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: 77 (1986)

Heft: 21

Artikel: Die MAC-Familie, ein Konkurrent zu PAL und SECAM?

Autor: Kramer, D.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904291

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: 10.12.2025

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

Die MAC-Familie, ein Konkurrent zu PAL und SECAM?

D. Kramer

Gleichzeitig mit der Inbetriebnahme von Rundfunksatelliten beabsichtigen Deutschland und Frankreich, eine neue Fernsehnorm einzuführen, die den Eigenschaften der Satellitenübertragungskanäle besser Rechnung trägt. Mit den heutigen PAL- und SECAM-Normen hat diese nur sehr wenig gemeinsam. Im folgenden werden deshalb die wichtigsten technischen Merkmale der verschiedenen Varianten, die Entwicklungsmöglichkeiten sowie die Einführungsstrategie für diese Normenfamilie kurz beschrieben.

Avec la mise en service des satellites de radiodiffusion l'Allemagne et la France ont l'intention d'introduire une nouvelle norme de télévision, afin de mieux tenir compte des particularités d'un canal de transmission pour satellite. Elle n'a que très peu d'éléments communs avec les normes actuelles PAL ou SECAM. L'article présente donne les caractéristiques techniques les plus importantes des différentes variantes de cette norme, les possibilités de développement ainsi que la stratégie d'introduction.

Adresse des Autors
Daniel Kramer, dipl. El.-Ing. ETH, Technischer Direktor SRG, Schweizerische Radio- und Fernsehgesellschaft, Postfach, 8052 Zürich.

1. Einführung

Seit der Einführung der Farbfernsehnormen PAL und SECAM (Tab. I, Fig. 1) hat sich im Fernsehbereich vieles verändert. Moderne elektronische Komponenten haben Bild- und Tonqualität auf der Sender- und Empfängerseite so verbessert, dass die Systemgrenze in vielen Parametern erreicht ist. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass bereits in den 70er Jahren die ersten Verbesserungsvorschläge für unsere heutigen Fernsehnormen publiziert wurden. Leider scheiterten alle Bemühungen an der Kompatibilität zwischen alten und neuen Fernsehgeräten, stehen doch heute Millionen von Empfängern in Betrieb. Parallel dazu schlug auch die Industrie, unter Ausnützung der letzten Systemreserve, zahlreiche Verbesserungen vor, die aber in heutigen Geräten, vor allem aus Kostengründen, nur teilweise ihren Einzug gefunden haben.

Der Transport von Bildsignalen über *Satelliten*, sei es für den Direktempfang oder zur Verbreitung über Kabelanlagen, entfachte erneut die Normendiskussion. Bekanntlich bedient man sich zur Übertragung des Bildsignals über Satelliten der Frequenzmodulation, im Gegensatz zu den terrestrischen Netzen, wo das Signal amplitudenmoduliert wird. Dem für Satellitenstrecken typischen FM-Rauschen kann dabei nur durch eine

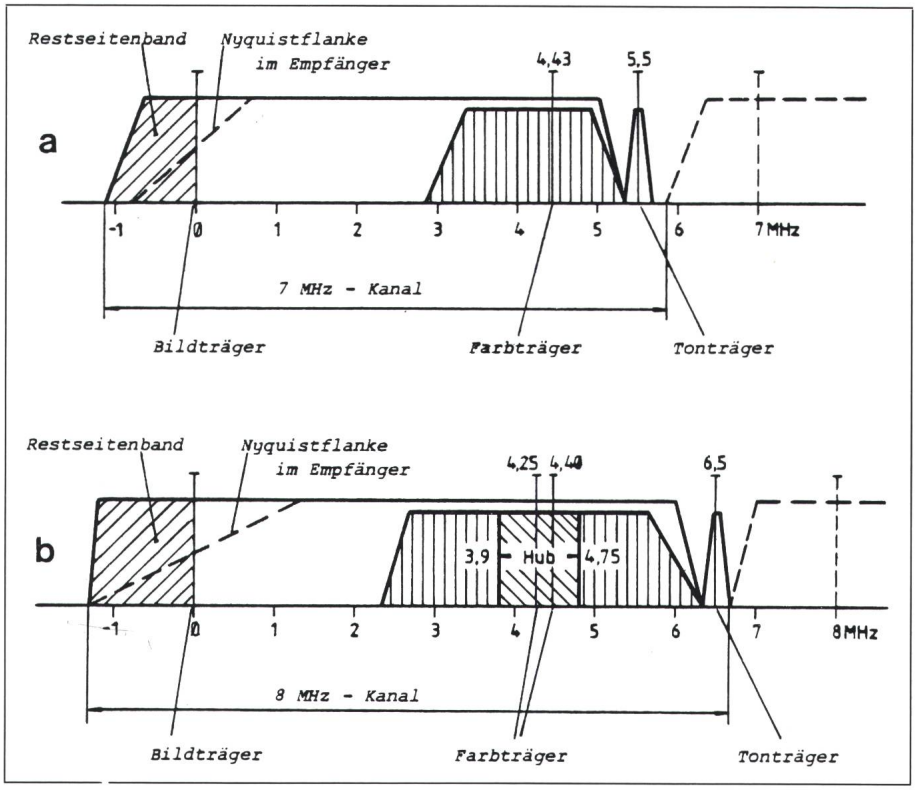


Fig. 1 Frequenzspektren
a PAL (B) b SECAM (L)

