

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 70 (1992)

**Heft:** 12

**Artikel:** Besserer UKW-Rundfunkempfang durch umschaltbare Mitlauffilter

**Autor:** Rinderle, Heinz / Böhme, Rolf / Herchner, Dieter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874016>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.03.2025

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

# Besserer UKW-Rundfunkempfang durch umschaltbare Mitlauffilter\*

Heinz RINDERLE, Rolf BÖHME und Dieter HERCHNER, Heilbronn

## 1 «Wer viel Autoradio hört, der viel Frust erfährt»

Ein Motto, das die heutige Situation eines (UKW-)Autoradiohörers treffend umschreibt. Wer kennt nicht das Zischen, Knattern oder eine bis zur Unkenntlichkeit verstümmelte Übertragung eines Musikstücks, die oft genug die Freude am Radiohören im Auto trübt? Der Fachmann weiss, dass in diesem Falle die Übertragung durch Mehrwegeempfang, durch Intermodulation oder durch Nachbarkanalsender gestört wird. Nachbarkanalstörungen sind ein besonderes Problem in Ballungsräumen mit grossen Senderdichten, die besonders in Europa wegen des 100-kHz-Kanalrasters erheblich ins Gewicht fallen. Aber auch bei dem in den Vereinigten Staaten üblichen 200-kHz-Kanalraster sind Nachbarkanalstörungen nicht mehr zu vernachlässigen, wie jüngst durchgeführte Feldversuche gezeigt haben.

Zwar wurde weltweit bereits nach technisch wirtschaftlichen Lösungen gesucht, um Nachbarkanalstörungen zu reduzieren, was bisher jedoch nicht erfolgreich war. Die Einführung des RDS-Systems (Radio-Daten-System) brachte zwar eine deutliche Verbesserung dieser Situation, aber die eigentliche Störung wird durch RDS nicht unterdrückt, sondern nur «umgangen» durch «Flucht» in alternative Senderfrequenz(en). Bis unter anderem auch dieses Problem durch die Einführung des «Digitalen Hörrundfunks» (DAB) in Europa gelöst werden kann, wird man weiter versuchen müssen, solche Störeffekte durch neue Systeme zu minimieren, die auf dem klassischen FM-Übertragungsverfahren beruhen.

Ein solches System, das Störungen durch Nachbarkanalsender wesentlich besser unterdrückt als die klassischen Systeme, wurde von der Firma *H. u. C. Electronic* unter dem Namen Dynas entwickelt. Dynas steht für *Dynamische Selektion* und besagt, dass das System die Nachbarkanalselektion automatisch und augenblicklich (dynamisch) an die jeweils herrschenden Empfangsbedingungen anpasst. Das heisst also, die Selektion nur im Bedarfsfalle und nur soviel als nötig zu erhöhen. Damit sind erstaunliche Verbesserungen der Empfangsqualität in vielen kritischen Regionen möglich geworden.

Die Grundidee von Dynas basiert auf der Anwendung eines Mitlauffilters in der Zwischenfrequenz-(ZF-)Ebene des Empfängers, dessen Mittenfrequenz der Augen-

blicksfrequenz der ZF folgt. Zusätzlich werden die Bandbreite des Mitlauffilters und damit dessen Selektionseigenschaften den Empfangsbedingungen angepasst. Das Mitlauffilter besteht in diesem System aus einer Kette von vier Einzelfiltern (Mitlauffilterkette), deren Mittenfrequenzen und Bandbreiten separat voneinander vom System gesteuert bzw. eingestellt werden.

Der Schlüssel für den Erfolg des Dynas-Systems liegt, abgesehen vom Einsatz des Mitlauffilterprinzips, in der Ausbildung und dem Zusammenspiel der Mitlauffilterkette, der Erkennung und Auswertung der Störsignale und der Systemsteuerung. Das System wird über einen ausgeklügelten Algorithmus gesteuert, bei dem zwischen Nachbarkanalstörungen, Mehrwegeempfangsstörungen, Rauschen und Zündstörungen unterschieden werden muss. Auch die Kompatibilität zum RDS-System muss beachtet werden, damit sich die Vorteile beider Systeme ergänzen können.

