

Inhalt

1 Überblick.....	3
1.1 Einführung	3
1.2 MADI-Architektur	5
2 MADI Router.....	6
2.1 Allgemeiner Aufbau	6
2.2 Periphere Bausteine	6
2.2.1 Analog/Digital-Wandler DS-D C4AD	6
2.2.2 AES/EBU-Eingangskarte DS-D AESI	8
2.2.3 Multiplexer-Karte DS-D MAD0	8
2.2.4 Demultiplexer-Karte DS-D MADI	8
2.2.5 AES/EBU-Ausgangskarte DS-D AESO	9
2.2.6 Digital/Analog-Wandler DS-D C4DA	10
2.3 Das DS-P-System.....	10
2.4 Kapazitätsbetrachtungen beim MADI Router.....	12
2.5 Das DS-MC-Master Clock-System	12
2.6 Zukünftige Entwicklungen	13
2.7 Einbau in 19"-Schränke	13
3 Kontrollsystem des MADI Routers	14
3.1 Generelle Architektur.....	14
3.2 TRESOR-LAN (TDF-Lizenz)	14
3.3 Bedienplätze	15
3.4 Kontrolleinheit UG (Unité de gestion).....	16
3.5 Kreuzschienen-Darstellung, Zugriff auf Koppelpunkte	16
3.6 Spezielle Funktionen	17
3.6.1 CS-Range Product Functions	17
3.6.2 Mono > Stereo	17
3.6.3 Handhabung der Rückwege	17
3.6.4 Signalaufbereitung	18
3.6.5 Automatische Ablaufsteuerung.....	18
3.6.6 Signalisation	18
4 Betriebssicherheit.....	19
4.1 Generelles	19
4.2 Sicherheitsmechanismen	19
4.2.1 Periphere Bausteine	19
4.2.2 Optische oder koaxiale Verbindung	19
4.2.3 MADI Router	19
4.2.4 Kontrolleinheit UG	20
4.2.5 TRESOR-LAN	20
4.2.6 Bedienplätze	20

4.3	Vorbeugende Sicherheitsmassnahmen	20
4.3.1	Aufteilung auf verschiedene DS-P-Chassis	20
4.3.2	Umgehungs-Kreuzschiene (Havarie)	20
4.3.3	Patch-Panel	20
4.4	Sicherheitsmechanismus im MCR-Kontrollsystem	21
4.5	Fehlerermittlung und -anzeige	21
4.5.1	Kontrolle von Netzfehlern	22
5	Software	23
5.1	CS-Range II-Kontrollsoftware	23
5.2	CS-Range-Ablaufsteuerung	23
6	Engineering	24
6.1	Engineering und Planung	24
6.2	Installation	24
6.3	Inbetriebnahme	24
6.4	Schulung	24
7	Anwendungsbeispiele	25
7.1	Subsysteme	25
7.2	Die kompakte MADI-Serie	26
7.3	Technische Daten	28

1 Überblick

1.1 Einführung

Das digitale Koppelfeld unter dem Namen „MADI Router“ basiert auf dem MADI-Standard (Multichannel Audio Digital Interface), der von der AES normiert wurde. Diese Norm stellt eine Abwandlung des Industriestandards FDDI (Fibre Distributed Digital Interface) dar, welcher in der Computertechnik bei einer Transferrate von 125 MBit/s für optische Übertragungen bis etwa 2000 m und für Koaxialkabelübertragungen bis ca 200 m eingesetzt wird. Auf einer MADI-Strecke können bis 56 Audiosignale mit 24 Bits Auflösung und 48 kHz Samplingrate in Echtzeit übertragen werden. Zusätzlich kann jeder Kanal auch Zusatzinformationen, wie Signalnamen und weitere Kenn- und Steuerdaten, übermitteln.

Der MADI Router stellt ein zentrales Koppelfeld dar, das MADI-Signale empfängt, die MADI-Pakete entflacht, diese neu bündelt und den Anwendern zuführt.

Das MADI Router-System besteht im weiteren aus den peripheren Baugruppen, mit deren Hilfe die einzelnen analogen oder digitalen Quellen gewandelt und zu MADI-Signalen gebündelt werden.

Die Steuerung des Systems erfolgt über PC-Arbeitsstationen, welche durch das vielfach erprobte und äusserst betriebssichere TRESOR-LAN-Netz untereinander und mit dem Router verbunden sind.

Als Bedieneroberfläche wird das auf MS-DOS/Windows basierende Softwarepaket CS-RANGE II mitgeliefert. Die modulare Software erlaubt eine sehr flexible Konfiguration und damit ein weitgehendes Eingehen auf kundenspezifische Vorgaben.

Als Option kann ein komfortables Verwaltungssystem für die zeitgesteuerte Schaltung der Koppelpunkte (Time Scheduling) geliefert werden.

Aufbau und Eigenschaften des hier vorgestellten MADI Router-Systems resultieren aus einer engen Zusammenarbeit von STUDER DIGITEC mit ihren Kunden. Deren Wünsche und Anforderungen sind direkt in die Entwicklung der Produkte eingeflossen. Das Ziel war die Entwicklung einer flexiblen, zukunfts- und betriebssicheren Audio-Architektur mit einer einfach zu bedienenden Benutzeroberfläche.

Zukunftssicherheit

Durch den Einsatz des von der AES vorgeschlagenen und normierten MADI-Übertragungsprotokolls ist nicht nur eine hervorragende Audio-Übertragungsqualität gegeben, sondern auch das Einbinden von Kenn- und Steuerdaten im zukünftigen DAB sichergestellt.

Betriebssicherheit

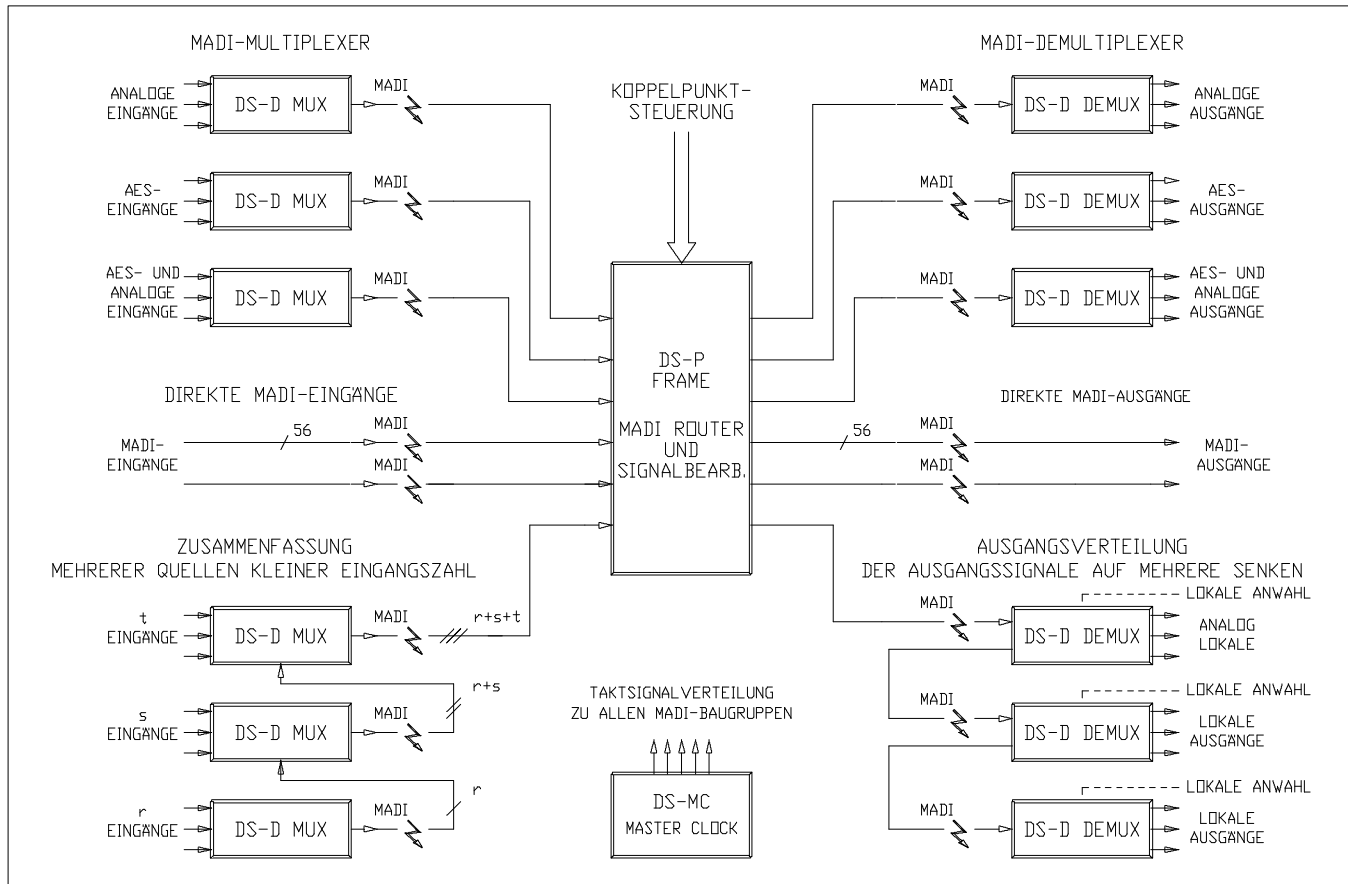
Das System muss kontinuierlich ohne jede Unterbrechung arbeiten. Es ist so konzipiert, dass auch beim Ausfall einzelner Komponenten ein Ausfall des Gesamtsystems verhindert wird. Das System arbeitet dann mit entsprechenden Einschränkungen weiter.

Bedienung

Die rechnergestützte Bedienung soll die Benutzung erleichtern und neue Funktionen ermöglichen, ohne dass der Nutzer durch den Computer verwirrt wird, der zwischen ihm und der Anlage steht.

Flexibilität

Für die Anpassung an neue Anforderungen und die Implementierung von neuen Funktionen und automatisierten Abläufen ist das System modular und sehr flexibel ausgelegt.



Prinzipschaltung des MADI Routers

1.2 MADI-Architektur

Ein aktuelles Problem der Rundfunkanstalten ist die Vermischung analoger und digitaler Geräte und Quellen in jedem Produktionszweig. Eine wichtige Anforderung an ein zukunftssicheres Kreuzschienensystem ist daher der uneingeschränkte Einsatz für beide Übertragungsverfahren, wobei jederzeit ein Wechsel der Verfahren bis zur volldigitalen Lösung möglich sein muss.

Zur Lösung dieses Problems wurden verschiedentlich Hybrid-Lösungen vorgeschlagen, die mit Kombinationen von analogen und asynchronen digitalen Kreuzschienen arbeiten. Diese Lösungsansätze führen zu einer hohen Komplexität bei Hard- und Software, sowohl beim Übergang von einem Übertragungsverfahren zum anderen, wie auch beim Trennen und Zusammenfügen der einzelnen Audio-komponenten einer AES/EBU-Verbindung.

