

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:	Leiterplatten-Analogtest am Beispiel des Einstücktelefons ATLANTA
Autor:	Aeschbach, U.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-905138

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: 27.01.2026

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

Leiterplatten-Analogtest am Beispiel des Einstücktelefons ATLANTA

Von U. Aeschbach

1. Einleitung

Das Einstücktelefon ATLANTA (Fig. 1) wurde das erste mal an der Messe Intelcom 77 in Atlanta, USA – daher der Name der Station –, der Öffentlichkeit vorgestellt. Seither konnte diese handliche Telefonstation in verschiedene Länder exportiert werden. Von der Schweizer PTT genehmigt, wird ATLANTA ab 1982 auf dem Schweizer Markt erscheinen.

Die Station ist mit einer modernen Wahltafel ausgerüstet. Die jeweils zuletzt gewählte Telefonnummer wird gespeichert und kann mit einem einzigen Tastendruck repetiert werden.

Die ganze Aufbau-Konstruktion ist auf rationelle Fertigung ausgerichtet. So sind alle Bauteile mit Ausnahme des Bodenschalters und des Summers auf zwei Leiterplatten untergebracht. Der eine Print trägt den analogen Teil mit Sprechstromkreis, Verstärker, Hörer und Mikrofon, während der andere den digitalen Teil mit Wahl-IC und -Tastatur umfasst (Fig. 2). Dass auch die Prüfung der Stromkreise der in verhältnismässig grossen Serien hergestellten Geräte in einer rationalen Art und Weise erfolgen muss, versteht sich von selbst.

2. Prüfphilosophie

Bereits in der Entwicklungsphase eines Produktes sind Überlegungen anzustellen, wie das Endprodukt zu prüfen ist. Entwickler, Layouter, Prüfgeräteentwickler sowie Prüffeldingenieure bestimmen zusammen, wo eventuelle Prüfstecker, Prüfinseln für Adaptionen oder andere wichtige Prüfhilfen vorgesehen werden müssen. Abmessungen von Leiterplatten, Aussparungen an Gehäusen, Leiterbahnführungen oder Dimensionen von Komponenten können einen entscheidenden Einfluss auf die spätere Prüfbarkeit eines Produktes ausüben. Daher gilt es, diese «wichtigen Kleinigkeiten» frühzeitig zu definieren und zu fixieren.

Geht ein Produkt in die Serienfertigung, so ist es die Aufgabe der Qualitätskontrolle, die Fertigungsqualität zu über-

621.395.004.14;

wachen. Mit gezielten Zwischenkontrollen und mit Hilfe von wirtschaftlichen Testeinrichtungen werden alle Baugruppen (z.B. bestückte Leiterplatten, verdrahtete Racks) geprüft. Anschliessend wird das fertig zusammengebaute Gerät einem Funktionstest unterworfen. Je nach Einsatz des Gerätes erfolgt in den verschiedenen Fabrikationsstufen ein Burn-in. Darunter versteht man die Prüftechnik der künstlichen Alterung (Voralterung), um zukünftige Frühausfälle von elektronischen Komponenten vorwegzunehmen.

Erst nach all den bestandenen Tests wird das Gerät verpackt. Auch diesem Arbeitsgang ist grösste Beachtung zu schenken. Die Wahl der Verpackung gehört ebenfalls in das Kapitel der Qualitätssicherung.

3. Probleme der Analogprüfung

Beim Aufstellen von Prüfkriterien für analoge Baugruppen gilt es, besonders folgendes zu beachten:

– Werden mehrere Elemente gemeinsam (als «Blackbox») definiert, so kann das ganze System elektrisch wohl dem Sollwert entsprechen, obschon der Istwert einer einzelnen Komponente ausserhalb der Toleranz liegt. Da ein zweites Element den Fehler des ersten elektrisch kompensiert, wird gesamthaft kein Fehler signalisiert. Bei einer kleinen Veränderung des Istwertes am zweiten Element (z.B. temperaturbedingt), fällt dann aber die ganze Funktion der Blackbox aus. Es gilt daher, möglichst jedes einzelne Element zu prüfen.

– Bei einem Telefon bestimmen vor allem Grössen wie Sende-Betriebsdämpfung und Empfangs-Betriebsdämpfung die Güte des Systems. Diese akustischen Werte müssen beim Aufstellen von Prüfvorschriften durch eindeutig messbare elektrische Daten gesichert werden, was in der Praxis oft nicht unproblematisch ist. In der Digitaltechnik ist dies weniger schwierig, sind doch die Zustände «0» und «1» für jede Technik eindeutig definiert.