Tabelle I

Aus dem Glossarium der Fernsehtechnik

PAL	*P*hase *A*lternation *L*ine. Farbfernsehsystem mit 625 Zeilen und 50 Halbbildern pro Sekunde, quadraturmoduliertem Farbträger – dabei werden die beiden Chrominanzsignale zwei um 90° phasenverschobenen Trägern gleicher Frequenz aufmoduliert – und Phasenumschaltung von Zeile zu Zeile. Der Bildträger wird amplitudenmoduliert, der Tonträger frequenzmoduliert (Fig. 1a).
SECAM	*Sé*quentiel *C*ouleur *à M*émoire. Farbfernsehsystem mit 625 Zeilen und 50 Halbbildern/Sekunde und frequenzmodulierten Farbträgern, alternierende Farbdifferenzsignalübertragung (Signale U und V). Der Bild- und Tonträger ist amplitudenmoduliert (Fig. 1b).
Restseitenbandmodulation	Mit einem Bandfilter wird im Sender das untere Seitenband des amplitudenmodulierten Bildträgers bis auf einen Rest von etwa 1 MHz unterdrückt. Dieser Rest kompensiert den Einfluss der endlichen Flankensteilheit der Sender- und Empfängerfilter.
Nyquistflanke	Frequenzgangabfall der Sender- bzw. Empfängerfilter im Bereich der Trägerfrequenz, d.h. dort, wo beide Seitenlinien vorhanden sind (Zweiseitenbandbereich).
Austastlücken	Bereiche eines Fernsehsignals, die keine Bildinformation enthalten. Man unterscheidet zwischen der horizontalen Austastlücke (Zeitintervall für den Rücklauf des Elektronenstrahls am Ende einer Zeile bis zum Beginn der nächsten Zeile, H-Lücke) und der vertikalen Austastlücke (Zeitintervall für den Rücklauf des Elektronenstrahls am Bildende zum Anfang des nächsten Bildes, V-Lücke) (Fig. 2).
Videosignal	FBAS, vollständiges Farbfernsehsignal bestehend aus Luminanz-(Y), Chrominanz-(U, V), Austast- und Synchronisiersignal. Zwischen Luminanz- und Chrominanzsignalen gelten die Beziehungen $Y = 0{,}30\,R + 0{,}59\,G + 0{,}11\,B$ $U = B - Y$ $V = R - Y$
Luminanz	Informationsanteil eines Fernsehsignals, das die Leuchtdichte aussteuert (Schwarz-Weiss-Bildsignal).
Chrominanz	Informationsanteil eines Fernsehsignals, das für eine bestimmte Luminanz Farbart und Farbsättigung definiert.
HDTV	High Definition TV. Neue Fernsehproduktionsnorm, die wesentliche Verbesserungen der Bildqualität beinhaltet. Die zurzeit in Japan und den USA erprobte Norm geht unter anderem von einer höheren Zeilenzahl (1125), höheren Bildwechselrate (60 Halbbilder/Sekunde) und einem neuen Bildseitenverhältnis (5:3) aus.
EBU	*E*uropean *B*roadcasting *U*nion
UER	*U*nion *E*uropéenne de *R*adiodiffusion Organisation europäischer Rundfunk- und Fernsehanstalten zur Vertretung gemeinsamer Interessen im Programm- und Technikbereich, wie z.B. internationale Sportveranstaltungen. Die verschiedenen Aufgaben werden von Arbeitsgruppen, welche in Fachgruppen aufgeteilt sind, wahrgenommen. Das technische Zentrum befindet sich in Brüssel, während die programmliche und administrative Zentrale in Genf ihren Sitz hat.

Mit dem Ziel, diese Fehler zu beseitigen, suchte man nach einem Fernsehsystem, das einerseits die vom PAL her bekannten Fehler, wie «Cross Colour» (Übersprechen der Luminanz in die Chrominanz) und «Cross Luminanz» (Übersprechen der Chrominanz in die Luminanz) eliminiert, anderseits eine Verbesserung der horizontalen Bildauflösung, aber auch neue Dienstleistungen wie z.B. die Breitbildübertragung ermöglichen sollte. Dank Übergang zu digitalisiertem Ton wollte man schliesslich nicht nur die Tonqualität verbessern und die Anzahl Kanäle erhöhen, sondern auch die Einführung neuer Datendienste erleichtern.

Eine neue Norm muss aber die Umsetzung in die heutigen PAL- oder SECAM-Formate mit guter Qualität gewährleisten. Grundsätzlich sollte man deshalb den 625 Zeilen, die im Zeilensprungverfahren geschrieben werden, wie auch den 25 Vollbildern pro Sekunde treu bleiben. Anstatt aber wie bisher die Chrominanz (U, V) frequenzmässig in die Luminanz (Y) zu verschachteln, werden diese Komponenten neu im Zeitmultiplex, aber ohne Inanspruchnahme der Zeilenaustastung (Fig. 2), übertragen. Dabei setzt sich eine Zeile aus dem um einen Faktor 3 zeitlich komprimierten Farbdifferenzsignal $U = B - Y$, bzw. $V = R - Y$, sowie dem um einen Faktor 1,5 komprimierten Luminanzsignal zusammen. Um die Zeilendauer nicht zu überschreiten, können jetzt aber U und V nur alternierend jede 2. Zeile übertragen werden. Bei dieser neuen Formatfamilie handelt es sich also um eine Zeitmultiplex-Übertragung analoger, zeitkomprimierter Videokomponenten, abgekürzt MAC (Multiplexed Analog Components, Fig. 3).

Preemphase (Anhebung der höheren Frequenzen) begegnet werden. Da die Akzentuierung aber zwingenderweise im Bereich des Farbträgers erfolgt, führt dieses Verfahren zu folgenden Beeinträchtigungen:

- Verringerung des Chrominanzstörabstandes und damit Erhöhung des Farbrauschens,
- Schwellenrauschen, das sich auf dem Bild durch störende «Fische» bemerkbar macht,
- Verschlechterung des Tonstörabstandes.

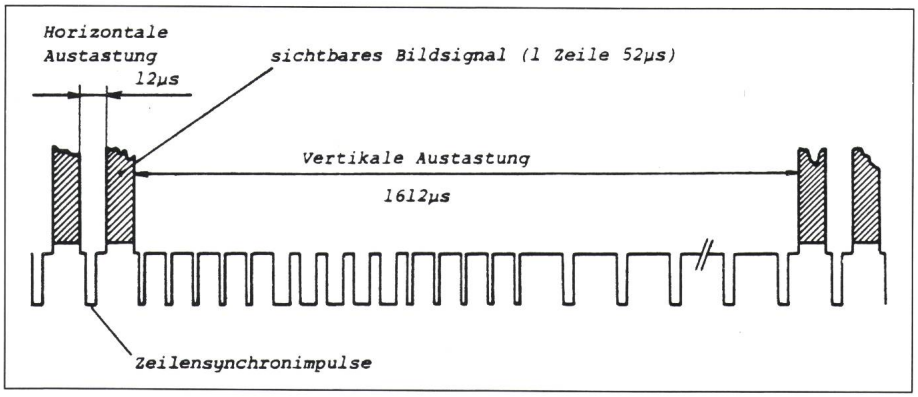


Fig. 2 Austastlücken
In der vertikalen Austastlücke werden verschiedene, hier nicht näher erwähnte Dienste übertragen.