Wir sind davon überzeugt, dass nur eine rein digitale, synchrone und auf einem Zeitmultiplex-Verfahren beruhende Lösung alle Ansprüche unserer Kunden abdecken kann.

Das von der AES vorgeschlagene und normierte MADI-Protokoll, welches die gleichzeitige Übertragung von bis zu 56 Kanälen auf einer koaxialen oder optischen Verbindung erlaubt, bietet sich heute als optimales Grundnetz zur Signalverteilung in einem Rundfunkhaus an.

Die Durchschaltung der einzelnen Audiokanäle erfolgt dabei im MADI Router, welcher im Sternpunkt des hausübergreifenden MADI-Netzes aufgebaut ist.

An der Peripherie des Netzes - in den Regien, dem Postübergaberaum oder weiteren Arbeitsplätzen - erfolgt die Umsetzung analoger in digitale Signale und das Multiplexen (bündeln) resp. Demultiplexen (aufsplitten) der anfallenden digitalen Signale. Da digitale Mischpulte oft mit MADI-Ein- und -Ausgängen ausgerüstet sind, erübrigt sich an diesen Stellen jegliche Wandlung oder Anpassung, was zu beträchtlichen Einsparungen bei den Anlagenkosten führen kann.

Die Erneuerung des ganzen Hauptschaltraums, aber auch nur eine Teilerneuerung ist dabei ohne wesentliche Eingriffe in die einzelnen Produktions- und Abwicklungs-regien möglich, da die Übergänge zu den Quellen und Senken völlig kompatibel gehalten werden können.

Wird der MADI Router mit mehr als der nur zur Vermittlung notwendigen Rechnerleistung versehen, können in der Kreuzschiene gleichzeitig noch signalbearbeitende Funktionen wie z.B. mono-kompatible Summenbildung, Filter oder Dynamikbearbeitung vorgenommen werden, die sich beliebigen Ein- und Ausgängen zuordnen lassen.

2 MADI Router

2.1 Allgemeiner Aufbau

Das zentrale Routingsystem basiert auf dem Zeitmultiplex-Verfahren. Ein- und Ausgänge des zentralen MADI Routers sind optische MADI-Verbindungen.

An der Peripherie, nahe an den Quellen und Senken, das heisst meist in den Regien und im Post-Übergaberaum, werden die anfallenden analogen und digitalen Signale ins MADI-Format gewandelt und an die optische Verbindung angepasst.

Ein- und Ausgänge können dabei analog, digital (AES/EBU) oder MADI sein. In den peripheren Einheiten (Multiplexer und Demultiplexer) sind beliebige digitale und analoge Kombinationen möglich. Dies erlaubt ein modulares und mitwachsendes System.

Digitale Studios und Mehrkanal-Übertragungen können direkt auf MADI-Ebene verbunden werden.

Die Einbindung von automatischen Sendeabwicklungen mit Aufteilung von zentralen Quellen auf verschiedene Programme ist sehr einfach realisierbar.

2.2 Periphere Bausteine

STUDER DIGITEC hat eine neue, kompakte und modulare Wandlerlinie konstruiert. Sechs unterschiedliche 3-HE-Baugruppen in Europakarten-Grösse stehen zur Wandlung des analogen Audiosignals und zur Anpassung der digitalen AES/EBU-Schnittstelle an das MADI-Multichannel-Übertragungsformat zur Verfügung.

In einem 19"-3HE-Gehäuse finden bis zu 14 Analogwandlerkarten (zu je vier Kanälen) oder AES/EBU-Interfacebaugruppen (mit je zwei Stereo-Kanälen) und ein MADI-Interface Platz, so dass mit einem Baugruppenträger die Kapazität von 56 Kanälen ausgeschöpft werden kann.

Bei geringerer Belegung können auch eine MADI-Eingangskarte, eine MADI-Ausgangskarte und je sieben Eingangs- und Ausgangs-Interfaces in einem Gehäuse untergebracht werden, was die Übertragung von 28 Ein- und 28 Ausgängen über zwei optische Verbindungen erlaubt.

Eine Serieschaltung von zwei solchen Multiplexern/Demultiplexern zur Nutzung der vollen Kapazität ist ebenso möglich wie die Parallelschaltung von zwei Demultiplexern, wenn dieselben Informationen an zwei verschiedene Orte verteilt werden müssen.

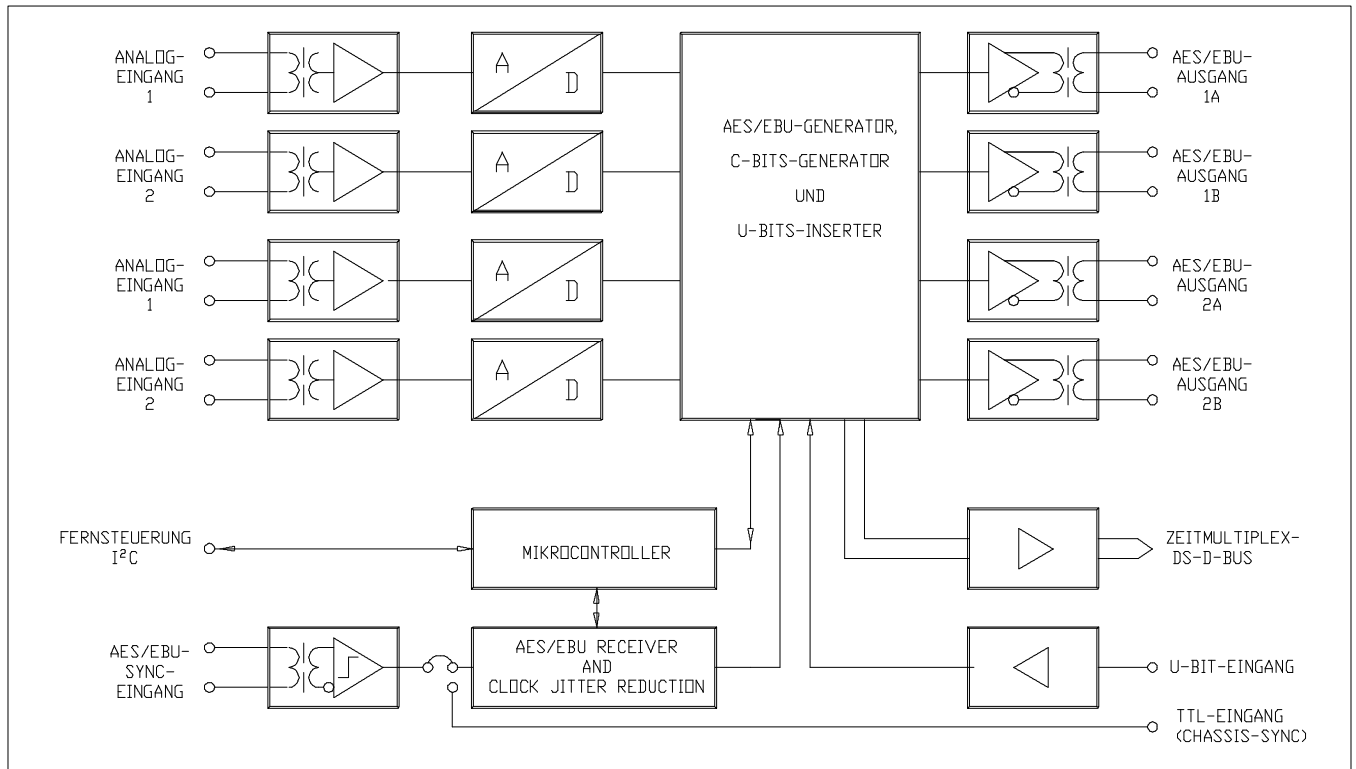
2.2.1 Analog/Digital-Wandler DS-D C4AD

Die Baugruppe DS-D C4AD wandelt vier analoge Mono- oder zwei Stereo-Eingangssignale mit 18 Bits Genauigkeit und speist damit den im Kartenträger integrierten Zeitmultiplex-Bus (DS-D-Bus). Die Baugruppe ist zusätzlich mit vier digitalen Ausgängen ausgerüstet, an denen die gewandelten Signale, getrennt vom MADI-Datenfluss, im AES/EBU-Format zur Verfügung stehen. Ein Jumper bestimmt dabei den Default-Modus. Je nach dessen Stellung werden an den vier AES/EBU-Ausgängen vier Monosignale oder zwei jeweils auf zwei Ausgängen parallel anliegende Stereo-Ausgänge aufgeschaltet. Der Mono/Stereo-Modus kann über den Fernsteuereingang auch von aussen, für jedes Ausgangspaar getrennt, gesteuert werden.

Diese Steuerung, wie auch die Eingabe der Statusinformationen, welche in den C-Bits der MADI-Verbindung abgelegt werden, erfolgt über einen seriellen I²C-Bus. Dieser Bus wird in der MUX-/DEMUX-Karte auf eine von aussen zugängliche RS485-Schnittstelle gewandelt.

Über diesen Anschluss können die in den C-Bits vorgesehenen Informationen, wie Emphasis, alphanumerische Herkunfts- und Zielkennung, Mono/Stereo-Information usw. ausgelesen und eingegeben werden.

Die im MADI- und AES/EBU-Format vorgesehenen U-Bits können über einen getrennten Eingang angesprochen werden. Dies erfordert allerdings ein spezielles Interface, welches in Zukunft als Option geliefert werden kann.