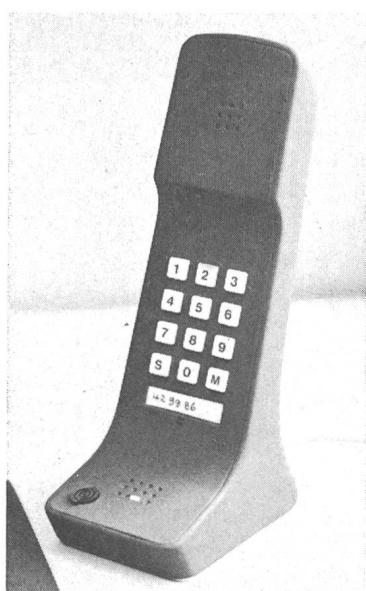


Fig. 1
Das Einstücktelefon
«ATLANTA»

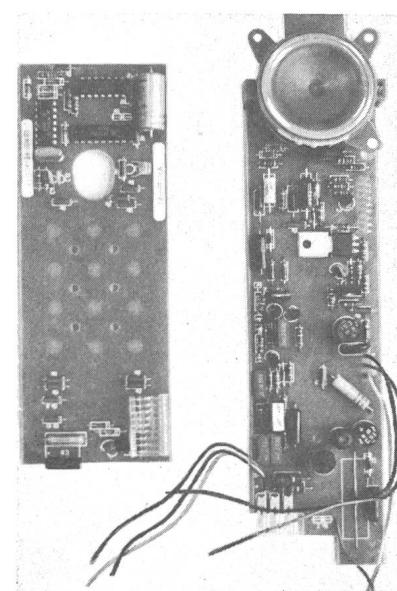


Fig. 2
Die Printplatten
der ATLANTA-Station
Links: Digitalteil
Rechts: Analogteil mit
Hörer (oben)
und Elektretmikrofon
(Mitte unten)

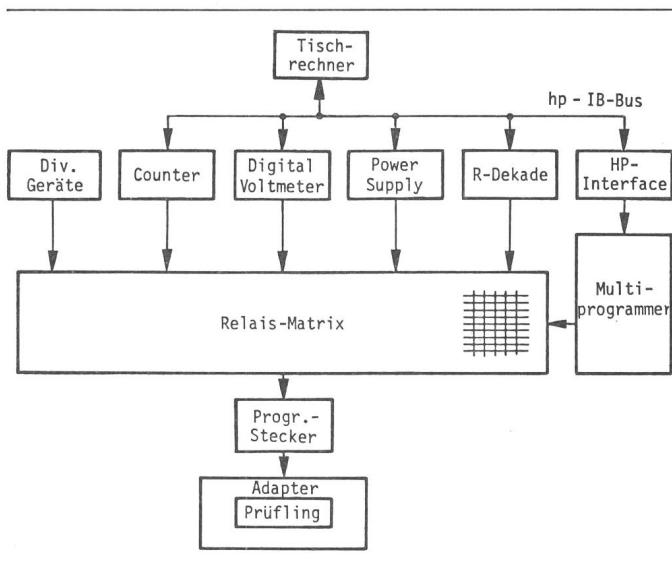


Fig. 3 Blockschema des Prüfsystems

4. Anforderungen an das Testsystem

Die wichtigsten Anforderungen an das Testsystem für den Analogteil der ATLANTA-Station wurden wie folgt formuliert:

- Rechnergesteuerter Prüfablauf. Über ein Bussystem sollen Mess- und Kontrollgeräte angeschaltet und abgefragt werden.
- Guter Zugriff zu möglichst vielen Testpunkten.
- Große Flexibilität. Änderungen am Schema oder am Layout des Print dürfen keine zeitaufwendigen Umprogrammierungen am Testsystem zur Folge haben.
- Die Wahl der Testgeräte ist so zu treffen, dass bei eventuellen Ausfällen von Geräten ein rascher Austausch, wenn möglich aus Beständen der Firma, möglich ist.
- Impulswahlversion sowie Mehrfrequenzcode-Version der Telefonstation müssen mit demselben System geprüft werden können.