Eine solche Vielfalt komplexer Funktionen erforderte bei der Entwicklung eine überwiegend experimentelle Arbeitsweise. Es war beispielsweise nicht möglich, die im System verwendeten Mitlauffilter, die zeitvariante Filtersysteme darstellen, und deren Steuerung sinnvoll als Modell zu beschreiben bzw. zu simulieren.

Als Zubrot bietet das System einen Leckerbissen, nämlich eine Erhöhung der Grenzempfindlichkeit von 4 dB bis 6 dB. Diese Erhöhung entsteht dadurch, dass die Mitlauffilterkette bei schwachen Nutzsignalen, auch ohne Nachbarkanalbelastung, auf kleine Bandbreite schaltet und damit die für Grenzempfindlichkeit verantwortliche ZF-Rauschbandbreite reduziert wird.

Das Dynas-System wurde in Europa und in den USA ausgiebig erprobt und für gut befunden. Auch «Profitester» waren überrascht, bei einem Feldtest in den Vereinigten Staaten aus einem auf Dynas umgerüsteten Autoradio in bestimmten Regionen Stationen zu hören, deren Empfang bis dahin für unmöglich gehalten wurde.

Auf der Grundlage der Systembeschreibung wurde im Auftrag von *Telefunken electronic*, Heilbronn, im Entwicklungszentrum für integrierte Schaltungen der AEG in Ulm eine bipolare integrierte Schaltung mit der Typenbezeichnung *U 4290 B* verwirklicht. Der Baustein wurde so konzipiert, dass durch die externe Beschaltung eine Reihe von Systembedingungen vom Anwender beeinflusst werden können. Wegen der zahlreichen integrierten Funktionen des Chips ergab sich eine Grösse von 20 mm<sup>2</sup> und ein Gehäuse mit 68 Anschlüssen

\* Vortrag, am 27. Technischen Presse-Colloquium (TPC '92) in Deggen-dorf gehalten

(PLCC68). Die Produktion der integrierten Schaltung wurde Ende 1991 aufgenommen. Sie ist derzeit weltweit die erste produzierbare integrierte Schaltung, mit der sich die Dynas-Spezifikationen erfüllen lassen.

Um den Geräteherstellern die Einführung des Systems zu erleichtern, wurde von Telefunken electronic, Ingolstadt, auch ein Modul entwickelt, das das FM-Front-End und das Dynas-System, fertig abgeglichen und geprüft, enthält. Ein solches Modul ist besonders für die Hersteller interessant, denen das für die Dynas-Einführung nötige Entwicklungspotential fehlt und die trotzdem an der Vermarktung von Dynas-Geräten partizipieren wollen.

Während der Erprobungs- und Verwirklichungsphase stellte sich im Labor heraus, dass die Systembewertung oft widersprüchlich war. Es zeigte sich, dass ein dynamisch arbeitendes System auch nur mit geeigneten, «dynamischen» Messmethoden richtig zu bewerten ist. Statische Messmethoden, wie sie bei herkömmlichen Systemen üblich sind, führten oft zu falschen Schlüssen.

## 2 Das Dynas-System

Das Dynas-System (Fig. 1) ist im Signalweg des UKW-Empfangsteils zwischen dem FM-Front-End mit der ZF-Selektion (10,7 MHz) und dem Stereodecoder ange-

ordnet. Der sonst übliche *FM-ZF-Verstärker* und *FM-De-modulator* für 10,7 MHz zwischen FM-Front-End und Stereodecoder entfällt.