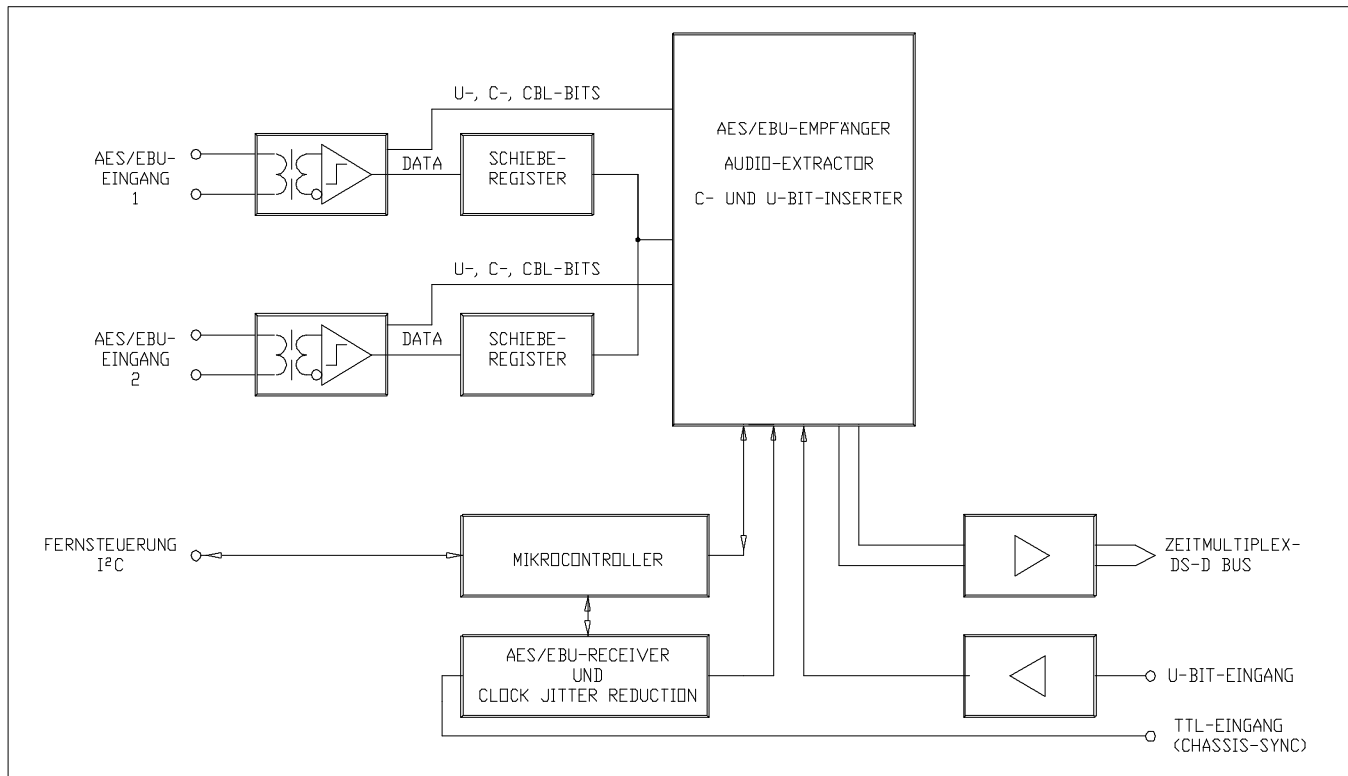
Blockschaltbild DS-D C4AD

2.2.2 AES/EBU-Eingangskarte DS-D AESI

Für digitale Signale im AES/EBU-Format wird die Baugruppe DS-D AESI eingesetzt. Sie bildet das Interface zwischen zwei (Stereo-) AES/EBU-Signalen und dem DS-D-Zeitmultiplex-Bus.

Auch diese Karte kann über den I²C-Bus angesprochen werden, um auf diesem Weg z.B. die C-Bit-Information des Eingangskanals zu lesen oder durch neue Daten zu ersetzen.

Im Defaultfall werden die über AES/EBU ankommenden Daten unverändert in die MADI-Daten übernommen.



Blockschaltbild DS-D AESI

2.2.3 Multiplexer-Karte DS-D MADO

Die Baugruppe DS-D MADO setzt schliesslich die maximal 56 am DS-D-Bus anliegenden, gemultiplexten Signale in das MADI-Format um und sendet sie über eine optische oder eine koaxiale Schnittstelle zum MADI Router.

An der Multiplexerkarte wird normalerweise auch der vom Hauptschalttraum kommende zentrale Synchronisationstakt übernommen und allen Wandlerkarten über den Clock-Bus zugeführt.

Alle Fernsteuerinformationen auf dem I²C-Bus werden hier ausgewertet oder beeinflusst und über das eingebaute RS485-Interface nach aussen übertragen.

2.2.4 Demultiplexer-Karte DS-D MADI

Den umgekehrten Weg, nämlich die Wandlung des optischen oder koaxialen Signals auf den DS-D-Bus, übernimmt die DS-D MADI-Karte. In ihr werden die über die optische MADI-Verbindung empfangenen 56 Frames mit je 32 Bits (Audio-Daten, V-, U-, C- und P-Bits) auf den DS-D-Bus umgesetzt.

Synchronisationstakt und Fernsteuerinformationen werden gleich behandelt wie in der DS-D MADO-Baugruppe.

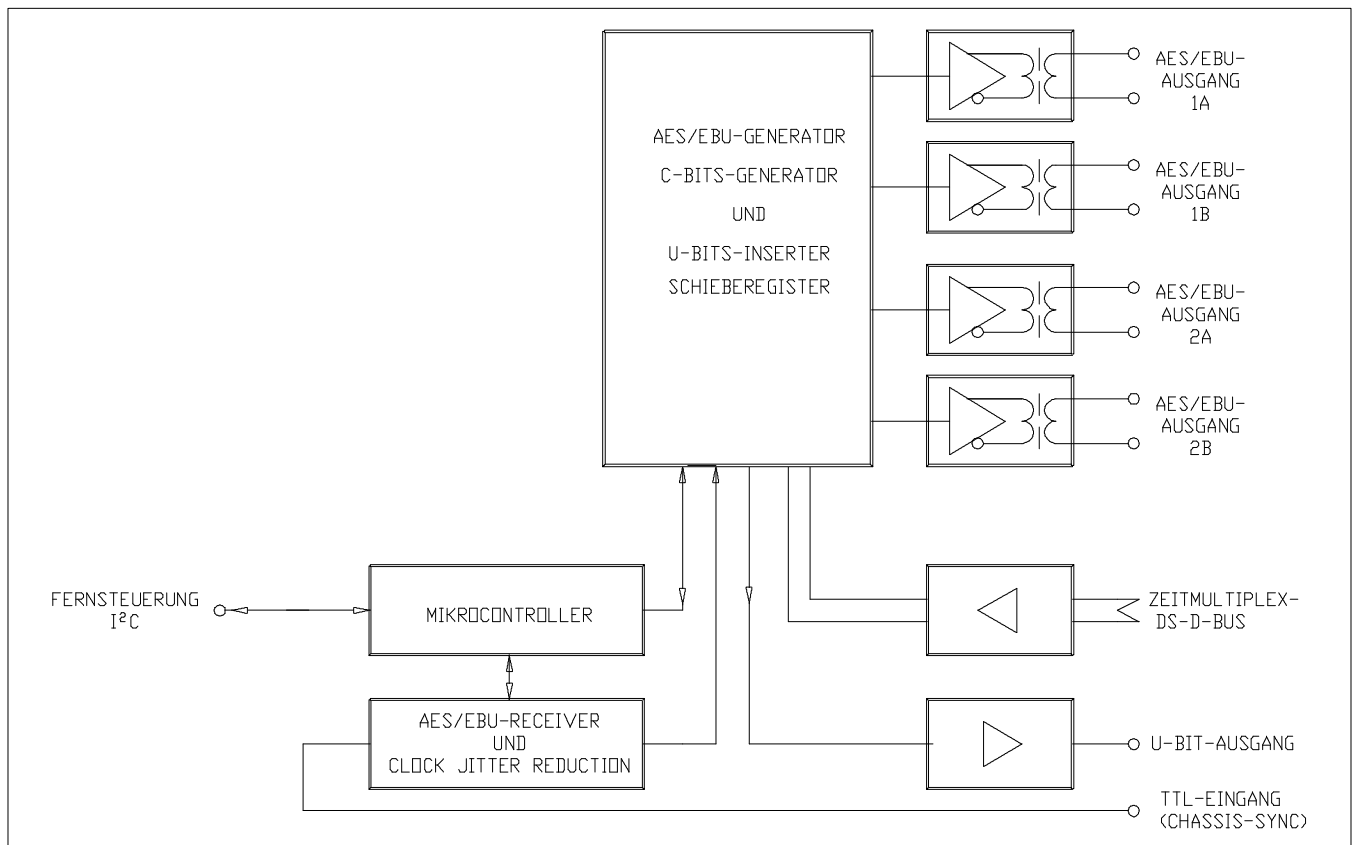
2.2.5 AES/EBU-Ausgangskarte DS-D AESO

Die Übergabe von vier Kanalinformationen des DS-D-Busses auf zwei resp. vier AES/EBU-Ausgänge wird durch die Baugruppe DS-D AESO sichergestellt.

Ein Jumper bestimmt dabei den Default-Modus. Je nach seiner Stellung werden an den vier AES/EBU-Ausgängen vier Monosignale oder zwei auf je zwei Ausgängen parallel anliegende Stereo-Signale aufgeschaltet. Der Mono/Stereo-Modus kann über den Fernsteuereingang auch von aussen, für jedes Ausgangspaar getrennt, gesteuert werden.

Über den selben seriellen I²C-Bus können auch Preemphasis, alphanumerische Kanal-Labels und weitere im AES/EBU-Protokoll vorgesehene Kenn- und Steuerbits eingegeben werden.

Die im MADI- und AES/EBU-Format vorgesehenen U-Bits können an einem getrennten Ausgang abgegriffen werden. Dies erfordert allerdings ein spezielles Interface, welches in Zukunft als Option geliefert werden kann.

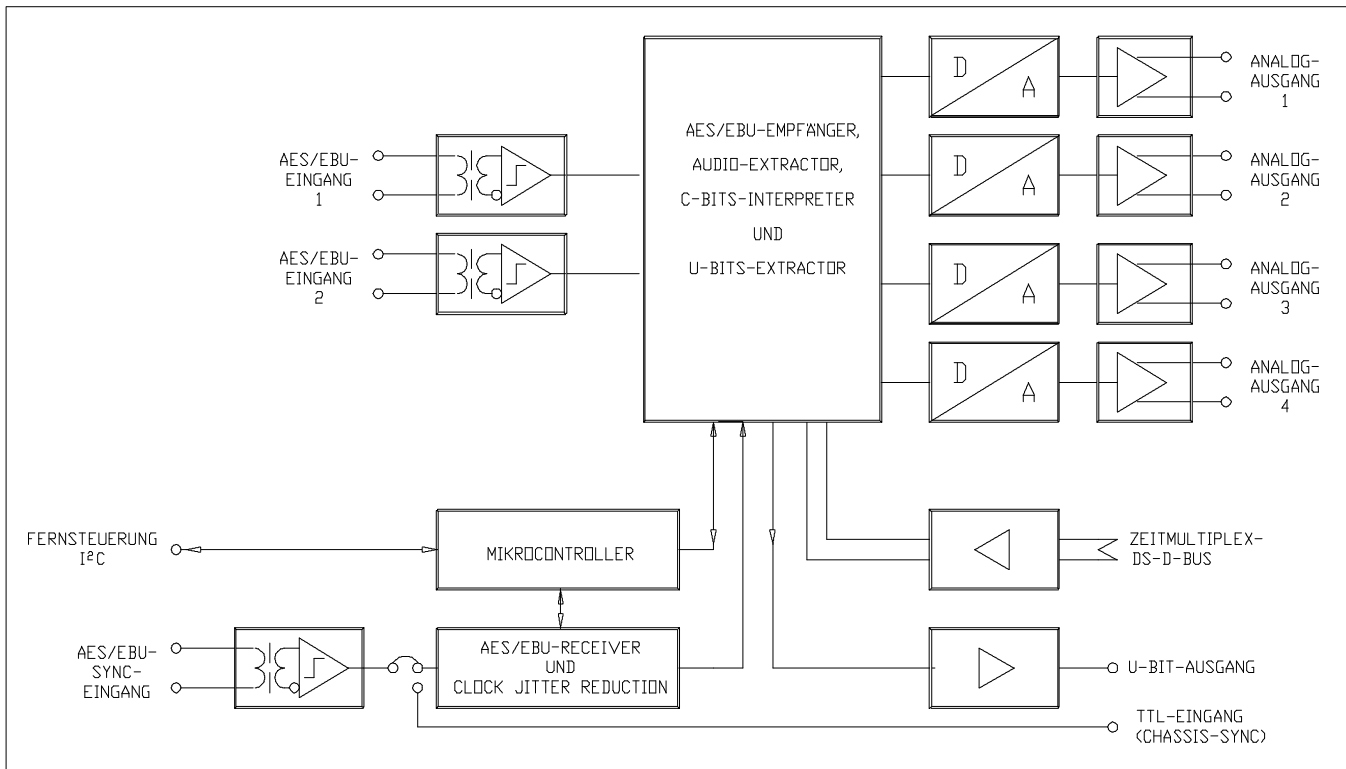


Blockschaltbild DS-D AESO

2.2.6 Digital/Analog-Wandler DS-D C4DA

Die Wandlung von vier digitalen Kanälen in vier analoge Mono- resp. in zwei Stereo-Kanäle übernimmt die Karte DS-D C4DA. Die zu wandelnden Audio-Informationen können dabei vom DS-D-Bus stammen oder aber über die zwei ebenfalls vorhandenen AES/EBU-Eingänge eingespeist werden. Vier 20-Bit-Konverter übernehmen die eigentliche Wandlung.