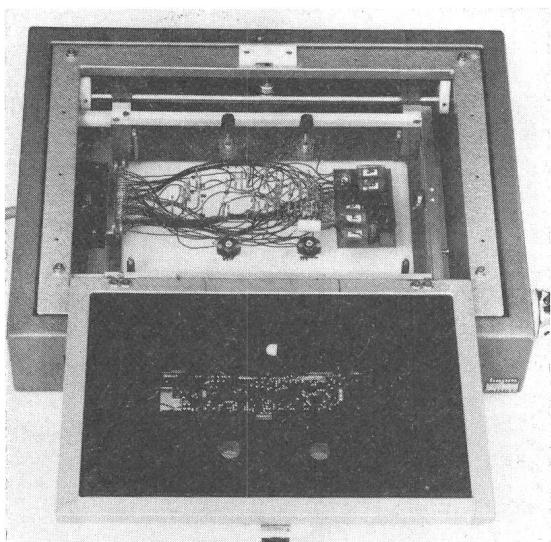


Fig. 4 Prüfadapter

Drehbarer Rahmen mit eingesetztem Prüfling; (untere Bildhälfte) auf Stecker verdrahtete federnde Kontaktspitzen in der oberen Bildhälfte

– Notwendige Abgleiche an den Prints müssen während des Tests durchgeführt werden können.

– Fehler sind für die Fehlerlokalisierung und für statistische Zwecke auszudrucken.

5. Prüfkonzept und Kurzbeschrieb der verwendeten Geräte

Das Testsystem wurde gemäß Blockschema (Fig. 3) aufgebaut. Der Tischrechner HP 9825 A steuert den ganzen Messplatz. Das Programm, pro Printtyp in einer Magnetbandkassette abgespeichert, wurde ebenfalls mit diesem Tischrechner erstellt.

Der zu prüfende Print ist über einen Nadeladapter mit dem Testsystem verbunden. Zwischen dem Prüfling und dem Befehlsgenerator (Tischrechner) ist eine Relaismatrix geschaltet, welche den Prüfling mit den notwendigen Mess- und Speisegeräten verbindet. Die Istwerte der Messungen werden via HP-IB-Bus dem Rechner zugeführt und dann mit den programmierten Sollwerten verglichen. Liegen diese Messwerte außerhalb der vorgegebenen Toleranzen, erfolgt ein Fehlerausdruck über den dem Rechner angeschlossenen Drucker. Anschließend wird auf die nächste Messung geschaltet. Für eine Printprüfung werden rund 250 Programmschritte benötigt.

Neben den handelsüblichen Geräten wie Tischrechner, Counter und Digitalvoltmeter mussten auch besondere Testeinrichtungen erstellt werden. So enthält das HP-Interface (HP-Combining-Case) zusätzliche Speiseeinheiten (Gleich- und Wechselspannungen), die Verdrahtung der Relaismatrix mit dem Multiprogrammer (144 Relaiskontakte) sowie die Verdrahtung des Programmsteckers. Letzterer beinhaltet teilweise eine Nachbildung derjenigen Telefonstromkreise, die sich nicht auf dem Prüfling befinden. Dieser Stecker ist die Schnittstelle zwischen dem Testsystem und dem Prüfling.

Hundert Leitungen, welche vom Testadapter herkommen, können individuell geschaltet werden. Sich unterscheidende Prüflinge (verschiedene Ländervorschriften) beanspruchen eine andere Aufschaltung an das Testsystem. Daher das Bedürfnis, jeden Prüfstecker rasch und sicher auswechseln zu können.

Zwischen dem Programmstecker und dem Testadapter wird ein 60poliges Kabel verwendet, welches mit codierten Steckern versehen ist. Durch Parallelschalten eines zweiten Kabels kann die Leitungszahl verdoppelt werden.

Wie erwähnt wurde, erfolgt die Adaptierung des Prüflings mit einem Nadeladapter. Dieser besteht aus einer Kontaktträgerplatte aus Plexiglas, in der federnde Kontaktspitzen montiert sind. In der Arbeitsstellung des Adapters werden die Kontaktspitzen auf die Leiterbahnen des Prüflings aufgedrückt. Die Kontaktplatte ist in einem stabilen Rahmen fixiert. Der Prüfling, in einem Ausdrehrahmen befestigt, wird von oben auf die Kontaktplatte hinuntergeschwenkt (Fig. 4). Wichtig für eine saubere Adaptierung sind:

- gereinigte Lötstellen des Prüflings (keine Fluxerückstände),
- richtige Form der Kontaktspitzen,
- genaue Positionierung der Kontaktspitzen,
- gleichmäßiger Kontaktdruck, keine Durchbiegung.