Das vorselektierte ZF-Signal (10,7 MHz) wird im *Mischer* mit einem quarzstabilen 10-MHz-Oszillatorsignal auf eine zweite Zwischenfrequenz von 700 kHz umgesetzt, damit die für Dynas geeigneten Charakteristiken der Mitlauffilterkette realisiert werden können. Das Signal wird in dieser *Mitlauffilterkette* weiter selektiert und danach im *FM-De-modulator* frequenzdemoduliert. Das demodulierte Signalgemisch wird dem *MPX-Entzerrer-Netzwerk* und der Systemsteuerung zugeführt. Am Ausgang des Systems stehen das *MPX-Signal* und das RDS-Signal zur üblichen Weiterverarbeitung zur Verfügung.

Zur Steuerung der Mittenfrequenz («Filter tracking») wird das frequenzdemodulierte ZF-Signal (700 kHz), also der Modulationsinhalt, herangezogen. Die Bandbreiten und die Tracking-Eigenschaften der einzelnen Filter der Mitlauffilterkette werden den Empfangsbedingungen entsprechend über die *Bewertung und Systemsteuerung* nach dem erwähnten Algorithmus eingestellt. Dazu werden die Signale aus der *Störsignalerkennung* abgeleitet.

Ist beispielsweise keine oder nur eine geringe Nachbar-kanalbelastung vorhanden und wird das Nutzsinal mit einer Feldstärke empfangen, die eine gute Stereoübertragung erlaubt, dann wird die *Mitlauffilterkette*, dyna-