Auch diese Karte kann über den I²C-Bus angesprochen werden und besitzt einen Ausgang für die User-Bits.



Blockschaltbild DS-D C4DA

Analoge und digitale Eingangs- und Ausgangskarten sind ohne weitere Änderungen austauschbar.

2.3 Das DS-P-System

Der zentrale MADI Router, in dem die eigentlichen Koppelfeldfunktionen ausgeführt werden und in dem auch digitale Signalverarbeitung vorgenommen werden kann, ist im DS-P-System implementiert. Das gleiche System, mit identischen Baugruppen, dient auch in den digitalen Mischpulten der Serien D940 und D941 zur Signalvermittlung und -verarbeitung. Das System basiert auf modernsten 56-Bit-Digital-Signalprozessoren. Interne Übertragungen werden mit Busbreiten von 32 oder 24 Bits ausgeführt.

Damit eine hohe Zuverlässigkeit der Geräte erreicht wird, wurden folgende Vorkehrungen getroffen:

- ☐ Es werden Standard VME-Motherboards benutzt
- ☐ Auf jeder Baugruppe wird ein Einschalt-Selbsttest durchgeführt
- ☐ Vor jeder Übertragung prüft der Computer die Gültigkeit der Übertragungsbusse
- ☐ Geringer Stromverbrauch und die Verwendung modernster Technologie bewirkt eine geringe Erwärmung und damit eine höhere Lebensdauer

Im MADI Router werden folgende Module eingesetzt:

DS-P-Gehäuse Das DS-P-Gehäuse enthält bis 16 Steuer-, MADI- und Prozessorbaugruppen in Europakarten-Format (9 Höheneinheiten).

Mehrere Gehäuse werden miteinander verkoppelt, wenn die Anzahl der Ein- und Ausgänge oder die benötigte Prozessorkapazität dies erfordert.

Der Austausch von Audiodaten mit den Eingangs-MUX- und Ausgangs-DEMUX-Gehäusen findet über optische oder koaxiale MADI-Interfaces statt. Selbstverständlich können auch andere Geräte mit MADI-Anschluss, wie Mischpulte oder Mehrkanal-Aufnahmegeräte direkt an den DS-P-Einschub angeschlossen werden.

Die DSP-Gehäuse (maximal 16) sind zur Übertragung von Koeffizientenmanipulations- oder Schaltkommandos, Software-Downloading und zur Ferndiagnose an die DS-P-Kontrolleinheit angeschlossen.

Wenn es die Anwendung erfordert, sind die DSP-Gehäuse zusätzlich als Daisy-Chain-Konfiguration über Bus-Interfaces verbunden, welche die Sammelschienen („Summation“-Bus) bilden.

MADISONI-Karte Die MADISONI-Karte kann zwei unabhängige MADI-Signale über optische oder koaxiale Verbindungen empfangen. Die 56 Kanäle, die in jedem MADI-Signal enthalten sind, werden entflochten und bei Bedarf einzeln auf einen der 256 Zeitschlitze des gehäuseinternen Zeitmultiplexbus aufgeschaltet.

MADISONO-Karte Den umgekehrten Weg, nämlich die Auswahl aus den 256 am Zeitmultiplexbus anliegenden Signalen und die erneute Bündelung zu zwei unabhängigen MADI-Ausgangskanälen, besorgt die MADISONO-Karte. Auch hier können optische oder koaxiale Leitungen angeschlossen werden.

PAP+-Karte Zur eigentlichen Signalbearbeitung werden Prozessorkarten der Typen PAP und PAP+ eingesetzt. In den Prozessorkarten werden virtuelle Bearbeitungsblöcke wie Filter, Entzerrer, Summierer oder Dynamikeinheiten vordefiniert und bei Bedarf in beliebige Kanäle eingeschleift. Die Blockparameter lassen sich an den Steuer-PCs beeinflussen.
Die Rechenleistung einer Prozessorkarte PAP+ erreicht über im maximalen Ausbau 54 MIPS. Eine Karte pro DS-P-Gehäuse reicht daher in den meisten Fällen für die im Koppelfeld anfallenden Signalbearbeitungen aus

MACHA-Karte Die Parameter-Interfacekarte MACHA (Maître-châssis) wird in jedem DS-P-Chassis einmal eingebaut. Die Karte verwaltet alle vom Kreuzschienenrechner (UG) übermittelten Befehle und leitet sie an alle MADISON- und PAP-Karten weiter.

Die Einspeisung und Verteilung des Clock-Signals innerhalb des Chassis erfolgt ebenfalls über diese Karte.

Daneben kann die Karte Testroutinen durchführen. Sie ist dazu mit einer RS232-Schnittstelle für die Fehlersuche ausgerüstet.

2.4 Kapazitätsbetrachtungen beim MADI Router

Ein DS-P-Chassis bietet Platz für 16 DS-P-Karten. Ein Platz davon wird immer durch die MACHA-Verwaltungskarte belegt. Einen weiteren Platz reserviert man normalerweise für eine Signalbearbeitungskarte PAP oder PAP+.

Für die eigentlichen Matrixfunktionen können somit 14 Einschubplätze belegt werden.

Der Zeitmultiplex-Bus erlaubt die gleichzeitige Vermittlung von 256 Signalen.

Theoretisch ist es möglich, dasselbe Signal gleichzeitig auf mehrere Ausgänge zu führen, ohne dass dazu mehrere Zeitschlitzte belegt werden müssen. In einem Rundfunkhaus wird aber normalerweise volle Gleichzeitigkeit verlangt, wofür jegliche Blockierung der Verbindungen durch Überlast auszuschliessen ist. Dies begrenzt die Zahl der Ausgänge pro Chassis auf 256. Zwei MADISONO-Ausgangskarten können vier MADI-Ausgangssignale mit je 56 Kanälen vermitteln. Die restlichen 32 Zeitschlitzte können für interne Verbindungen (Signalverarbeitung) eingesetzt werden.

Wird der restliche Platz mit 12 MADISONI-Baugruppen mit je zwei MADI-Eingängen belegt, so können maximal 1344 Kanäle (24×56) aufgeschaltet werden. Die maximale Kapazität eines DS-P-Chassis beträgt somit 1344 Eingänge auf 224 Ausgänge.

Reicht die Anzahl der Ausgänge nicht aus, werden die Eingänge auf mehrere Gehäuse parallel aufgeschaltet. Jedes zusätzliche Chassis kann 224 weitere Ausgangskanäle beitragen. Da maximal 16 Gehäuse eingesetzt werden können, liegt die Systemgrenze bei 1344 Ein- und 3584 Ausgangskanälen.

2.5 Das DS-MC-Master Clock-System

Eine Synchronisationseinheit, das Master Clock-Gehäuse (19", 3HE) erzeugt ein AES/EBU-Referenzsignal in Übereinstimmung mit der AES11-1991 (ANSI 4.44-1991) Empfehlung.

Das Gehäuse enthält:

- ☐ Einen digitalen Audio-Referenzsignal-Generator (DARS): „DS-D ARG“, synchronisierbar mit der vorherigen Baugruppe oder mit einem AES/EBU-Eingang.
- ☐ DARS-Verteiler Baugruppen DS-D DA.

Dieses Master Clock-Signal wird an alle peripheren Geräte verteilt und dient zur Synchronisation der Wandler und der daran angeschlossenen Quellen.

2.6 Zukünftige Entwicklungen

Das System enthält offene Lösungen für die zukünftige Entwicklung digitaler Rundfunkstationen.

Integration von Audio und Daten

Die von STUDER DIGITEC entwickelten Interface-Subsysteme erlauben das Einbinden von Daten in die eigentliche Audio-Übertragung gemäss den AES-Empfehlungen. Diese Eigenschaft wird im zukünftigen DAB-Rundfunk eingesetzt, um parallel zur primären Audio-Information auch davon vollkommen unabhängige alphanumerische Informationen wie Hinweise, Nachrichten usw. zu übertragen. Diese Erweiterung wird durch extensiven Gebrauch des U-Bits und des AES 18 Labeling-Formates implementiert.

MADI Router-Erweiterung

Eine Erweiterung ist jederzeit durch Ergänzung mit weiteren MADI-Interface-Schaltungen in den DS-P-Einheiten möglich. Die Anzahl der Ausgangskanäle kann durch zusätzliche DSP-Gehäuse vergrössert werden. Wie in 2.4 aufgeführt, kann ein DS-P-Chassis maximal 256 unterschiedliche Ausgangssignale liefern. Die Gesamtzahl multipliziert sich mit der Anzahl der Chassis. Werden im MADI Router auch Signalbearbeitungsfunktionen ausgeführt, so reduziert sich die Anzahl der Ausgänge wie folgt:

- ☐ Stereo/Mono-Summierungen benötigen zwei Verbindungen,
- ☐ Filter/Entzerrer/Dynamikeinheiten benötigen je eine Verbindung.

2.7 Einbau in 19"-Schränke

Die Geräte werden in 42-HE-Schränken untergebracht.