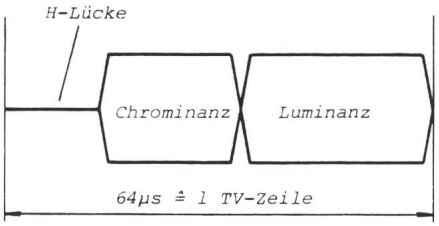


Fig. 3 MAC-Zeitdarstellung

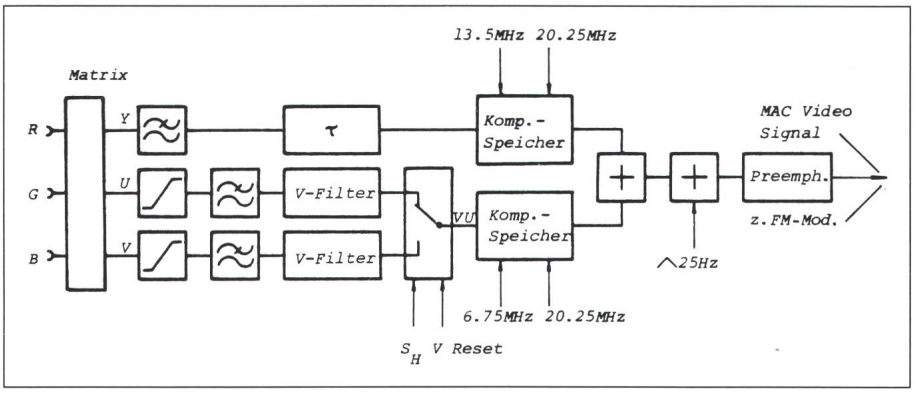


Fig. 4 MAC-Videocoder

Y Luminanzsignal
U, V Komponenten des Chrominanzsignals
S_H Horizontal-Synchronisierimpuls
V Vertikal-Synchronisierimpuls

Für die (Zeit-)Kompression bedient man sich der digitalen Technik. Das Fernsehsignal wird nach dem international genormten Komponenten-Standard 4:2:2 digitalisiert, d.h. die Luminanz wird mit einer Frequenz von 13,5 MHz, die beiden Chrominanzsignale mit einer solchen von 6,75 MHz abgestastet. Der zur Kompression notwendige Speicher wird hierauf mit 20,25 MHz ausgelesen. Die Kompressionsfaktoren betragen damit wie gewünscht für die Luminanz 1,5, für die Chrominanz 3 (Fig. 4).

Dieses Grundprinzip ist allen MAC-Normen gemeinsam. Unterschiede ergeben sich einerseits durch die dem Empfänger zur Verfügung gestellte Videobandbreite, die natürlich durch den Übertragungskanal gegeben ist, und anderseits durch die Art und Weise, wie die Tonkanäle und Daten der verfügbaren Übertragungskapazität angepasst werden.

2. C-MAC/Paket

Als erstes sei das C-MAC/Paket, kurz C-MAC, erläutert, eine Norm [1], die besonders in Hinsicht auf die 27 MHz breiten Satellitenkanäle optimiert wurde (Frequenzmodulation). Als verfügbare Videobandbreite wurden 5,6 MHz für die Luminanz bzw. 2,3 MHz für die Chrominanz festgelegt, was einer Videobandbreite des Übertragungskanals von 8,4 MHz entspricht (Fig. 5). Damit das FM-modulierte Signal den Regeln der WARC 77 für DBS (Direct Broadcasting Satellite) entspricht, müssen spezielle Massnahmen, wie eine leichte Vorentzerrung und Energieverwischung, ergriffen werden, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll.

Während der horizontalen Austastung (H-Lücke, Fig. 2) müssen die digitalisierten Ton- und Datensignale übertragen werden. Diese werden dem FM-Träger (Videoträger) während der Dauer der Austastlücke direkt in 2-4-PSK-Technik aufmoduliert, einem PSK-Modulationsverfahren (Phase Shift Keying, Phasenumtastung), bei der nur Phasensprünge von ±90° zugelassen sind. Damit können die bei Satellitenstrecken ungünstigen Auswirkungen der Amplitudenschwankungen wesentlich reduziert werden. Beim C-MAC/Paket-Signal handelt es sich also um ein HF-Multiplexsignal aus digitalisiertem Ton- und analogem Bildsignal. Höchste Übertragungskapazität bei gleichzeitig geringer Bitfehlerrate sind die wichtigsten Vorzüge dieses Tonübertragungsverfahrens. Ihm liegen, wie für die Videokomponenten, eine Auslese-Taktfrequenz von 20,25 MHz (etwa 50 ns/bit) zugrunde. Der feste Datenrahmen, der so eine Breite von 206 bit besitzt, gliedert sich, wie Fig. 6a zeigt. Auf den Zweck der Aufteilung in zwei Unterrahmen wird später eingegangen. Wichtig jedoch ist die Paketstruktur der Daten, Ursprung für die Bezeichnung C-MAC/Paket.

Jedes der 82 Pakete eines Unterrahmens (Fig. 7) enthält nach der Adresse Platz für eine Nutzinformation von 91 Byte, bzw. 728 bit. Pro Sekunde können insgesamt 25×164 = 4100 Pakete oder 2,9848 Mbit (Nutzkapazität) übertragen werden.

Für die C-MAC-Tonübertragung unterscheidet man zwischen 90-byte- und 120-byte-Ton-Block-Systemen. Beiden liegt eine Abtastfrequenz von 32 kHz zugrunde. Beim ersten System passen die 90 byte genau in die Struktur eines Datenpaketes. Das 120 byte-Ton-Block-System muss dagegen so aufgeteilt werden, dass 3 Blöcke in 4 Pakete passen. Wie Tabelle II zeigt, kann jedes Tonblocksystem kompandiert (14/10 bit) oder linear (14 bit) co-

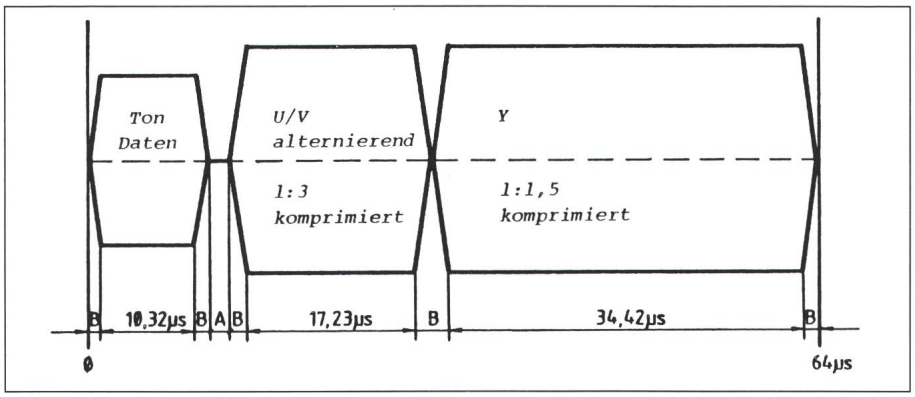


Fig. 5 Zeitdarstellung einer C-MAC-Fernsehzeile

A Nullreferenz für Steuersignale und Chrominanz
B Übergangssignale für Ein- und Ausschwingen

Die ursprünglichen Signal-Bandbreiten von 2,3 MHz bzw. 5,6 MHz beanspruchen nach der Kompression von 3 bzw. 1,5 eine Kanalkapazität von 8,4 MHz.