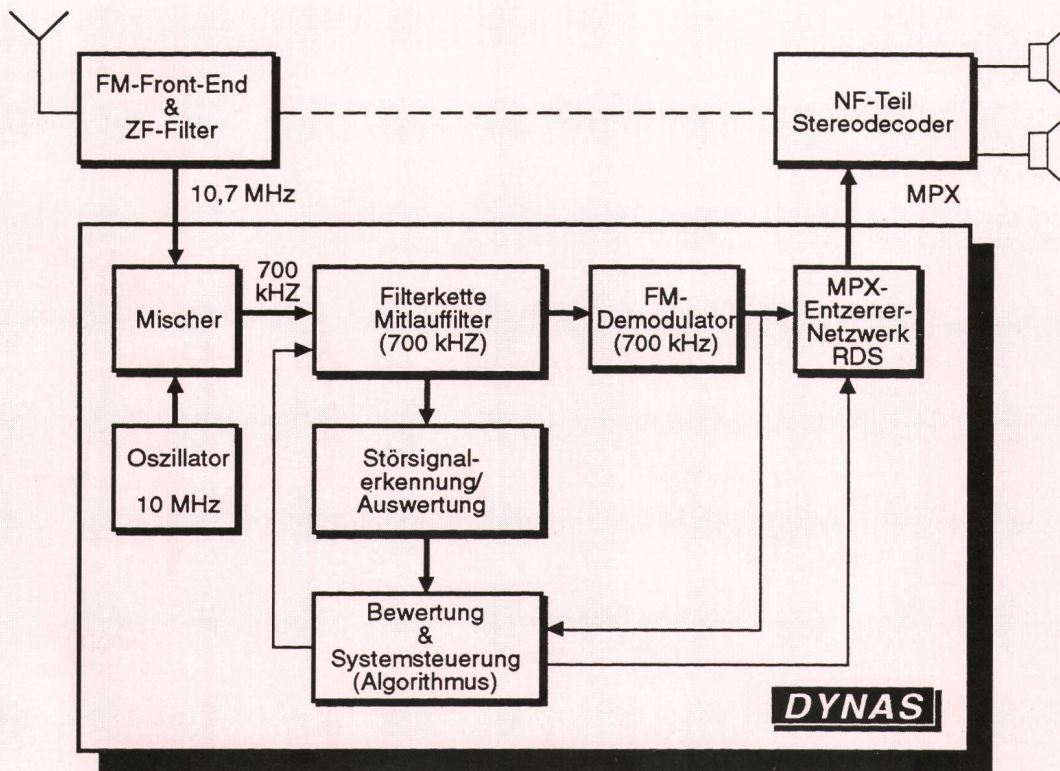


Fig. 1 Einbindung des Systemchips in den FM-Empfangsteil

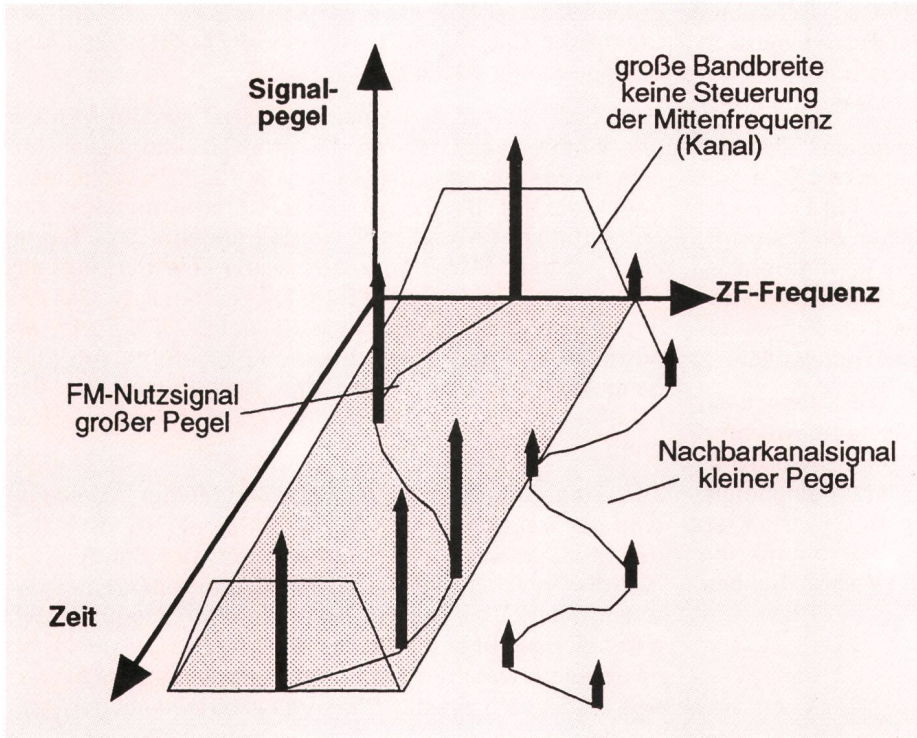


Fig. 2 Verhalten ohne Nachbar kanalstörungen

misch betrachtet, «überbrückt». Dieser Fall ist in *Figur 2* dargestellt. Die Selektion und die Übertragungsgüte sind dann, wie bei einem konventionellen Empfänger üblich, nur durch die statische ZF-Filterung (10,7 MHz) bestimmt.

*Figur 3* zeigt dagegen die Verhältnisse bei starker Nachbar kanalbelastung, bei denen das Nachbar kanalsignal also erheblich stärker ist. Die *Mitlauf filterkette* schaltet dabei auf eine entsprechend kleine Bandbreite, deren kleinster Wert ein Fünftel bis ein Drittel der üblichen

ZF-Bandbreite bei 10,7 MHz beträgt, und die Mittenfrequenz der Mitlauf filterkette folgt der FM des Nutzsignals.