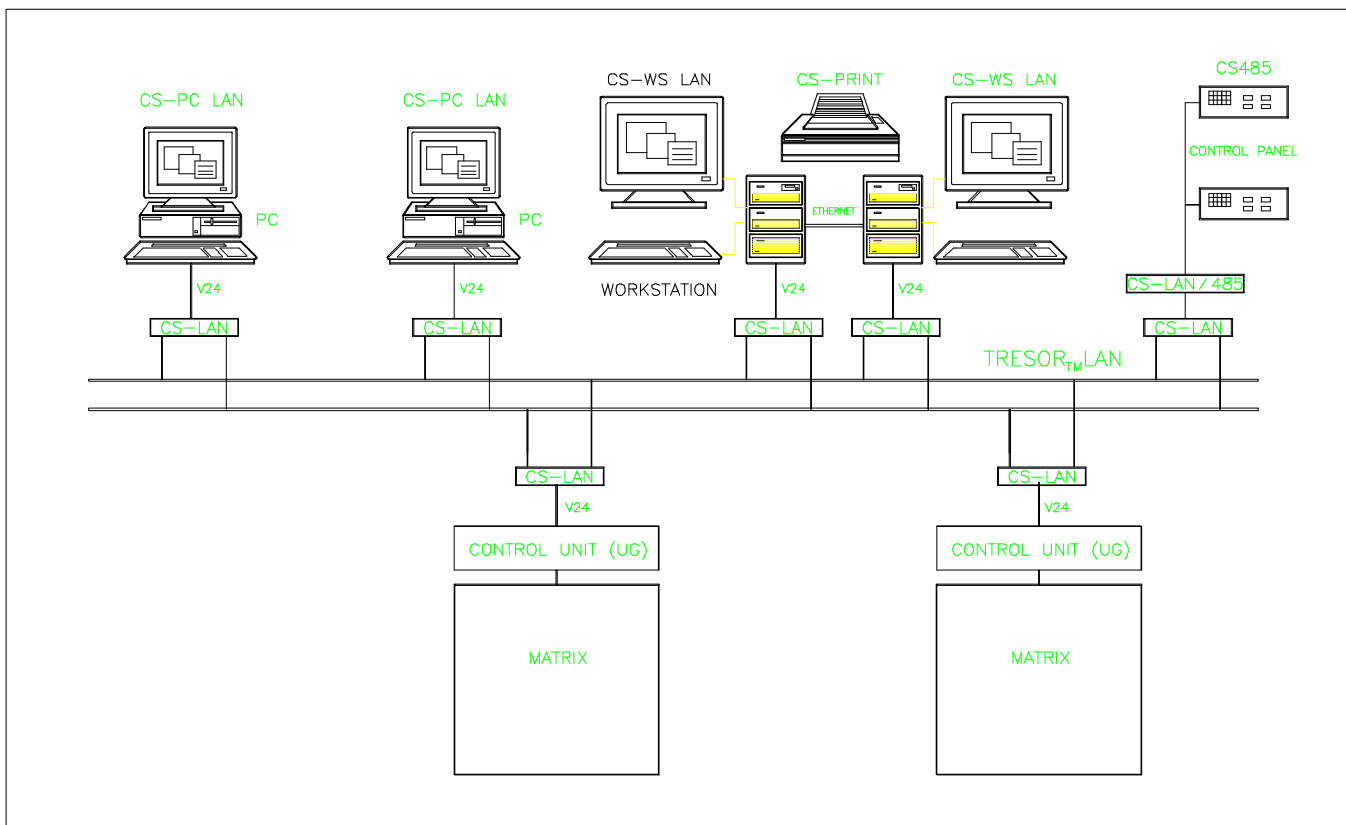
- ☐ Gewicht ca. 200 kg/Geräteschrank
- ☐ Höhe 42 HE (19")
- ☐ Breite 600 mm
- ☐ Tiefe 800 mm

In jedem Oberteil eines Schrankes ist ein Lüfter vorgesehen. Damit die Frischluft innerhalb des Schrankes vom Boden bis zum Oberteil gelangen kann, muss der Schrankboden freigehalten werden. Zur Kühlung muss zwischen allen Geräten je eine Höheneinheit freigehalten werden.

3 Kontrollsystem des MADI Routers

3.1 Generelle Architektur

Alle STUDER DIGITEC-Kreuzschienen werden vom nachfolgend beschriebenen Kontrollsystem gesteuert, gleichgültig, ob die analoge Version ASM-6000 oder der digitale MADI Router eingesetzt wird. Auch gemischte Systeme sind so ohne Einschränkung steuerbar.



Blockschaltbild CS-Range Kreuzschienensteuerung

3.2 TRESOR-LAN (TDF-Lizenz)

Das lokale TRESOR-Netz (LAN - Local Area Network) ist ein an industriellen Anwendungen orientiertes Netz mit eingebauter Redundanz. Die Steuerung der angeschlossenen Systemteile erfolgt über zwei unabhängige Busleitungen (RS485, symmetrische Paare), auf denen HDLC-Frames in Manchester-Codierung zirkulieren. Das Zugriffsprotokoll auf diese Busse ist CSMA/CD, und die Übertragungsrate auf jedem Bus beträgt 192 kBytes/s. Dies erlaubt einen maximalen Durchsatz von 384 kBytes/s im normalen Betriebszustand. Falls ein Bus ausfällt, kann der reduzierte Betrieb mit insgesamt halber Bandbreite aufrechterhalten werden.

Damit die verschiedenen Kontroll-PCs, Bedienungsgeräte, verschiedene Router und sonstiges Equipment mit diesem Netz verbunden werden können, wurde ein autonomes und universelles Interface (IRL oder Node) entwickelt. Dieses Interface ist auf der einen Seite mit den beiden Bussen des Netzes verbunden, auf der anderen Seite mit dem User oder einem Subsystem.

Die Anzahl der Knotenpunkte ist auf 32 begrenzt, es besteht aber die Möglichkeit, bis zu 256 Netze über ein Gateway und ein privates oder öffentliches X.25-Netz (z.B. Datex-P) zu verbinden.

Jeder Knotenpunkt hat seine individuelle Adresse auf dem LAN. Sie wird über Schalter eingestellt, und es ist möglich, darüber Gruppen von Usern oder Equipment zu bilden. So können Informationen gleichzeitig zu einer Gruppe von Knotenpunkten übertragen werden. Jeder User kann bis zu acht verschiedenen Gruppen zugeordnet werden. Eine der eingerichteten Gruppen besteht aus allen Usern, damit auch systemweite Befehle oder Informationen übertragen werden können.

Jeder User ist in der Lage, logische Nachrichten zu senden, die, aufgeteilt in physikalische Frames, an andere User oder auch den eigenen Knotenpunkt gesandt werden können. Die Nachrichtenpakete entsprechen einem Protokoll namens „Virtual Equipment Protocol“. Dieses Protokoll erleichtert das Erstellen von Anwendungen, in denen die User (Kontrolleinheiten oder Equipment) virtuelle Nachrichten unabhängig von ihrer physikalischen Struktur austauschen.

Für diese Anwendung wird vom Modell eines idealen Systems ausgegangen, das einige interne Parameter hat und auf Befehle reagiert, indem es seinen virtuellen Status ändert. Jedes Equipment enthält einen „Normalizer“, der die virtuellen Befehle in physikalische umsetzt, die von der Art des Equipments abhängen. Jede Gruppe von Equipment (Kreuzschiene, Messsystem, Modulator, universelles Interface für Anzeige oder Tastenfeld) besitzt einen eigenen Satz virtueller Befehle.

Bitte beachten Sie zu diesem Themenbereich die Druckschrift „Control and supervision of switching centres for broadcasting networks“ von P. Delacroix.

3.3 Bedienplätze

Zur Bedienung des MADI Routers stehen Workstations und Personal Computer (CS-PC und CS-485) der Produktgruppe CS zur Verfügung. Jeder von ihnen zeigt dem Bediener die grafische Darstellung der gesetzten Punkte der Kreuzschienen und aller sonstigen Funktionen des angebundenen Systems.

Bei CS-PC (Personal Computer) und CS-WS (Workstation) arbeitet man auf einem Farbbildschirm mit Icons und Fenstern unter DOS/Windows.

Ziel bei der Entwicklung des Mensch/Maschine-DIALOGs war es, auch dem ungeübten Benutzer eine bedienfreundliche Oberfläche anzubieten, mit der er sich schnell und einfach in einem neuen Computersystem zurechtfindet. Eine Standard-Tastatur (zur alphanumerischen Eingabe) und eine Maus (zur Auswahl von vorgegebenen Parametern und Funktionen) vervollständigen die Bedieneinheit. Optional kann die Maus durch einen Trackball ersetzt werden.

Jeder Bildschirm enthält folgende Elemente:

- ☐ Titelbereich,
- ☐ Zeit-Bereich,
- ☐ Anzeigebereich, dessen Inhalt von der gewählten Funktion abhängig ist,
- ☐ Kontrollbereich zur Auswahl von Funktionen, die die in den Fenstern stehenden Parameter beeinflussen,
- ☐ Ein Fenster zur Anzeige von Fehlermeldungen.

Die Meldungen, die nicht direkt mit Benutzereingaben zusammenhängen (Alarmmeldungen, Event-Beginn der Ablaufsteuerung) werden durch ein rotes Feld „Messages“ signalisiert. Der Bediener kann den Inhalt dann abfragen, wenn er ihn benötigt.

Die Zugriffsrechte der Bedienstationen sind konfigurierbar. Je nach Zugriffsberechtigung kann damit von einer Station auf alle Ein- und Ausgänge von verschiedenen Kreuzschienen zugegriffen werden, oder es sind nur Teilbereiche einer oder mehrerer Matrizen bedienbar.

Bei sehr eingeschränkten Zugriffsrechten (z.B. Wahl der Sendeleitungen) oder zur Steuerung von Abhörpunkten können auch Bedieneinheiten mit einfacher Drucktastenwahl eingesetzt werden.

Die Vernetzung aller Bedieneinheiten mit dem MADI Router erfolgt über das TRESOR-Netz.

3.4 Kontrolleinheit UG (Unité de gestion)

In der UG ist die ganze Konfiguration der angeschlossenen Kreuzschiene gespeichert. Hier ist also unter anderem festgelegt, ob die Quellen geschützt, exklusiv oder mehrfach zugänglich sind, ob es sich um Stereo- oder Monoverbindungen handelt, und ob Rückwege mitgeschaltet werden. Die UG bildet also das Interface zwischen den über das LAN ankommenden Befehlen und der MACHA-Karte. Jeder Befehl wird hier auf Konformität geprüft, mit der Konfigurationsdatei verglichen, und erst dann als Schaltbefehl weitergegeben. Der UG enthält einen batterie-gepufferten Speicher, so dass der Zustand auch nach einem Netzausfall automatisch wiederhergestellt werden kann. Der Schaltzustand der Matrix wird anschliessend über das LAN an die Kontrollgeräte zurückgemeldet

3.5 Darstellung der Kreuzschiene und Zugriff auf die Koppelpunkte

Virtuelle und physikalische Darstellung der Kreuzschiene

Das System erlaubt wahlweise die physikalische Abbildung der Kreuzschiene oder die Darstellung von virtuellen (logischen) Koppelfeldern. Die praktisch unübersehbare Anzahl von Koppelpunkten kann in mehrere logische Felder aufgeteilt werden, die der Sicht des Bedieners wesentlich besser entsprechen als eine rein physikalische Abbildung. Für jeden Anwender lassen sich Gruppen von Ein- und Ausgängen definieren, auf die er Zugriff hat. In einer Senderegion könnten z.B. die Ausgänge aller Senderegionen und alle Sendeausgänge in einem Fenster zusammengelegt werden. Ein weiteres Fenster zeigt die Posteingangsleitungen, zusammen mit den für Übertragungen von aussen vordefinierten Eingängen des Pultes, während im dritten Fenster die Abhörpunkte für die Tuner angeordnet und in einem vierten die Verbindungen zu den Aktualitätenregionen aufgezeigt werden. Dank Fenstertechnik (Windows) sind alle diese Verbindungen gleichzeitig sichtbar.

