applicable à ses unités enfichables.

3.3 Concept de test pour les systèmes, leurs sous-ensembles et les appareils

Les conditions des principes fondamentaux et celles du cahier des charges du client déterminent les spécifications de test pour les systèmes et leurs sous-ensembles fonctionnels:

1. pour les essais de plate-forme en fin de fabrication; ces essais concernant surtout le fonctionnement et aussi le câblage sont parfois accompagnés de procédure de pré-vieillissement simulant les conditions extrêmes de service;
2. pour les essais de réception par le client pouvant comprendre plusieurs étapes;
3. pour les essais d'exploitation s'avérant toujours nécessaires, surtout lors de l'introduction de nouveaux produits ou de nouvelles composantes de ces produits.

Il va sans dire qu'à ce niveau les spécifications de test s'appliquent aussi bien au matériel qu'au logiciel. Les spécifications de test du logiciel sont élaborées au moins en deux phases. Dans une première phase, les procédures de test, les données d'entrée et les résultats attendus sont définis. Seule la seconde phase permet de rédiger les spécifications de test en se basant sur l'exécution des procédures de test en tenant compte des resultats obtenus. Le procédé itératif déjà mentionné plus haut contribue à l'amélioration successive des spécifications et méthodes de test. Les spécifications de test du logiciel se caractérisent notamment par leurs niveaux associés aux degrés d'intégration du produit, leur documentation détaillée assurant, en plus de l'engagement des moyens de test approprié, la répétabilité des tests et surtout la conformité avec les exigences de l'utilisateur.

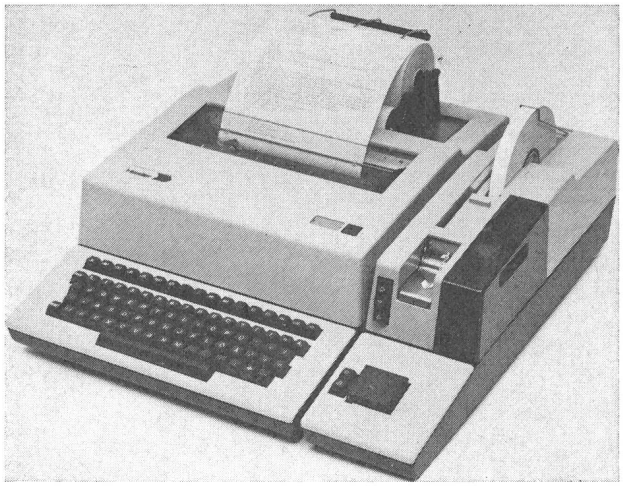

Fig. 3 Téléscripteur HASLER SP 300

4. Exemples de politique de test

Deux exemples d'applications d'une politique de test seront brièvement décrits: l'un concerne le téléscripteur SP 300 (fig. 3) [5], l'autre la famille de centraux Telex T 200 pour lequel les exigences de disponibilité et de fiabilité sont extrêmement poussées [6]. Dans l'un et l'autre cas, les contraintes et objectifs de test se trouvent définis d'une part par les caractéristiques de complexité et de technologie du produit lui-même, d'autre part par les exigences particulières des clients et des utilisateurs concernant la disponibilité, la maintenabilité, la fiabilité (MTBF, MTTR au niveau des modules, taux de défaillance pour les composants selon MIL-HDBK 217-C) et la qualité du service. Les concepts de test adoptés au niveau des composants et des unités enfichables sont similaires. Ils diffèrent naturellement au niveau du produit lui-même.

4.1 Composants

Les matières premières et semi-finies, les pièces détachées mécaniques sont l'objet d'un contrôle d'entrée lot par lot selon les méthodes classiques d'échantillonnage. Il en est de même pour les composants électroniques discrets. Par contre les circuits intégrés SSI, MSI, LSI, les microprocesseurs, leurs circuits périphériques et les différents types de mémoires sont essayés à 100%, en recourant aux stratégies de test les plus appropriées et en complétant les disponibilités internes par celles des laboratoires de test extérieures (par exemple du CSEE). C'est également dans cette perspective que le groupe HASLER vient de réaliser et de mettre en fonction un centre de test dans sa fabrique de semi-conducteurs de FAVAG SA, à Bevaix, afin de pouvoir couvrir ses propres besoins de test et de déverminage (burn-in) concernant les mémoires et les circuits intégrés analogiques. Les composants de propre fabrication tels que les plaques de circuits imprimés et les modules hybrides à couches épaisses nécessitent l'introduction de méthodes de test spécifiques.