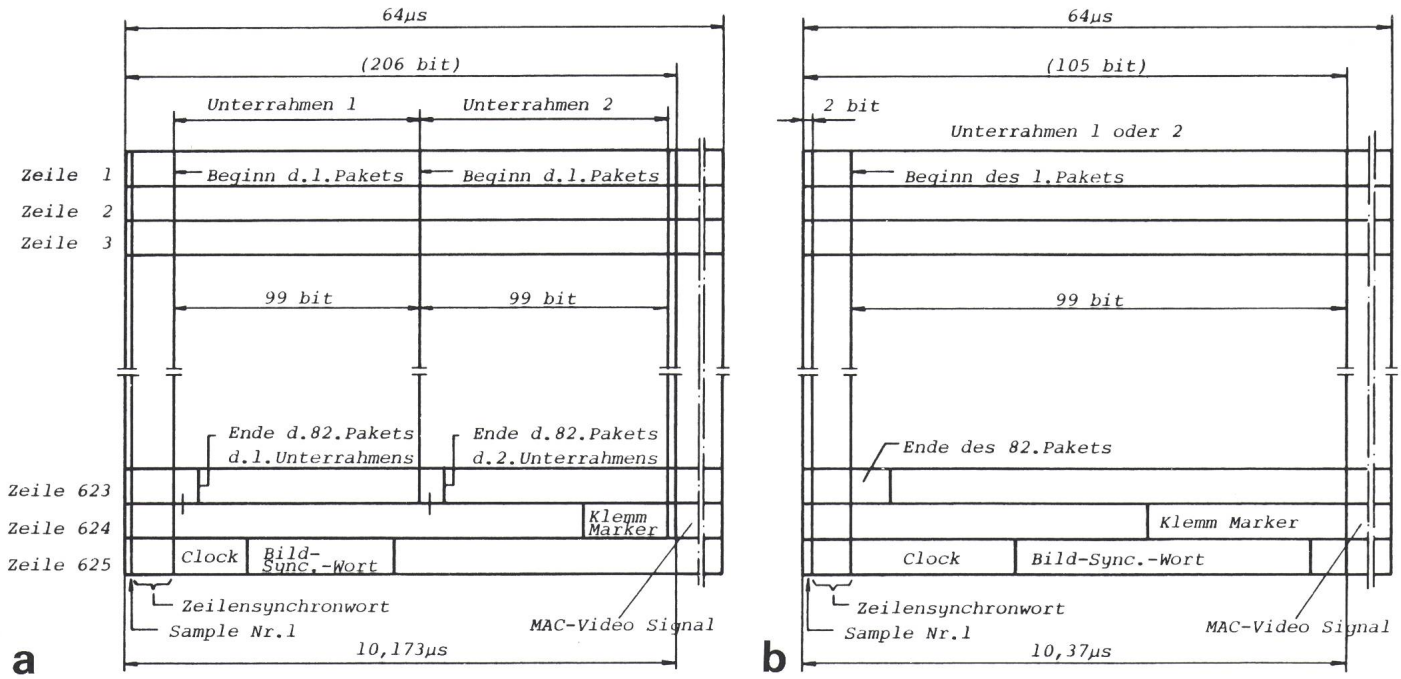


Fig. 6 Datenstrukturen
a C-MAC b D2-MAC

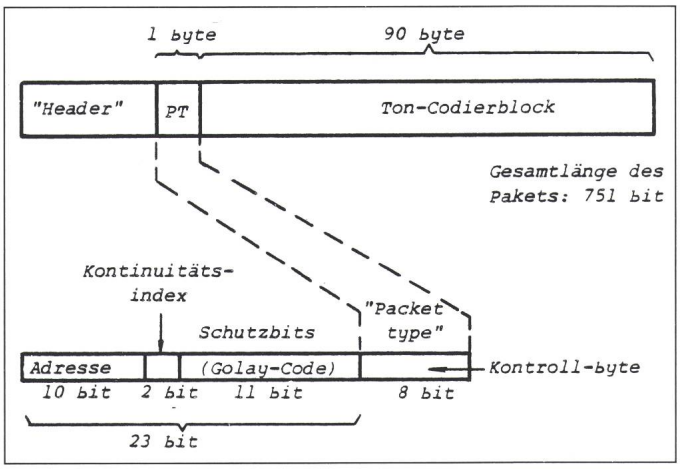


Fig. 7
Struktur eines Tonübertragungspakets

Kenndaten der Tonübertragung bei C-MAC/Paket Tabelle II

Codierung	Kanalzahl Mono (Stereo)	Tonblocklänge (byte)	Fehlerschutz-bits pro Abtastwert	Pakete/s pro Stereokanal	Restkapazität[1] (Pakete/s)
kompandiert (14/10 bit)	8 (4)	90	1	1000	100
linear (14 bit)	4 (2)	90	5	1777⅞	544⅔
kompandiert (14/10 bit)	6 (3)	120	5	1333⅓	100
linear (14 bit)	6 (3)	120	1	1333⅓	100

[1] inkl. Identifikationspakete

diert werden. Je nach verwendetem Fehlerschutz (1 Paritybit pro Abtastwert oder 5 Fehlerschutzbits) können 4 bis 8 hochqualitative Tonkanäle in der verfügbaren Nutzkapazität untergebracht werden, wobei die Kanäle als Ganzes dem ersten oder zweiten Datenrahmen zugewiesen werden.

Der Decoder im Empfänger erkennt seinerseits die Art der Toncodierung und ihren Fehlerschutz dank einem speziellen Datenpaket (BI-Paket, Bloc d'Interprétation), wobei es sich von den Tonpaketen im Byte «Packet type» unterscheidet (Fig. 7), das etwa dreimal pro Sekunde ausgestrahlt wird. Auch Informationen wie Mono/Stereo oder Sprache/Musik können mit diesem Paket übertragen werden. Neben dem BI-Paket wurde auch ein 0-Paket oder Menüpaket, das aufgrund seiner Adresse «00000 00000» erkannt wird, eingefügt. Es enthält Kennungen mittlerer Priorität, wie Bezeichnung von Rundfunkanstalten und Dienst, Programmart, verwendete Sprache usw. Kennungen höchster Priorität sind in Zeile 625 enthalten. Diese Zeile ist ausschliesslich Daten, wie Angaben über Satellitenposition, Kanal, Bildformat, Bildkompression oder Verschlüsselungsverfahren (für Pay-TV) vorenthalten. Die Nutzbits dieser Zeile sind, um möglichst universell einsetzbar zu bleiben, auf eine Dauer von 32 µs, d.h. 648 bit beschränkt. Damit kann diese Zeile ohne Verluste auch mit halber Taktrate ausgelesen werden.

Zusammenfassend sei festgehalten, dass die C-MAC-Norm nicht nur den Satellitenkanal optimal ausnützt und gegenüber Störungen extrem robust ist, sondern auch gegenüber PAL und SECAM eine erhebliche Bild- und Tonverbesserung ermöglicht. Einzig bei den Farbdifferenzsignalen *U* und *V* beträgt die Auflösung beim MAC-System wegen der alternierenden (zeilensequentiellen) Übertragung in vertikaler Richtung lediglich 1,37 MHz gegenüber 2,47 MHz für PAL. Durch eine komplexe vertikale Vorfilterung (Interpolation der Zwischenzeilen) lassen sich die entstehenden Störstrukturen allerdings so weit eliminieren, dass sie unter die Sichtbarkeitsgrenze fallen.