6. Der Prüfablauf

Bevor die elektrische Prüfung der bestückten Leiterplatte erfolgt, wird eine visuelle Kontrolle durchgeführt. Richtige Bestückung, gute Lötstellen und gereinigte Adaptierstellen



Fig. 5 Das ganze Prüfsystem

Prüfling in Arbeitsstellung Tischrechner im Hintergrund

sind eine wesentliche Voraussetzung für eine problemlose Prüfung.

Zuerst werden Widerstandsmessungen durchgeführt. Die durch den Adapter definierten Testwerte werden in einer Toleranzmessung geprüft. Bei einer unzulässigen Abweichung wird das Prüfprogramm gestoppt, und es erfolgt ein Fehlerausdruck. Da die Komponentenbezeichnung mit dem Bestückungsplan übereinstimmt, ist eine rasche Fehlerbehebung möglich. Diese Widerstandsmessungen werden bewusst am Anfang des Prüfprogramms durchgeführt, damit eventuelle Kurzschlüsse erkannt werden. Dadurch wird auch vermieden, dass der Prüfling durch die später angelegten Fremdspannungen beschädigt wird.

Mit dem programmierbaren Speisegerät und der Widerstandsdekade in Serie, werden an bestimmten Adaptierstellen Durchlass und Sperrung von Dioden und Zenerdioden geprüft. Elektrolytkondensatoren werden zuerst kurzgeschlossen. Anschliessend erfolgt eine langsame Ladung. Die Kondensatorspannung, nach einer festgelegten Zeit gemessen, lässt zu grosse oder zu kleine Kapazitäten erkennen.

Nach diesen Vortests wird die Funktion des Prüflings geprüft. Schalter und andere Eingriffe werden simuliert, so dass die Arbeitsweise von Transistoren und anderen aktiven Baulementen kontrolliert werden kann.

Analoge Baugruppen (z.B. Verstärker) werden NF-mässig geprüft und wo nötig abgeglichen. Das Prüfprogramm wird zu diesem Zweck – Widerstandswerte werden zu- oder abgeschaltet – unterbrochen. Durch Drehen am Stufenschalter und Beobachten des Digitalvoltmeters wird nach einer vorgegebenen Spannung abgeglichen. Sobald der richtige Widerstandswert erreicht ist, drückt der Printer des Tischrechners automatisch den ermittelten Wert aus. Der Papierstreifen wird dem Prüfling beigelegt und der darauf vermerkte Widerstandswert an einem separaten Arbeitsplatz eingelötet.

Impulse und Frequenzen werden mit dem Counter geprüft.

7. Handling

Mit Ausnahme des Rechners ist das ganze Prüfsystem fahrbar montiert (Fig. 5). Diese mobile Einsatzmöglichkeit bringt folgende Vorteile:

- Das System kann unmittelbar in der Nähe der Fertigungsstellen eingesetzt werden.
- Kleiner Platzbedarf.
- Servicefreundlich.
- Die für das Testsystem eingesetzten Geräte können auch für andere Prüfungen verwendet werden. Sehr gute Ausnutzung.

Während des Prüfablaufs (ca. 1 min pro Platte) kann der Operateur bereits vorbereitende Arbeiten am nächsten Prüfling durchführen, z.B. Nachlöten eines Adoptionspunktes.

An einem separaten Arbeitsplatz werden an den Printplatten die notwendigen Korrekturen durchgeführt. Anschliessend erfolgt eine zweite Überprüfung am Testsystem.

Der Operateur braucht keine speziellen Fachkenntnisse, dagegen kann das Fehlersuchen bzw. Fehlerbeheben nur durch den eingeführten Berufsmann durchgeführt werden.

Da rund 75 % aller Prüflinge bereits bei der ersten Prüfung vom Testsystem als gut befunden werden, beträgt die Einsatzzeit des ausgebildeten Spezialisten nur 25 % des Prüfaufwandes. Ein weiterer Vorteil dieser Arbeitsweise ist, dass Prüfung und Reparatur des Prints nicht zwangsläufig hintereinander geschehen müssen, da ja jedem Prüfling ein Fehlerausdruck beiliegt. Diese Tatsache erlaubt, den Einsatz des Reparateurs optimal zu planen.

Adresse des Autors

*U. Aeschbach, El.-Ing. HTL, Abt. Qualitätskontrolle, Gfeller AG,
Brünnenstrasse 66, 3018 Bern.*