Bei diesem Verfahren vermindert sich, statistisch gesehen, die Wahrscheinlichkeit, dass die Hubspitzen eines wesentlich stärkeren Nachbar kanalsignals in den Nutzkanal fallen. Dies begründet den erheblichen Selektionsgewinn beim Dynas-Prinzip (*Tabelle*). Obwohl bei stark reduzierter Bandbreite nach herrschender Meinung keine vernünftige FM-Übertragung möglich erscheint,

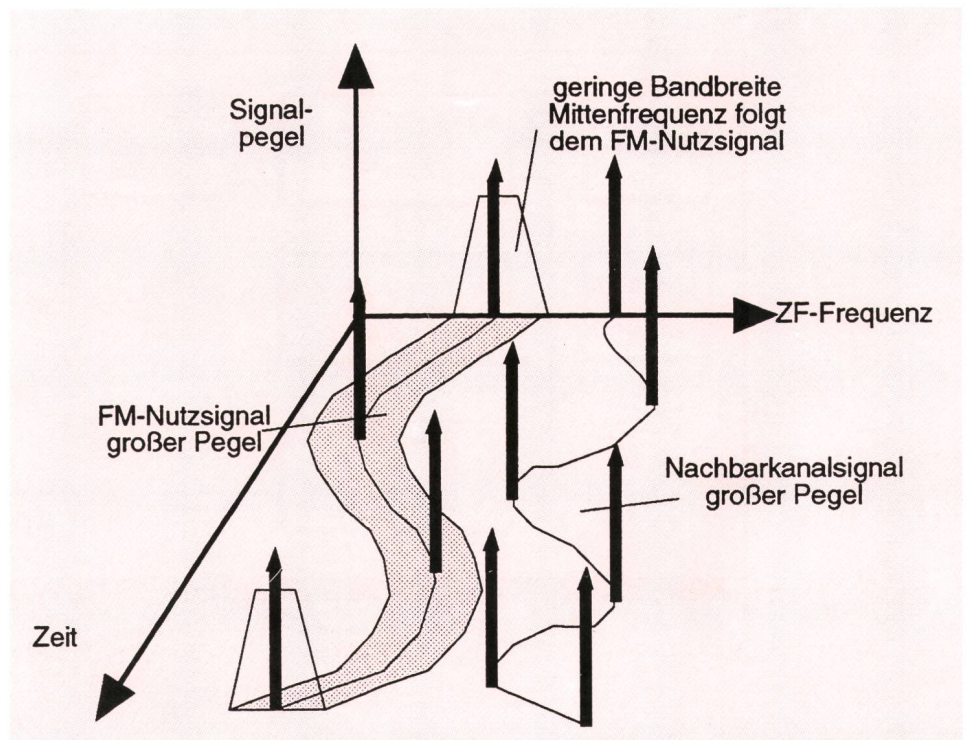


Fig. 3 Verhalten bei starken Nachbar kanalstörungen

## Selektionsgewinn

Testbedingungen					Selektionsgewinn bezogen auf Störsenderleistung
Nutzsignal		Störsignal		Frequenzabstand	
Hub	f	Hub	f		
35kHz	1kHz	35kHz	400Hz	100kHz	26db = 400fach 43db 0= 20 000fach
				200kHz	

## Empfindlichkeitsgewinn

4 bis 6db

ist, dank der Mitlaufsteuerung der Filterkette, immer noch die Übertragung der Links- und der Rechts-Signalkomponente eines Stereosignals mit ausreichender Qualität gewährleistet. Die der FM des Nutzsignals folgende Mittenfrequenz der Filterkette gestattet nämlich

die volle Ausnutzung der Modulationsbandbreite ( $\pm 75$  kHz), auch wenn die Filterbandbreite beispielsweise nur 30 kHz beträgt.

Allerdings ist in diesem Falle nur Monoempfang möglich, denn die höheren Modulationsanteile des Stereo-