4.2 Unités enfichables

Il s'agit dans ce cas de tests fonctionnels pratiqués à 100% sur des unités préalablement soumises à des procédures de déverminage dont la durée et la sévérité dépendent de l'importance et de la complexité de la fonction de ces unités. Les procédures de test décrites notamment dans [3] pour les unités numériques et dans [7] pour les unités analogiques trouvent ici une large

application. Comme pour les composants, les tests lot par lot sont précédés par des essais de type et complétés par des essais périodiques.

4.3 Appareil – Système

Les conditions de test dépendent fondamentalement des exigences du client formulées notamment dans le cahier des charges concernant le produit et ses diverses variantes ou configurations possibles. Chaque téléscripteur SP 300 est soumis au terme de sa fabrication à un essai de fonctionnement aussi bien à température ambiante qu'à une température située entre 45 et 48 °C.

Les caractéristiques de disponibilité et de fiabilité de la famille de centraux Telex T 200 (durée cumulée maximale d'indisponibilité de 2 h sur 30 ans pour un service de 24 h/jour) impose une politique de test adaptée à ces exigences et tenant compte à la fois de la conception du système (configuration modulaire à redondance élevée, système automatique de détection et de localisation d'erreurs au niveau matériel et logiciel, procédures optimales de maintenance) et des technologies conventionnelles utilisées. Afin de réduire le plus possible la durée et l'étendue des tests de réception précédant la mise en exploitation concernant le système lui-même, notamment ses unités centrales (processeur central, processeur de ligne, unités de mémoires), les équipements périphériques sont essayés selon des spécifications particulières, pouvant être modifiées selon les besoins et les circonstances. Les unités centrales sont soumises à des tests particulièrement poussés comportant un test de déverminage (cycles de température et de tension durant 15 jours) suivi de tests de fonctionnement dans les conditions normales et extrêmes. Parallèlement, le logiciel est testé selon le concept décrit plus haut en 3.3. Les résultats d'exploitation accumulées depuis 1973 sur plus de 10^{10} composants $\times$ heures sont extrêmement favorables (taux de défaillance par composant inférieur à 10^{-8}/h, décroissance exponentielle des pannes dues au logiciel) et constituent des informations précieuses lors du développement des nouvelles générations de centraux de Telex.

5. Conclusion

Les fabricants d'équipements des télécommunications confrontés à toutes les exigences du marché doivent satisfaire en outre aux contraintes particulièrement sévères dans ce domaine d'activité pour pouvoir fournir, au moment opportun, des produits compétitifs par leur prix et leur qualité.

Une politique de test moderne est intégrée dans celle de l'assurance de la qualité des produits. Elle doit être suffisamment dynamique et flexible pour atteindre les buts fixés, tenant compte à la fois des contraintes technico-économiques et des moyens disponibles. Si un ensemble de principes concernant la structure, les procédures et les buts poursuivis est applicable à une politique générale de test, leur réalisation au niveau du concept de test, nécessairement lié au produit et à ses éléments constitutifs peut difficilement être uniformisée. Il s'avère alors nécessaire de rechercher, de cas en cas et successivement, une solution techniquement et économiquement optimale.

Bibliographie

[1] *H. Diggelmann* und *J. Briccola:* Beschaffungsprobleme oder Theorie und Praxis der Mikroprozessortechnik. Bull. SEV/VSE 71(1980)11, S. 563...566.

[2] Structures des spécifications pour l'assurance de la qualité des composants électroniques. Guide CEI 102. Deuxième édition, 1977.

[3] *P. Hunziker:* Digital-Baugruppentester Membrain 2420. Hasler Mitteilungen 39(1980)3/4, S. 47...53.

[4] *B. Pöhlmann* und *D. Giesbrecht:* Testen von LSI-Leiterplatten. Ein Überblick der heutigen Situation. Messen und Prüfen/Automatik 15(1979)3, S. 117...120.

[5] *R. Haefliger, E. Inäbnit* und *E. Schlosser:* Fertigungsmethoden, Montage, Qualitätssicherung. Hasler Mitteilungen 38(1979)2 (Sondernummer: Fernschreiber Hasler SP300), S. 55...60.

[6] *K. Siuda:* Praktische Zuverlässigkeitsanforderungen an ein Gross-System der Nachrichtentechnik. In: Zuverlässigkeit von elektronischen Bauelementen und Systemen. Informationstagung des SEV, 27. März 1974, Fribourg. Zürich, SEV, 1974; S. 97...113.

[7] *E. Rohrbach:* Qualitätskontrolle im Personensuchsystem Hasler DS-2000. Hasler Mitteilungen 39(1980)3, 4, S. 72...80.

Adresse de l'auteur

P. L. Boyer, dipl. Phys., Leiter der Qualitätssicherung, Hasler AG, 3000 Bern 14.