Die Norm ist im wesentlichen durch die IBA (Independent Broadcasting Authority) entwickelt und durch die UER (Union Européenne de Radiodiffusion) in [1] bis in seine Details ausgearbeitet worden. Durch die Entwicklung von VLSI-Schaltkreisen hoffen die Initianten, dass der komplizierte Empfänger nicht bedeutend teurer als ein herkömmliches Farbfernsehgerät zu stehen kommt.

3. D-MAC/Paket

Für die Übermittlung in Kabelanlagen drängt sich aus verschiedenen Gründen eine Restseitenbandmodulation auf. Deshalb musste eine entsprechend abgewandelte Norm, das D-MAC/Paket, kurz D-MAC, definiert werden. Luminanz- und Chrominanzdarstellung wurden unverändert vom C-MAC/Paket übernommen, weshalb auch diese 2. Norm eine Kanalbreite von mindestens 10,5 MHz voraussetzt (heutige Kabelkanäle weisen allerdings nur Kanalbandbreiten von 7 oder 8 MHz auf).

Anders als bei der Restseitenbandmodulation, wie sie die heutigen Fernsehnormen definieren, wird beim D-MAC/Paket die Filterung der Nyquistflanke je zur Hälfte im Sender und Empfänger vorgenommen (Fig. 8). Was die Ton- und Datensignale anbelangt, so ist das 2-4-PSK-Verfahren aufgrund seines Bandbreitebedarfs weniger geeignet für diese Modulationsart. Da anderseits die Störverhältnisse im Kabel besser sind als auf Satellitenkanälen, entschied man sich für ein mehrstufiges Codierverfahren, das Duobinärverfahren (eine logische 0 wird stets durch eine Null, eine logische 1 durch +1 oder -1 repräsentiert; direkte Übergänge von +1 auf -1 sind verboten (Fig. 9). Das entsprechende AM-Modulationsbild zeigt die Figur 10.

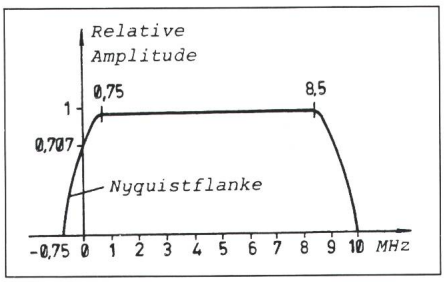


Fig. 8 Restseitenbandfilter für D-MAC/Paket
Filterung der Nyquistflanke je zur Hälfte im Sender und Empfänger.

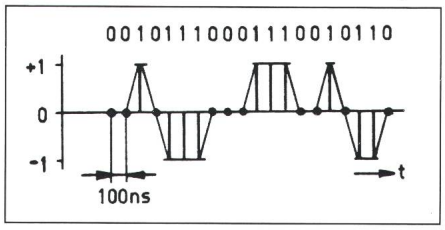


Fig. 9 Prinzip der Duobinärcodierung

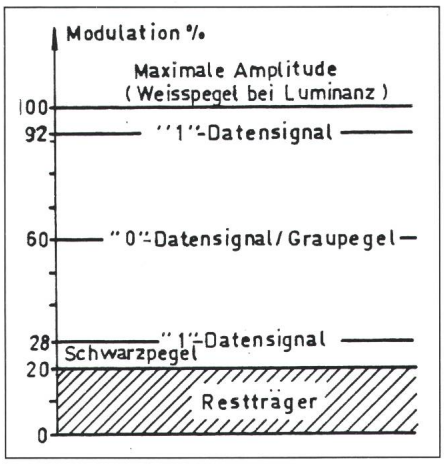


Fig. 10 AM-Modulationsschema des Datenkanals für D- und D2-MAC
vor Restseitenbandfilterung; die 100%-Amplitude entspricht dem Weisspegel bei der Luminanz.

Im Gegensatz zu C-MAC, bei dem Daten und Bild erst im HF-Bereich als Multiplex zusammengefügt werden, besitzt D-MAC eine geschlossene Basisbanddarstellung (HF-Modulation des gesamten Zeitmultiplexsignals). Der Datenrahmen selbst sowie die einzelnen Pakete sind absolut identisch mit der C-MAC/Paket-Norm. Die genauen Spezifikationen sind in [2] enthalten.

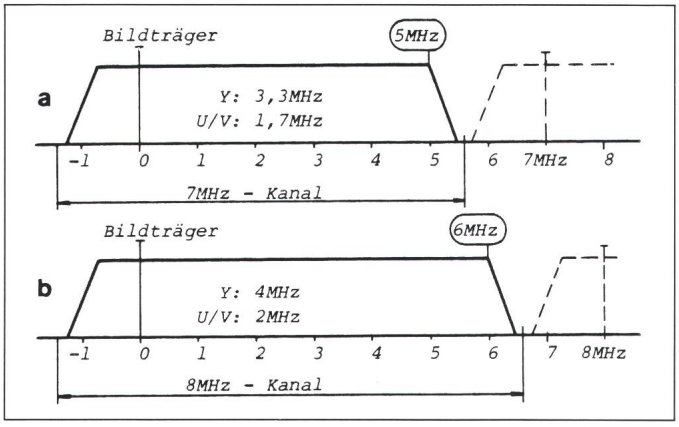
4. D-2 MAC/Paket

Für bestehende Kabelkanäle mit einer Bandbreite von 7 oder 8 MHz eignet sich weder die C- noch die D-MAC-Übertragung. Es muss deshalb ein weiteres System definiert werden, das bezüglich der horizontalen Bandbreite des Videosignals wie der Taktfrequenz der Datenrate heutigen terrestrischen Fernsehkanälen entspricht. So entstand besonders unter Initiative von Frankreich das D-2 MAC/Paket, kurz D-2 MAC, das für Kabelsysteme und Satellitenkanäle geeignet ist. Diese Norm stützt sich (für Kabelsysteme) ebenfalls auf die Restseitenbandübertragung ab. Da aber bei der MAC-Übertragung keine Unterträger wie im PAL-System nötig sind, stehen bei 7-MHz-Kabelkanälen 5 MHz bzw. für 8-MHz-Kanäle 6 MHz voll zur Übertragung des MAC-Signals zur Verfügung. Unter Berücksichtigung der Kompressionsfaktoren verbleibt eine effektive Luminanzbandbreite von 3,3 bzw. 4 MHz (Fig. 11).

Verglichen mit PAL, wo ohne Kammfilter eine horizontale Auflösung für die Luminanz von 3,5 MHz übrigbleibt, ist dieser Kompromiss durchaus zu vertreten.