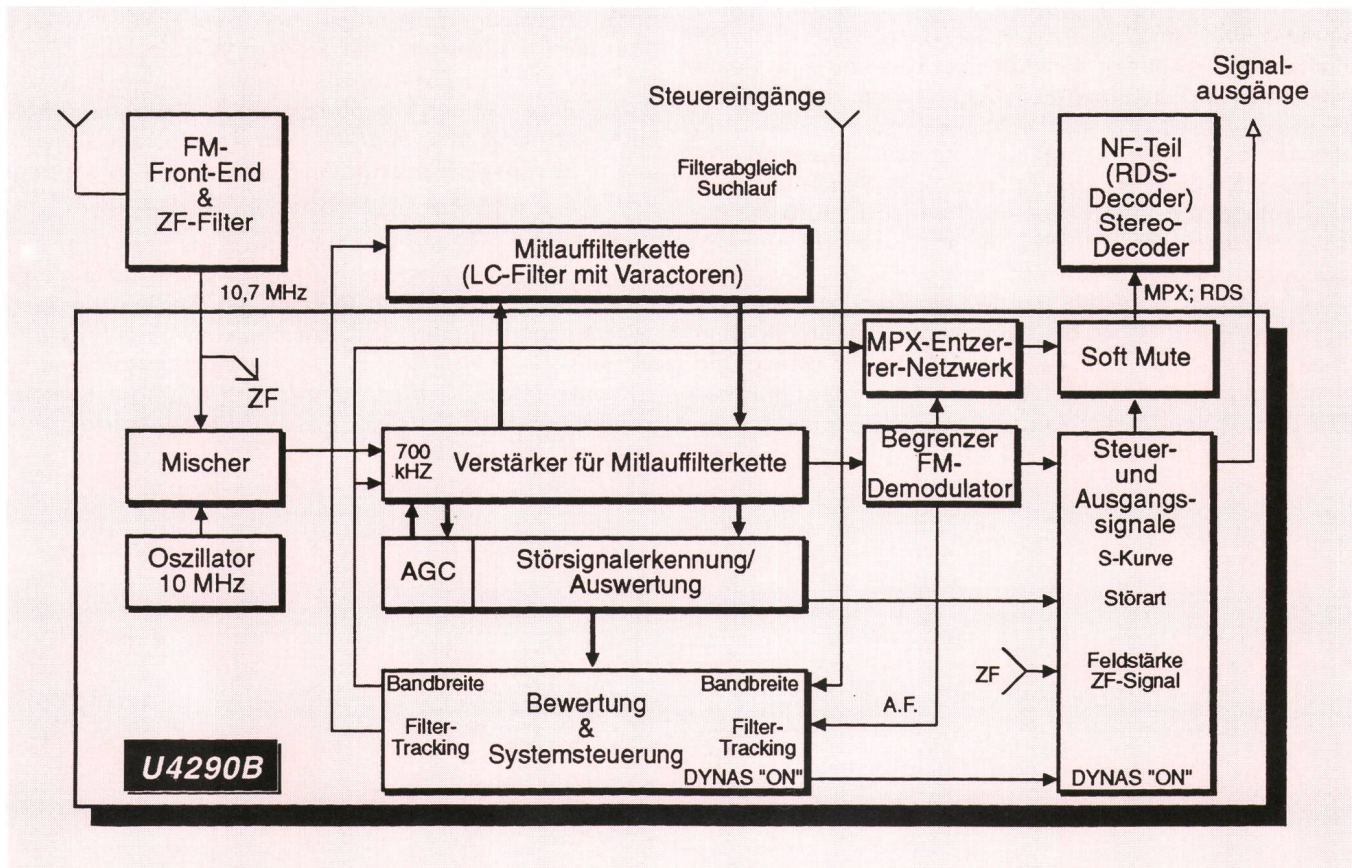


Fig. 4 Verwirklichung des Systems mit dem Chip IC U 4290 B

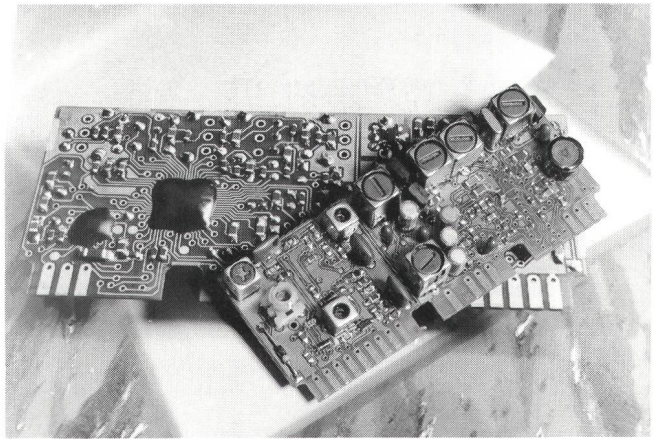
signals (L-R-Signalkomponenten) werden dann nicht übertragen. Dies ist aber kein Nachteil, denn die Störanteile, die sonst über die Stereodecodierung wirksam würden, werden unterdrückt. Ohne das Dynas-System wäre unter den gleichen Empfangsbedingungen ein solches Nutzsignal überhaupt nicht zu empfangen.

Das derzeitig verwirklichte Dynas-System besitzt acht unterschiedliche Übertragungskennlinien der *Mitlauffilterkette*, die in Abhängigkeit von den Empfangsbedingungen automatisch ausgewählt werden. Das hat natürlich zur Folge, dass je nach ausgewählter Filterkennlinie bzw. Filterbandbreite auch entsprechende Einbussen in der Übertragungsqualität auftreten, so im Klirrfaktor und in der Stereokanaltrennung. Bei den Filtereinstellungen, bei denen eine Stereoübertragung grundsätzlich noch möglich ist, wird die systembedingte geringere Stereokanaltrennung mit entsprechend eingestellter Nachentzerrung im *MPX-Entzerrer-Netzwerk* kompensiert. Der meist nur zeitweise auftretende Verlust an Übertragungsqualität ist jedoch für den praktischen Empfangsbetrieb unerheblich.

Eine weitere bemerkenswerte Besonderheit bei der Anwendung von Dynas besteht darin, eine breitbandigere ZF-Vorfilterung (10,7 MHz) wählen zu können, ohne auf eine gute Nachbarkanalselektion verzichten zu müssen – eine Möglichkeit, Empfangsverzerrungen bei Übermodulation der Sender zu verringern.