Ein in virtueller Darstellung gezeigter Koppelpunkt kann mehrere Ebenen umfassen. Neben dem linken und rechten Kanal eines ankommenden Stereosignals kann auch die N-1-Rückführung zugeordnet und gleichzeitig eine Intercom-Verbindung mitgeschaltet werden. In Wirklichkeit ist trotz der Mehr-Ebenen-Darstellung nur eine Koppelfeld-Ebene vorhanden, deren Koppelpunkte aber in mehreren Spalten und Zeilen gleichzeitig durchgeschaltet werden.

Zugriffsbeschränkungen

Einige Bedienpositionen können auf alle Ein- und Ausgänge zugreifen, andere haben nur beschränkten Zugriff auf eine bestimmte Anzahl von Ein- und Ausgängen der Kreuzschiene. So haben normalerweise die Bedienerplätze im Hauptschallraum Zugriff auf alle Ein- und Ausgänge der Kreuzschienen. Den Bedienern in den Studios wird dagegen nur ein beschränkter Zugriff auf die sie

unmittelbar betreffenden Ein- und Ausgangsleitungen zugeteilt, und bei Abhörplätzen wird nur Zugriff auf bestimmte Abhörpunkte erlaubt.

Bei der Bedieneransicht der Kreuzschienen (logische Kreuzschienen, logische Ebene) und der Zuteilung der zu schaltenden Quellen und Senken (Ein- und Ausgänge) handelt es sich immer um konfigurierbare Parameter, die vom Kunden zusammen mit Studer während der detaillierten Planungsphase zu Beginn des Projekts definiert werden.

Charakteristik der zu schaltenden Quellen

Jeden Ein- oder Ausgang kann man anhand eines oder mehrerer der folgenden Merkmale charakterisieren:

- ☐ Exklusive oder mehrfach zugängliche (shared) Quellen,
- ☐ Geschützte oder ungeschützte Quellen, mit oder ohne Warteliste,
- ☐ Linke oder rechte Kanäle in einer Stereo-Anwendung,
- ☐ Rückwege.

Die Regeln für die Schaltvorgänge im System (setzen oder lösen von Verbindungen) sind abhängig von den Attributen, die den Koppelpunkten zugeordnet sind. Die Handhabung dieser Regeln wird durch den Einsatz der Standardsoftware auf CS-PC, CS-WS und den Matrix-Kontrolleinheiten sichergestellt und ermöglicht ein schnelles und sicheres Arbeiten bei allen Hauptschaltraumanwendungen.

Die virtuellen und logischen Koppelfelder, die Art der Ein- und Ausgänge und die Zugriffsberechtigungen werden während der Spezifikationsphase in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden definiert.

3.6 Spezielle Funktionen

Das Kontrollsystem umfasst alle Funktionen, die standardmässig auf den Bedieneinheiten der CS-Reihe (CS-485, CS-PC und CS-WS) verfügbar sind.

3.6.1 CS-Range Product Functions

Siehe Beschreibung „CS Range II“.

3.6.2 Mono > Stereo

Das System erlaubt es, Stereo-Quellen auf Mono-Senken zu schalten. Hierbei wird automatisch ein digitales 2 > 1-Summierglied eingeschleift. Es ist wahlweise eine einfache Summierschaltung mit Pegelanpassung oder eine Summierung mit 90°-Filter erhältlich.

3.6.3 Handhabung der Rückwege

Die zentrale Kreuzschiene kann virtuell in zwei Ebenen aufgeteilt werden: Eine Ebene für das Hauptsignal, die zweite Ebene für das Rücksignal. Im Normalfall sind die beiden Ebenen miteinander verknüpft; es ist aber möglich, diese zu trennen. Generell sind die Rückwegesignale (die den physikalischen Ausgängen der Kreuzschiene entsprechen) als „besonders geschützt“ konfiguriert.

Abhörpunkte der Postleitungen vor der A/D-Wandlung und Abhörpunkte an den Sendeausgängen hinter der D/A-Wandlung werden, sofern dies gewünscht wird, über separate Matrizen erschlossen.

3.6.4 Signalaufbereitung

Die Rechenleistung des MADI Routers kann auch zur Signalbearbeitung eingesetzt werden. Als Bearbeitungsblöcke stehen Equalizer, Filter (inkl. Preemphasis), Kompressoren und Begrenzer zur Verfügung. Die Parameter der einzelnen Blöcke können über die Steuer-PCs eingestellt werden.

3.6.5 Automatische Ablaufsteuerung (Broadcast Time Scheduler)

Die automatische Sendeablaufsteuerung ist so angepasst, dass eine einfache Handhabung von verschiedenen Programmen und Programmabläufen ermöglicht wird.

Diese Ablaufsteuerung besteht aus zwei Programmen, die auf zwei über einen Ethernet-Anschluss verbundenen PCs laufen. Auf beiden können Ablaufpläne erstellt werden, einer davon sorgt anschliessend für die Ausführung des Ablaufplanes (siehe Kapitel 6).

3.6.6 Signalisation

Signalisationsbefehle können über eine virtuelle Signalisationskreuzschiene weitervermittelt werden und so Sendesignale übermitteln oder Startvorgänge auslösen. Die Signalisationsmatrix kann als eine weitere Kreuzschienenebene oder als getrennte logische Matrix betrachtet werden.

4 Betriebssicherheit

4.1 Generelles

Die vorgeschlagene Systemarchitektur des Hauptschaltraums enthält mehrere Sicherheitsmechanismen und stellt sicher, dass die Sendung auch bei auftretenden Problemen in einem Teil des Systems nicht unterbrochen wird.

4.2 Sicherheitsmechanismen

Im folgenden werden die Auswirkungen des Ausfalls einer Komponente auf das MADI Router-System einzeln betrachtet, die Sicherheitsvorkehrungen kurz beschrieben und die Fehlerbehebung skizziert.

4.2.1 Periphere Bausteine

In den peripheren, normalerweise den einzelnen Regien zugeordneten Baugruppenträgern sind Analogwandlerkarten, digitale Interface-Karten, Multiplexer- und Demultiplexer-Karten eingesetzt. Der Ausfall einer Wandler- oder Interfacekarte blockiert vier Eingangs- oder Ausgangssignale. Die Karte kann im Betrieb gewechselt werden.

Ein Defekt in der Multiplexer- oder Demultiplexerkarte blockiert die MADI-Verbindung der betreffenden Regie. Die Karte kann im Betrieb gewechselt werden.

Ausfall des Netzgerätes blockiert die MADI-Verbindung der betreffenden Regie. Als Option sind Chassis mit redundanter Speisung lieferbar.

4.2.2 Optische oder koaxiale Verbindung

Der Ausfall einer optischen oder koaxialen Verbindung zwischen einer MUX-/DEMUX-Baugruppe und dem MADI Router blockiert die Eingänge oder Ausgänge der betreffenden Regie. Wenn keine Havariekreuzschiene (siehe 4.3) vorhanden ist, muss ein Regiewechsel vorgenommen werden, bis die Strecke repariert ist.

4.2.3 MADI Router

Der Ausfall einer MADISONI-Eingangskarte blockiert auf dem betroffenen Chassis zwei MADI-Eingänge. Sind mehrere Chassis eingangsseitig parallelgeschaltet, bleibt die Funktion dieser Teile erhalten. Die Karte kann im Betrieb gewechselt werden.

Ein Defekt in einer MADISONO-Karte unterbricht zwei MADI-Ausgänge.

Der Ausfall des MACHA-Boards blockiert das ganze Chassis, da hier die Verwaltung der Ein- und Ausgangskarten vorgenommen wird und die Liste der Verbindungen gespeichert ist. Nach einem Austausch dieser Karte wird der gültige Schaltzustand von der Kontrolleinheit UG automatisch neu geladen.

4.2.4 Kontrolleinheit UG

Nach einem Ausfall der Kontrolleinheit UG bleibt der Schaltzustand der betroffenen Kreuzschiene erhalten, kann aber nicht mehr verändert werden. Die UG enthält einen batteriegepufferten Speicher, so dass der ursprüngliche Zustand nach einer Reparatur automatisch wieder hergestellt wird.

4.2.5 TRESOR-LAN

Das TRESOR-Netz ist redundant ausgelegt. Die Steuerung der angeschlossenen Systemteile erfolgt über zwei unabhängige Busleitungen. Falls ein Bus ausfällt, wird ein reduzierter Betrieb mit insgesamt halber Bandbreite aufrecht erhalten, was zu einer etwas längeren Antwortzeit führt, sonst aber keine Auswirkungen zeigt.

4.2.6 Bedienplätze

Redundante Ausrüstung der PC-Bediengeräte. Die eingesetzten PCs können sich gegenseitig ersetzen, alle enthalten dieselben Time Scheduling- und Gruppenschaltungs-Daten. Nach dem Aufstarten wird der augenblicklich gültige Schaltzustand vom UG übernommen.

- ☐ Auf die wesentlichen Digital- und Analog-Ein- und -Ausgänge kann über Steckfelder zugegriffen werden, Havarieverbindungen sind über Patchkabel realisierbar.
- ☐ Optional kann die Kreuzschiene und die Kontrolleinheit der Kreuzschiene mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung ausgerüstet werden

4.3 Vorbeugende Sicherheitsmassnahmen

4.3.1 Aufteilung auf verschiedene DS-P-Chassis

MADI-Koppelfelder mit mehr als 256 Ausgängen erfordern in jedem Fall mehr als ein DS-P-Chassis. Durch eine sinnvolle (eventuell redundante) Zuordnung der wichtigsten Ausgänge auf zwei verschiedene Chassis kann ein reduzierter Betrieb auch beim Ausfall eines ganzen Chassis sichergestellt werden.

4.3.2 Umgehungs-Kreuzschiene (Havarie)

Als Option kann eine analoge oder digitale AES/EBU-Kreuzschiene mit z.B. 64 x 64 Koppelpunkten angeboten werden. Auf diese Matrix werden die wichtigsten Ein- und Ausgänge parallel zum MADI Router geführt. Da im STUDER DIGITEC A/D-Wandlersystem neben dem MADI-Ausgang immer auch ein digitaler AES/EBU-Ausgang zur Verfügung steht, kann die Modulationsebene der Havarie-Kreuzschiene vollkommen getrennt vom MADI-System aufgebaut werden.