Was den Datenkanal anbelangt, so wurde die vom D-MAC her bekannte

Fig. 11
D2-MAC/Paket-Restseitenbandübertragung
a in 7 MHz-Kabelkanälen
b in 8 MHz-Kabelkanälen



Kenndaten der Tonübertragung bei D2-MAC/Paket Tabelle III

Codierung	Kanalzahl Mono	Tonblocklänge (byte)	Fehlerschutzbits	Pakete/s pro Monokanal	Restkapazität (Pakete/s)[1]
HQI 1 kompandiert (14/10 bit)	4	90	1	500	50
HQL 2 linear (14 bit)	2	90	5	888⅔	272⅔
HQI 2 kompandiert (14/10 bit)	3	120	5	666⅔	50
HQL 1 linear (14 bit)	3	120	5	666⅔	50
MQI 1 kompandiert (14/10 bit)	8	90	1	250	50

[1] inkl. Identifikationspakete

Duobinärcodierung beibehalten. Um aber der reduzierten Bandbreite Rechnung zu tragen, wurde eine Taktfrequenz von 10,125 MHz gewählt. Damit die Kompatibilität mit den Ton- und Datensignalen der C- bzw. D-MAC-Norm gewährleistet werden kann, wird dabei entweder nur der 1. oder der 2. Datenrahmen (mit halber Geschwindigkeit) übertragen. Damit können pro Sekunde nur 2050 Pakete à 91 byte verkraftet werden (Fig. 6b). Hier zeigt sich der Sinn der Aufteilung der verschiedenen Tonkanäle auf 2 Datenrahmen für C- und D-MAC.

Erwartungsgemäss ist die Paketstruktur der Tonkanäle identisch mit dem beschriebenen C-MAC-System. Aufgrund der reduzierten Datenrate wurde aber ein zusätzlicher Tonkanal mit einer Grenzfrequenz von 7 kHz definiert. Damit lässt sich ein Tonkanal mit 3 Qualitätskriterien beschreiben (Tabellen III und IV). Die ersten D-2 MAC-Decoder sollen wahlweise die in Tabelle V angegebenen Tonkanalkombinationen empfangen können.

Die Steuerung der Decoder zur Erkennung der richtigen Kanalkombination erfolgt, wie bereits erwähnt, mit dem BI-Paket. Es bleibt dann dem Zuschauer überlassen, den gewünschten Kanal innerhalb dieser Kombination auszuwählen. Was die Informationen in Zeile 625 anbelangt, so können diese, wie bereits angetönt, ohne Reduktion aus der C- oder D-MAC-Norm übernommen werden. Das D-2-MAC/Paket-System ist von der UER in [3] spezifiziert worden.

Um den Empfang von D-2 MAC über Direktsatelliten und Kabelanlagen ohne Umcodierung zu ermöglichen, ist die D-2-MAC-Norm auch für FM-Modulation zur Übertragung über Rundfunk- und Telekommunikationssatelliten angepasst worden. Im Gegensatz zu C-MAC werden die Daten- und Tonkanäle in Duobinärcodierung mit einer Taktfrequenz von 10,125 MHz und Basisbandmodulation übertragen. Die entsprechende Spezifikation ist in [3] enthalten.

Qualitätskriterien Tabelle IV

1. *Grenzfrequenz*
   - HQ hohe Qualität, 15 kHz Grenzfrequenz
   - MQ mittlere Qualität, 7 kHz Grenzfrequenz
2. *Codierungsverfahren*
   - L lineare Codierung (14 bit)
   - I kompandierte Codierung (14/10 bit)
3. *Schutzfaktor*
   - 1 1 Paritätsbit pro Abtastwert
   - 2 5 Fehlerschutzbits pro Abtastwert (Hamming Code)

Mögliche Tonkanalkombinationen der D2-MAC-Decoder Tabelle V

2 × HQL 2	(Stereo oder 2 × Mono)
1 × MQI 1	
oder	
3 × HQL 1	(wovon 2 Kanäle Mono oder Stereo)
oder	
3 × HQI 2	(wovon 2 Kanäle Mono oder Stereo)
oder	
4 × HQI 1	(wovon 2 Kanäle Mono oder Stereo)
oder	
8 × MQI 1	(nur für Kommentar geeignet)

Selbstverständlich kennt die MAC-Norm auch andere Dienste wie z. B. VPS (Video Programm System) oder Teletext. Diese können innerhalb der normalen Paketübertragung durch Ausnutzung von Restkapazität oder unter Verzicht auf einen oder mehrere Tonkanäle übertragen werden. Würde man z. B. beim D-2 MAC *einen* hochqualitativen Tonkanal (HQL 2) à 667 kbit/s nutzen, so würde für Teletext eine Restkapazität von 873 kbit/s übrigbleiben, was die Übertragung von etwa 200 Tafeln pro Sekunde erlauben würde. Zur Sicherstellung der Kompatibilität mit heutigen Teletextdiensten will man allerdings in einer ersten Übergangszeit bis zu 10 freie Zeilen in der vertikalen Austastlücke für unpaketierte Dienste reservieren.

5. Weiterentwicklung der MAC-Norm

Dass die MAC-Familie noch entwicklungsfähig ist, soll anhand folgender Beispiele gezeigt werden. Zurzeit wird geprüft, ob für Schmalbandverbindungen (7- oder 8-MHz-Kanäle) der Kompressionsfaktor für die Luminanz auf 5:4 bzw. für die Chrominanz auf 5:1 verändert werden könnte, um die Horizontalauflösung von 3,4 MHz auf 4,1 MHz zu verbessern.

Andere Bemühungen gehen von einer Veränderung des heutigen Bildseitenverhältnisses von 4:3 aus. Ein Vorschlag setzt ein Verhältnis von 4,73:3 voraus und bringt die zusätzliche Luminanz neben dem reduzierten Datenkanal in der H-Lücke unter, die Chrominanz in den ungenutzten Zeilen der V-Lücke. Es wird auch unter dem Namen E-MAC beschrieben. Der zweite Vorschlag geht von einem Seitenverhältnis von 5,33:3 (wie das Format von High-Definition TV) aus, wobei dies durch Ändern der Bandbreite der komprimierten Videosignale bewerkstelligt wird. So könnten mit 11,2 MHz (anstatt 8,4 MHz bei C-MAC) die gestellten Forderungen erfüllt werden, was der obersten Übertragungskapazität eines 27-MHZ-Satellitenkanals entsprechen würde.

Schliesslich sei auch noch die Bildverschlüsselung angesprochen. Zwei Verfahren stehen zur Diskussion, die «Single-Cut Line Rotation» und die «Double-Cut Component Rotation». Das zweite System bietet einen höheren Schutz gegen Piraterie, stellt aber höhere Anforderungen an den Übertragungsweg.