### 3 U 4290 B – die integrierte Dynas-Schaltung

Das Blockschaltbild eines FM-Empfangsteils mit Dynas unter Verwendung des ICs *U 4290 B* zeigt *Figur 4*. Zu den bisher beschriebenen Funktionsblöcken sind eine Reihe von weiteren Funktionen hinzugekommen. Im wesentlichen handelt es sich um Funktionen, die zur Steuerung des Dynas-Systems, aber auch für die Steuerung von klassischen Empfängerfunktionen, wie Sendersuchlauf und gleitender Stereo-Mono-Übergang, erforderlich sind. Steuersignale für das Dynas-System (*Steuereingänge*) dienen beispielsweise der Sender-Suchlauf-Funktion und dem Abgleich der *Mitlauffilterkette* und des FM-Demodulators bei der Produktion. Die Steuer- und Ausgangssignale (*Signalausgänge*) für die Steuerung von Empfängerfunktionen sind das S-Kurvensignal des FM-Demodulators, das Feldstärkesignal, Signale für die



*Fig. 5 Modul mit der Chip-on-board-Technologie inklusive FM-Front-End*

Erkennung der Störart, das ZF-Signal für die externe ZF-Frequenzzählung (10,7 MHz) und das Indikationsignal für «Dynas ON».

Das Steuersignal für die integrierte *Soft-Mute*-Schaltung (vermindert die Lautstärke bei gestörtem Signal) wird im Gegensatz zur sonst üblichen Art statt über die Feldstärke vom Signalstörabstand abgeleitet. Die vom System erzeugten Signale sind unter anderem auch dazu geeignet, die RDS-Funktion eines Empfängers steuerungstechnisch optimal mit den Vorteilen von Dynas zu kombinieren.