Das TRESOR-LAN steuert dieses Notkoppelfeld, soweit möglich, immer parallel mit dem MADI Router, so dass die wichtigsten Verbindungen dauernd zur Verfügung stehen. Ein Havarie-Schalter erlaubt, im Störfall direkt vom MADI Router auf die Havarie-Kreuzschiene umzuschalten.

4.3.3 Patch-Panel

Als weitere Möglichkeit bietet sich ein Havarie-Patch-Panel an, das anstelle der oder zusätzlich zur Havarie-Kreuzschiene eine Handvermittlung der wichtigsten AES/EBU-Signale über Ghielmetti-Steckfelder erlaubt.

4.4 Dynamischer Sicherheitsmechanismus im MCR-Kontrollsystem

Beim Auftreten von Fehlern greifen die folgenden Sicherheitsmechanismen ein:

- ☐ Auftretende Fehler und Ausfälle werden sofort ermittelt.
- ☐ Der Bediener wird in einer klaren und präzisen Weise augenblicklich informiert.
- ☐ Bestimmte Verbindungen werden redundant geführt.
- ☐ Nach einem Stromausfall wird der vorher bestehende Zustand automatisch wieder hergestellt.

4.5 Fehlerermittlung und -anzeige

Dieser Abschnitt listet alle Fehler auf, die vom System ermittelt werden können und erklärt, wie der Bediener über die Probleme informiert wird.

Alarm-Verwaltung

Alle Nachrichten, die Fehler oder das Ende eines Fehlers enthalten, werden im „Alarm History File“ gespeichert.
Eine Alarmnachricht kann auf jedem PC angezeigt werden (diese Konfiguration ist optional). Die Nachricht verschwindet, wenn der Bediener von ihr Kenntnis genommen hat.

Kommunikationsfehler (Nichtanerkennung der Matrix)

Jede Arbeitsposition führt eine regelmässige Abstimmung mit dem Teil der Anlage durch, zu dem sie Zugang hat. Eine Nachricht mit Angabe des Matrix- oder Normalisernamens erscheint, wenn das Gerät nicht auf die Abstimmungs-Nachricht antwortet.

Verweigte Verbindungen/Auftrennungen auf einer Matrix

Diese Nachricht wird angezeigt, wenn die Kreuzschiene einen Schaltbefehl verweigert oder ihn nicht zur Kenntnis nimmt. Die Nachricht enthält die Art der verweigten Aktion (Verbindung oder Auftrennung, Grund) und den Namen der fehlerhaften Kreuzschiene.

Hardware-Fehler (Redundanz der Mikroprozessor-Boards, optional)

Eine Überwachungs-Karte („Watchdog“) bestätigt das Funktionieren der aktiven Mikroprozessor-Karte der Anlagen-Kontrollprozess-Einheiten. Im Falle eines Fehlers einer aktiven Karte bewirkt die Überwachungs-Karte ein Umschalten auf die redundante Karte.
Diese Redundanz ist optional für die Normalizer erhältlich.

Reset und Initialisierung eines Teiles der Anlage

Der Reset kann durch die Überwachungs-Karte (bei einem Fehler auf dem aktiven Mikroprozessor-Board) oder durch den Bediener bewirkt werden. Eine Nachricht mit Angabe des Matrix- oder Normalisernamens zeigt den Reset des Systems und (im Falle eines redundanten Systems) den aktiven Mikroprozessor an. Diese Nachricht kann auf allen Workstations, die Zugang zur Matrix haben, ausgegeben werden.

Stromversorgungsfehler eines Gerätes

Jedes Gerät kann die Spannung des Netzteiles messen. Für jede Audio-Einheit wird ein Alarm von Kontrollprozess-Einheiten ausgelöst, sobald eine der acht

Schaltkarten ausfällt oder fehlerhaft ist. Im Falle von redundanten Stromversorgungen wird ein Fehler in einem Netzteil erkannt, und alle anderen Operationspositionen werden gewarnt. Eine Nachricht mit Angabe von Matrix- oder Normalisernamen wie auch der Nummer des fehlerhaften Netztesiles warnt den Bediener.

Speicher-Fehler einer Matrix Die Kontrollprozess-Einheit einer Matrix prüft permanent den Zusammenhang zwischen den geforderten und den tatsächlich ausgeführten Verbindungen in der Matrix. Dies wird durch Lesen des Schaltstatus, der auf jedem Matrix-Board aufgeführt wird, in den Speichern verwirklicht.
Bei einer Unstimmigkeit wird eine Nachricht erzeugt, die den Namen der Matrix und Memory-Output/-Input enthält.
Wenn der Ist-Zustand der Input-/Output-Kopplung bekannt ist, ist es einfach, die fehlerhafte Matrix zu lokalisieren.

Fehlen einer Karte in einer Matrix

Die Matrix-Kontrollprozess-Einheit überprüft permanent die Anwesenheit jeder Karte, die in der Material-Konfiguration der Matrix vorausgesetzt ist. Die Karten werden ständig abgetastet, Abwesenheit oder Ausfall einer Karte löst einen Alarm mit dem Namen der Matrix und anderen Daten zum Lokalisieren der fehlerhaften Karte aus. Bei ASM-6000-Kreuzschienen kann das System feststellen, ob eine 32x-Eingangskarte, eine Schaltkarte oder eine 16x-Ausgangskarte fehlt.

Matrix-Überprüfung während der Wartung

Dieser Test wird „äusserer Operationstest“ genannt und kann angewandt werden, wenn es möglich ist, alle Schalterpunkte der Audio-Kreuzschiene abzutrennen. Er enthält auf den Schaltkarten ausgeführte Speichertests und einen Test aller Schalterpunkte im getrennten und verbundenen Status. Die Dauer beträgt 2 ms pro Schalterpunkt.
Nach Beendigung des Tests werden die Ergebnisse an die ausführenden Bedieneinheit geschickt und können dort abgerufen oder gedruckt werden.
Beide Tests können in die System-Software integriert werden, abhängig vom Wartungsgebrauch.

4.5.1 Kontrolle von Netzfehlern

Ausfall einer Einheit am Bus Die Kontrollstellen prüfen regelmässig alle CS-LANs, die mit der Anlage verbunden sind, um Fehler auf einem der zwei Busse des TRESOR-Netzes zu ermitteln. Tritt ein Fehler auf, erscheint eine Nachricht.

Der Redundanz des TRESOR-Netzes ist es zu verdanken, dass bei Auftreten eines Fehlers der betroffene Bus abgeschaltet und der Datentransfer auf den zweiten Bus umgeleitet wird.

Lokale Netz-Interface-Fehler Jede Kontrollstelle prüft regelmässig ihr eigenes Interface. Im Falle eines Dialogunterbruchs wird der Bediener sofort durch eine Alarmmeldung informiert.

5 Software

5.1 CS-Range II-Kontrollsoftware

Als Betriebssoftware für den MADI Router wird das Programm „CS-Range II“ (siehe entsprechende Beschreibung) eingesetzt. Die Konfiguration erlaubt es, eine sehr kundennahe Umgebung zu schaffen, in der alle gebräuchlichen Bezeichnungen der Räume, Quellen und Senken übernommen werden. Die bereits beschriebene Darstellung von virtuellen Koppelfeldern und die Eingrenzung des Zugriffs je nach Berechtigungsstufe und Arbeitsplatz hilft, Fehler zu vermeiden und fördert die Übersicht.

5.2 CS-Range-Ablaufsteuerung

Zur Ablaufsteuerung (Time Scheduling) kann eine Software geliefert werden, die in die Bedienstationen der eigentlichen Koppelfeldsteuerung integriert ist. Dieses neue Programm läuft, wie auch CS-Range II, unter DOS/Windows und erlaubt die zeitgesteuerte Durchschaltung nach einem vorbereiteten Zeitplan.

6 Engineering

6.1 Engineering und Planung

Engineering und Planung des MADI Routers ist im Angebotspreis enthalten. Auf Wunsch kann die Planung des Hauptschalttraumes oder des ganzen Studio-komplexes durch Studer übernommen werden.

6.2 Installation

Die Installation kann durch eine ortsansässige Installationsfirma oder durch die Studer-Installationsequipe vorgenommen werden.

6.3 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme umfasst Kontrollen, Tests, Qualitätskontrolle, provisorische Werksabnahme, Abnahme und Betriebsübergabe vor Ort. Eine Beistellung der Messgeräte durch Studer ist möglich.

6.4 Schulung

Nachdem das System in Betrieb genommen ist, wird Bedien- und Wartungs-personal direkt an der Anlage geschult. Dauer und Art wird gemäss der Aus-schreibung offeriert.

7 Anwendungsbeispiele

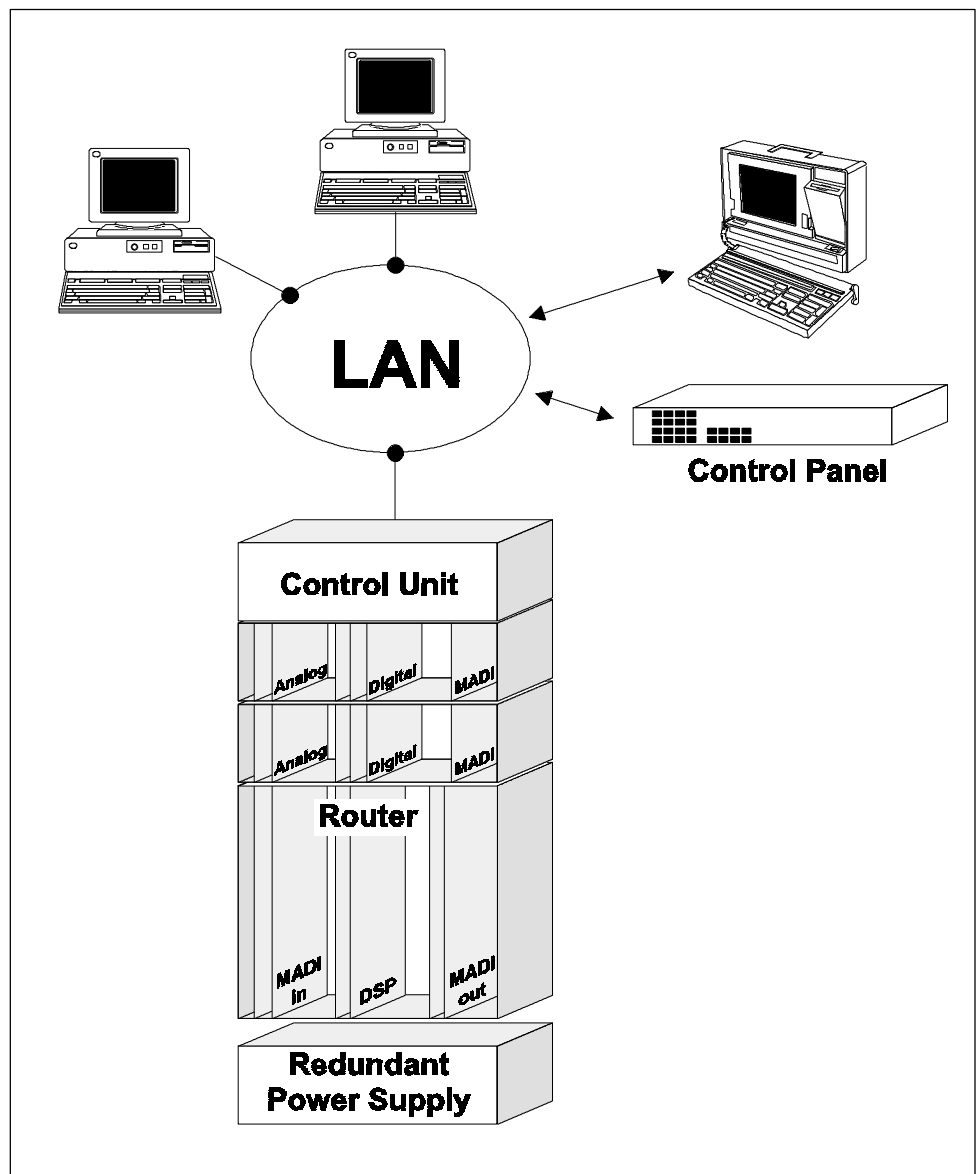
7.1 Subsysteme

Der Standard-MADI Router besteht aus den folgenden Subsystemen:

- ☐ Koppelpunkt-Karten mit maximal 1344 Ein- x 256 Ausgängen in einem 9-HE-Gehäuse.
- ☐ Redundante Stromversorgung (3HE).
- ☐ Steuereinheit (Control unit) im 3-HE-Gehäuse.
- ☐ DARS Digitaler Referenz-Audiosignal-Generator, 1HE (siehe DS-D Range).
- ☐ MUX und DEMUX im 3-HE-Gehäuse (siehe DS-D Range).

Der MADI Router kann in bezug auf Grösse, Architektur und Funktionen exakt an die Bedürfnisse des Benutzers angepasst werden.

Typische Anwendung:



7.2 Die kompakte MADI-Serie

Mit den zwei kompakten Produkten DS TDM28 und DS TDM56 können auch kleine und mittlere Kreuzschienen aufgebaut werden. Sie basieren auf der selben Technik wie der „grosse“ MADI Router und verwenden auch die gleichen Hardware-Bausteine

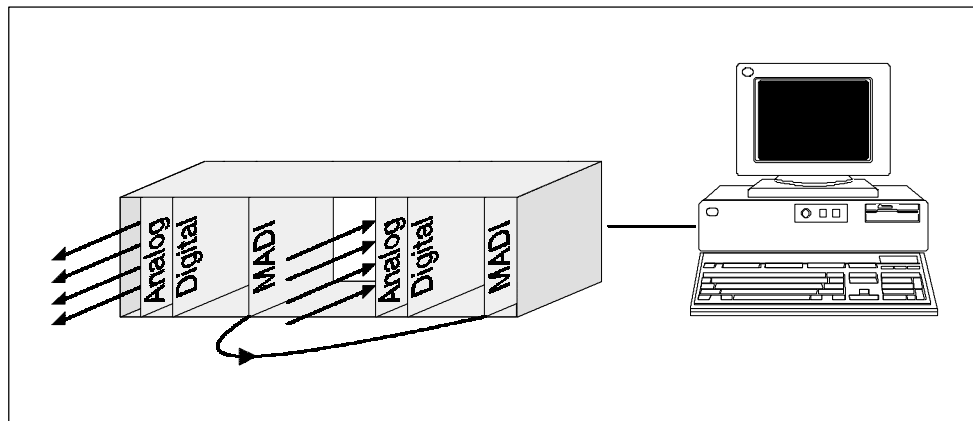
Die Anzahl der digitalen oder analogen Schnittstellen kann an die Bedürfnisse der Benutzer weitgehend angepasst werden.

Zur Bedienung der DS TDM28 und DS TDM56 können sämtliche Steuereinheiten des CS Range eingesetzt werden. Dies kann also ein einfacher PC, ein Steuerpanel oder auch ein komplexes Steuernetz sein.

DS TDM28 ist eine digitale TDM-Kreuzschiene mit analogen und digitalen Schnittstellen, welche mit maximal 28×28 Koppelpunkten ausgelegt werden kann, mit der sich aber auch andere Kreuzschienen-Konfigurationen von 4×52 bis 52×4 realisieren lassen.

DS TDM28 basiert auf einem 19"-MUX/DEMUX-Gehäuse von 3HE, das bis 14 Eingangs- oder Ausgangskarten enthalten kann. Diese Karten, welche je vier analoge oder zwei digitale Ein- oder -Ausgänge (AES/EBU) aufweisen, können in beliebiger Kombination eingesetzt werden. Mit 7 Ein- und 7 Ausgangskarten kann damit also die 28×28 -Kreuzschiene realisiert werden, während beispielsweise eine Kombination von 12 Ein- und 2 Ausgangskarten eine 48×8 -Matrix ergibt.

Für AES/EBU-Kanalstatus- und -User-Bits ist die Anlage völlig transparent.



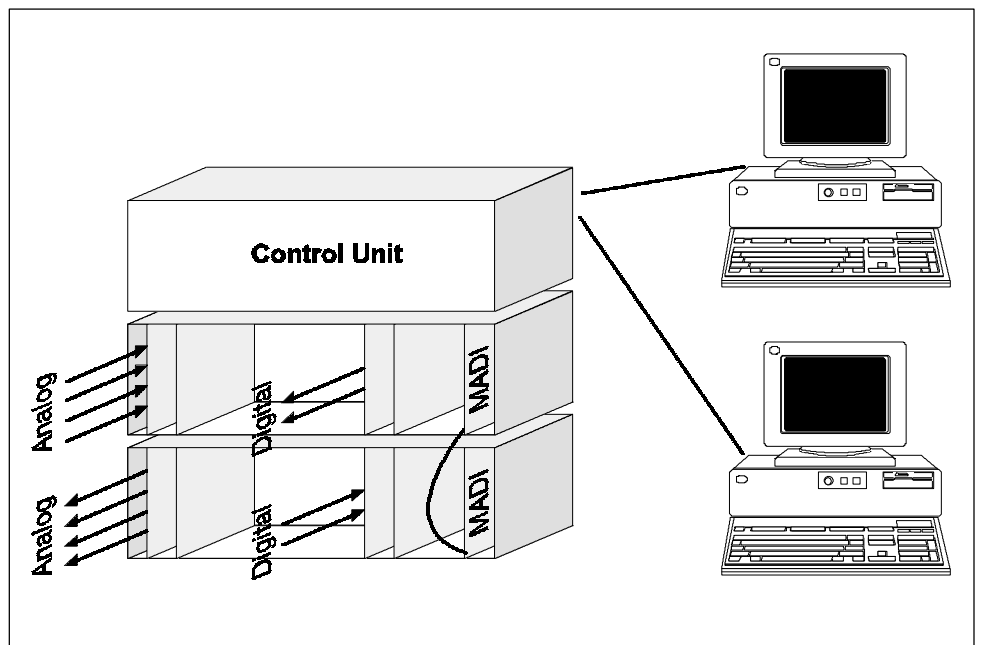
DS TDM56 ist eine digitale TDM-Kreuzschiene mit analogen und digitalen Schnittstellen und maximal 56×56 Koppelpunkten. Für AES/EBU-User- und Kanalstatus-Bits ist die Anlage völlig transparent.

DS TDM56 basiert auf

- ☐ einem MUX-Kartenträger mit maximal 14 Eingangskarten, und
- ☐ einem DEMUX-Kartenträger mit maximal 14 Ausgangskarten.

Für die Bestückung kann aus Karten mit vier Analog-Ein- oder -Ausgängen oder mit zwei digitalen AES/EBU-Ein- oder -Ausgängen gewählt werden. Diese Einheiten aus der DS-D-Familie sind durch eine einzige koaxiale MADI-Leitung verbunden.

DS TDM 56 kann durch sämtliche Steuereinheiten des CS Range gesteuert werden. Eine Steuereinheit kann bis vier DS TDM56 betreiben. Diese Produktfamilie ist offen für die LAN-Architektur. Es ist dadurch möglich, die DS TDM56 auch in grösste Konfigurationen einzubinden und sie mit dem selben Steuerkomfort zu bedienen wie den MADI Router.



7.3 Technische Daten

MADI-Standard

Der MADI-Standard wurde aus der FDDI-Technik abgeleitet:

- ☐ Die niedrigen FDDI-Layers wurden exakt übernommen
- ☐ 4B/5B-Codierung, NRZI
- ☐ 125 MHz auf den Übertragungs-Medien, nutzbarer Datenstrom 100 Mbits/s
- ☐ Koaxial-Verbindungen für kurze Distanzen bis 50 m
- ☐ Optische Verbindungen für Distanzen bis 2 km (FDDI)
- ☐ Wellenlänge 1270 bis 1380 nm
- ☐ Faserdurchmesser 62,5 µm bis 125 µm

Charakteristika des MADI Routers

- ☐ 1344 x 256 in einem 9-HE-Kartenträger
- ☐ Koaxiale oder optische MADI-Schnittstellen verfügbar
- ☐ MADI-, AES/EBU- und analoge Ein-/Ausgänge erhältlich
- ☐ Eingänge mit Abtastfrequenzwandler erhältlich
- ☐ Nominale Abtastrate 48 kHz (Betrieb mit 44,1 kHz möglich)
- ☐ Als Grundlagen dienen die folgenden Standards: AES 3, AES 3.10, AES 3.11.

Charakteristika der A/D-Wandler

Auflösung 18 Bits, 64-fache Überabtastung (Oversampling), Δ - Σ -Wandler

Amplitudengang	$\pm 0,1$ dB
THD + Noise bei 1 kHz, -30 dB FS	< -95 dB FS or < 0,0018%
THD bei -1 dB FS	< -85 dB FS or < 0,0056%
Pegelabweichung zwischen 2 Kanälen	< $\pm 0,1$ dB
Phasenfehler zwischen 2 Kanälen	< $\pm 0,5^\circ$

Charakteristika der D/A-Wandler

Auflösung 20 Bits, 16-fache Überabtastung

Amplitudengang	$\pm 0,1$ dB
THD + Noise bei 1 kHz, -30 dB FS	< -100 dB FS or < 0,0010%
THD bei -1 dB FS	< -85 dB FS or < 0,0056%
Pegelabweichung zwischen 2 Kanälen	< $\pm 0,1$ dB
Phasenfehler zwischen 2 Kanälen	< $\pm 0,5^\circ$

Digital Audio Reference Generator

Clock-Daten

Word Clock-Eingang	32/44,1/48 kHz $\pm 12,5\%$
AES/EBU-Eingang	32/44,1/48 kHz $\pm 12,5\%$
Interner Takt	32/44,1/48 kHz ± 1 ppm