6. Einführung der MAC-Übertragung

Ab wann soll nun das MAC-Signal praktisch genutzt werden, und ab wann sind welche Empfänger auf dem Markt käuflich? Bekanntlich haben Deutschland und Frankreich vereinbart, mit dem Start der Rundfunksatelliten TV-SAT bzw. TDF 1 von Anfang an D-2 MAC einzusetzen. Entsprechende Testsignale können heute schon über den Telekommunikationssatelliten ECS-1 ausserhalb der offiziellen Sendezeiten des 3-Sat-Programms empfangen werden.

Die Empfängerindustrie versucht ihrerseits auf den Inbetriebnahmetermin der Satelliten, voraussichtlich Mitte 1987, genügend Decoder bereitzustellen. Die Firma Intermetall hat bereits erste integrierte Bausteine im Test. Allerdings können noch nicht alle Optionen von D-2 MAC genutzt werden. So kann das BI-Paket nicht ausgewertet und die Zeile 625 nur zwischengespeichert werden. Desgleichen kann Teletext oder VPS nur über konventionelle Signale in der vertikalen Austastlücke übertragen werden. Was die Empfänger selbst anbelangt, so konzentriert man sich auf Satellitentuner für den Direktempfang mit FM-Demodulator und D-2 MAC-Decoder, um bestehende Empfänger über den Universalstecker mit RGB und Audio anspeisen zu können. Selbstverständlich sollen in neuen Fernsehgeräten Satellitentuner, FM-Demodulator und D-2 MAC-Decoder integriert werden (Fig. 12). Die Mehrkosten gegenüber der konventionellen PAL-Technik mit Satellitentuner könnten sich, zumindest anfänglich, zwischen 300 und 500 Fr. bewegen.

In Kabelanlagen wird man in einer ersten Phase an der Kopfstation das D-2 MAC-Signal in ein konventionelles PAL-Signal umsetzen. Kompatibilitätsgründe stehen dabei im Vordergrund. Etwas besser sieht die Situation in SECAM-Netzen aus, wo das D-2 MAC-Signal nach dem heutigen SECAM-Demodulator über dem Peritelstecker einem externen D-2 MAC-Decoder zugeführt werden kann. Die erzeugten RGB- und Audiosignale können dann über den gleichen Universalstecker wieder dem Empfänger zugeführt werden. Ganz allgemein muss dazu noch bemerkt werden, dass sich zurzeit Frankreich überlegt, ob das D-2 MAC-Signal nicht auch über terrestrische Sender verteilt werden könnte, um das unbefriedigende SECAM-Verfahren abzulösen.

Was die C-MAC-Norm anbelangt, die besonders von der UER und den nordeuropäischen Ländern unterstützt wird, könnte erstmals 1987 auf dem Versuchssatelliten der ESA für das Programm «Europa TV» (früheres Olympus-Projekt) eine erste Ausstrahlung erfolgen. Inwieweit es bis zu diesem Zeitpunkt kombinierte C-MAC/D-2 MAC-Empfänger bzw. -Decoder geben wird, ist noch sehr ungewiss. Schade ist nur, dass man sich in Europa wieder einmal nicht für *eine* Norm entscheiden konnte, denn streng genommen sind die Mitglieder dieser MAC-Familie untereinander kaum kompatibel.

Weltweit ist die Situation noch konfuser, indem sich besonders Kanada und Australien, neuerdings auch die USA, für das B-MAC einsetzen, eine verwandte, aber nicht kompatible Norm. Japan seinerseits möchte am liebsten diese MAC-Ära überspringen und baldmöglichst HDTV einführen. So hat dieses Land beschlossen, ab 1989 mit dem Start des SB-3-Satelliten eine eigene HDTV-Norm, das «MUSE», einzuführen.

Die weltweite einheitliche TV-Norm, wie sie besonders die Industrie sich wünscht, bleibt also noch über Jahre ein Traum. Pessimisten wagen sogar zu behaupten, dass die MAC-Norm kaum in der Lage sein wird, PAL und SECAM zu verdrängen. Das letzte Wort in diesem Kampf dürfte wahrscheinlich der Empfängermarkt und damit der Zuschauer haben.

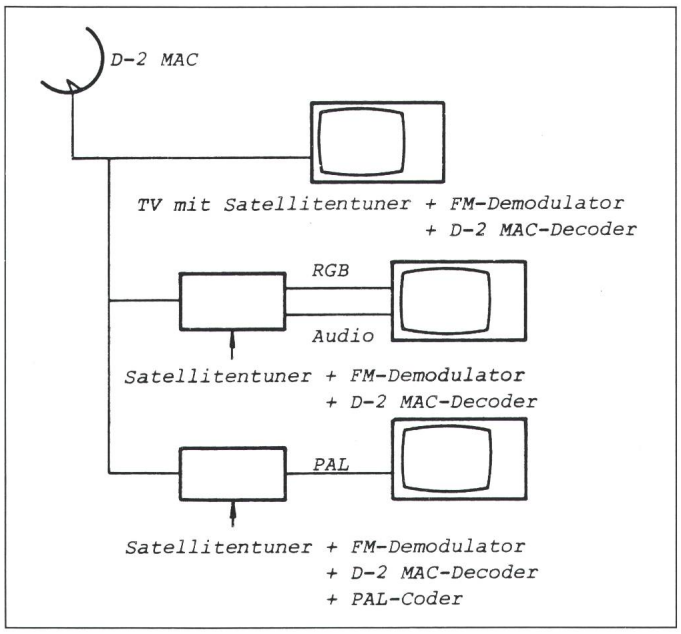


Fig. 12
Mögliche Direkt-Empfangskonfigurationen für D2-MAC

Literatur

[1] Television standards for the broadcasting service specification of the C-MAC/Packet System. Doc SPB 284. Geneva, European Broadcasting Union (EBU), February 1985.

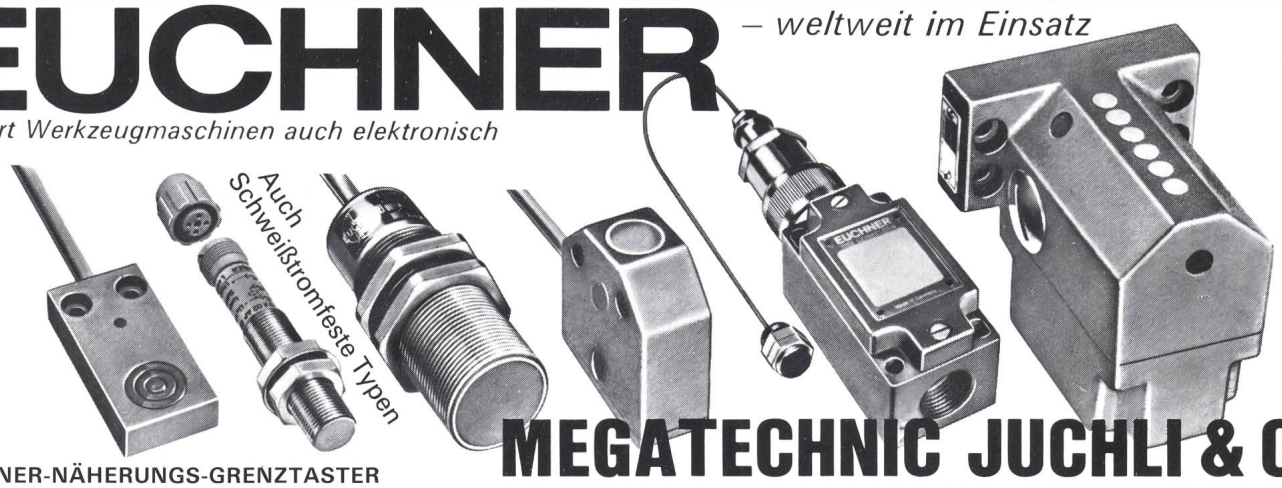
[2] Specification of the D-MAC/Packet and D-2 MAC/Packet System. Doc SPB 352, Geneva, European Broadcasting Union (EBU), February 1985.