Die Einführung des Dynas-Systems erfordert beim Gerätehersteller ein Mindestmass an besonderem Know-how. So über das Zusammenwirken von Dynas mit anderen Empfängerfunktionen, wie dem FM-Front-End, oder die Beantwortung der Fragen: Wie sind die ZF-Filter (10,7 MHz) im FM-Front-End zu wählen, wie legt man die LC-Filter mit den Varactordioden für die Mitlauffilterkette (700 kHz) aus, und wie wird das System abgeglichen? Schliesslich muss man auch fragen: Wie bringt man das Dynas-System konstruktiv im Gerät unter?

Diese Fragen wurden von Telefunken electronic mit der Entwicklung des Moduls in Chip-on-board-Technologie beantwortet. Bei dieser Technologie werden die integrierten Schaltungen direkt als Chips auf die Printplatte montiert und kontaktiert. Dies ermöglicht eine sehr kompakte Bauweise und damit eine leichtere Systemintegration. In *Figur 5* ist ein solches Modul gezeigt.

## Zusammenfassung

*Besserer UKW-Rundfunkempfang durch umschaltbare Mitlauffilter*

Die Autoren beschreiben ein dynamisches System, dessen Eigenschaften es gestatten, den Autoradio-Empfang wesentlich zu verbessern. Der erreichte Selektionsgewinn beträgt 26 dB für 100 kHz Frequenzabstand, was einer um das 400fache grösseren Nachbarkanal-Belastbarkeit gegenüber herkömmlichen Systemen entspricht. Bei einem Frequenzabstand von 200 kHz zwischen Nutz- und Störsignal sind es 43 dB, bzw. das 20 000fache. Der Empfindlichkeitsgewinn beträgt je nach der Bandbreite der ZF-Vorselektion 4 bis 6 dB.

## Résumé

*Meilleure réception radiophonique OUC par l'utilisation de filtres sélecteurs commutables*

Les auteurs décrivent un système dynamique dont les propriétés permettent une amélioration importante de la réception radiophonique dans les véhicules automobiles. Le gain de sélection atteint se monte à 26 dB pour un écart entre fréquences de 100 kHz, ce qui correspond à une protection contre les perturbations dues au canal adjacent environ 400 fois meilleure que celle offerte par les systèmes courants. Pour un écart de fréquence de 200 kHz entre le signal utile et le signal perturbateur, le gain est de 43 dB, ce qui signifie que la protection est 20 000 fois meilleure. Le gain de sensibilité est de 4 à 6 dB, selon la largeur de bande de la présélection de la fréquence intermédiaire.

## Riassunto

*Migliore ricezione radiofonica OUC mediante l'utilizzazione di filtri selettori commutabili*

Gli autori descrivono un sistema dinamico le cui proprietà consentono di migliorare notevolmente la ricezione radiofonica nelle automobili. Il guadagno di selezione ottenuto è di 26 dB per lo scarto di frequenza di 100 kHz, il che corrisponde a una protezione contro le perturbazioni dovute al canale adiacente che è circa 400 volte migliore di quella offerta dai sistemi tradizionali. Se lo scarto di frequenza è di 200 kHz fra il segnale utile e il segnale di disturbo, il guadagno è di 43 dB e quindi la protezione è 20 000 volte migliore. Il guadagno di sensibilità è di 4 a 6 dB a seconda della larghezza di banda della preselezione della frequenza intermedia.

## Summary

*Better FM Radio Reception through the Use of Switched Sweeping Filters*

The authors describe a dynamic system, the characteristics of which allow an essential improvement of the car radio reception. The selection gain reached is 26 dB for 100 kHz frequency spacing, which corresponds to a protection against interferences due to neighbouring channels of about 400 times better than the present systems. For a frequency spacing of 200 kHz between signals, the gain is 43 dB or 20,000 times better, respectively. The sensitivity gain is 4 to 6 dB according to the bandwidth of the intermediate frequency preselection.