[3] Frequency modulation parameters of the D-2 MAC/Packet System for DBS. Doc SPB 368. Geneva, European Broadcasting Union (EBU), April 1985.

EUCHNER – weltweit im Einsatz

steuert Werkzeugmaschinen auch elektronisch

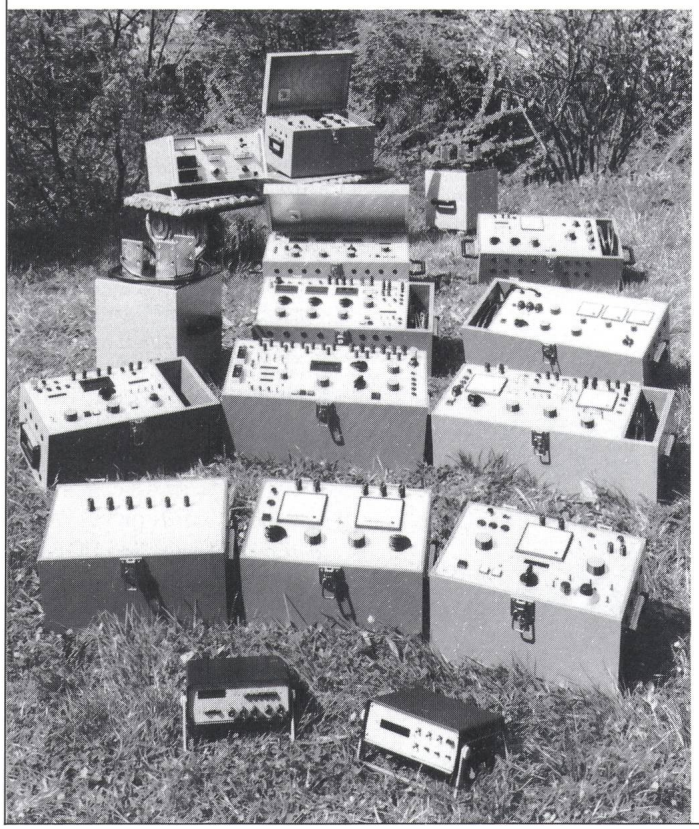
– EURO-NORM –



EUCHNER-NÄHERUNGS-GRENZTASTER
Bitte verlangen Sie die Unterlagen.

MEGATECHNIC JUCHLI & CIE.
8006 Zürich Tel. 01/361 32 88 Telex 58299 Beckenhofstr. 70

Appareils d'essais - Prüfgeräte



Überwachen Sie die Zuverlässigkeit Ihrer Schutzrelais durch regelmässige Kontrolle mit unseren

Ein- und Dreiphasen-Geräten

Strom (0–50 A / 2400 A bis 100 VA) und Spannung, Phasenverschiebung einstellbar.

Nehmen Sie mit uns Kontakt auf

Garantissez la fiabilité de vos relais de protection en les contrôlant régulièrement avec nos

générateurs mono- et triphasés

de courant (0–50 A / 2400 A jusqu'à 100 VA) et de tension avec déphasage réglable.

Contactez-nous

costronic sa
CH - 1028 PRÉVERENGES

Telefon 021 71 08 11, Télex 458 121

Exkl. Vertretung von I.S.A. Milano für die Schweiz und Liechtenstein

Weidmüller

45/A

Problemloses Schneiden selbst auf engstem Raum

Kabelschneider KT 45 für grosse Durchmesser bis 45 mm

- Für Kupfer- und Aluminiumkabel mit unterschiedlichem Aufbau bis 45 mm ∅
- Patentiertes Antriebssystem
- Speziell geformtes bewegliches Messer
- Kurze Baulänge von nur 230 mm
- Geringes Eigengewicht von ca. 900 g
- Handkraft von nur max. 250 N erforderlich

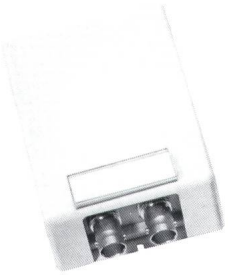
Carl Geisser + Co
Industriestr. 7 · CH-8117 Fällanden · 01 825 11 61

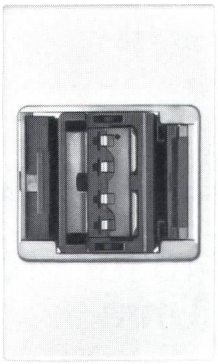
Mit Installationstechnik sind wir bekannt geworden.

Mit Elektronik sind wir weiter gewachsen.

Mit technischem Fernsehen sind wir gross im Kommen.

Anschlusssysteme von R+M: Damit Sie auch bei Computer-Installationen Improvisation durch Organisation ersetzen können.





Büro- oder Arbeitsplatz-Wechsel. Kapazität-Ausweitung. Umorganisation. Änderung oder Ausbau der Computer-Anlage.

Alles arbeits- und kostenintensive Vorgänge, welche vielfach für die Verkabelung der neuen Kommunikationsnetze grosse Probleme ergeben und teilweise sogar gewisse Wünsche zu Wunschträumen werden lassen. Dies muss nicht sein.

Vor allem dann nicht, wenn man von Anfang an das professionelle R+M-Anschluss-System installiert, das eine grosse Flexibilität für zukünftige Änderungen verleiht und damit eine Anpassung an alle kommenden Aufgaben zum Kinderspiel werden lässt.

Für die Verwendung von R+M-Anschlusskomponenten ist es nie zu früh – und ebensowenig je zu spät. Am besten rufen Sie uns gleich einmal an:

01/931 81 11

Unsere Spezialisten freuen sich darauf, Ihnen zu zeigen, wie man vorprogrammierten Ärger in Zukunft vermeidet.

Reichle+De-Massari AG
Binzstrasse 31
CH-8622 Wetzikon
Telefon 01/931 81 11

Reichle De-Massari
Elektro- und Kommunikationstechnik

WYSS+GLOOR