

Funktion und technische Realisierung einer PRO-COM-Protokollkarte zum flexiblen Test neuer PROMETHEUS-Protokolle in Verbindung mit einem IBM-PC

P. Andrös, B. Walke
Fernuniversität Hagen
Datenverarbeitungstechnik
D-5860 Iserlohn

1. Übersicht

Nachdem bereits eine Reihe von Protokollvorschlägen für PRO-COM Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation vorgelegt und simulativ bzw. analytisch analysiert worden sind (/HeWa89/, /HWRR89/, /HZW89/), sollen nun erste Implementierungen für den Test unter realen Betriebsbedingungen bereitgestellt werden.

Gegenwärtig ist noch nicht festgelegt, welches Betriebssystem in PROMETHEUS-Fahrzeugen zum Einsatz kommen wird. Ohne diese Entscheidung beeinflussen zu wollen, wird davon ausgegangen, daß in einer Vorphase das System Microsoft MS-DOS für Vorversuche - insbesondere wegen seiner weiten Verbreitung - eingesetzt wird. Langfristig ist ein multi-tasking-fähiges Betriebssystem erforderlich. Vorversionen von PRO-COM Protokollen können nun entweder unter MS-DOS oder auf einer getrennten an den Systembus des IBM-AT anschließbaren "Protokollkarte" implementiert werden. Die letztgenannte Lösung hat die Vorteile, daß

- der PC durch protokollspezifische Aufgaben nur geringfügig belastet wird,
- die Protokolle leicht für den Betrieb bei unterschiedlichen Anwendern (zusammen mit der Karte) portiert werden können,
- Schnittstellenprobleme zwischen neu entwickelten Protokollen und anderen, ebenfalls benötigten, Standardprotokollen z.T. bereits kartenintern gelöst werden können.

Es wird angestrebt, auf der Karte die Protokolle der Schichten 2 - 7 ablaufen zu lassen.

Die nachfolgend vorgestellte Protokollkarte ist als Steckkarte für einen IBM-PC realisiert. Sie dient der eigenständigen Abwicklung von Protokollen unter möglichst geringer Inanspruchnahme der CPU des IBM-PC's. Zum Betrieb der Protokollkarte wird außer der Hardware (Beschreibung siehe Abschnitt 5) folgende Software benötigt:

- 1) Minimal-Betriebssystem für die Protokollkarte (im ROM der Protokollkarte)
- 2) Anwendungsspezifische Software für die Protokollkarte (wird je nach Anwendung vom PC-Prozessor in die Protokollkarte geladen)
- 3) Steuersoftware für die Protokollkarte im IBM-PC (Beispiel: Absetzen von Steuerbefehlen an die Protokollkarte, Auswerten von Statusmeldungen der Karte)
- 4) optional: Anwendungsspezifische Software, die auf die Funktionen der Protokollkarte und der unter 3) genannten Steuersoftware aufsetzt (Beispiel: Standardprotokolle höherer Schichten des OSI-Referenzmodell)
- 5) Betriebssystem MS-DOS (Version 3.2 oder höher)

2. Kommunikation der Protokollkarte mit dem PC

Die Kommunikation zwischen dem Prozessor des PC's und der Karte erfolgt über folgende vier 8bit-Register:

I/O-Adresse IBM-PC -->		I STATUS-Register I	
		I-----I	
Adresse+1 -->		I CONTROL-Register I	
		I-----I	
Adresse+2 -->		I DATA-IN-Register I	
		I-----I	
Adresse+3 -->		I DATA-OUT-Register I	
		I-----I	

Diese Register liegen im I/O-Adressbereich des PC-Busses als 8bit Lese- bzw. Schreibregister.

2.1 STATUS-Register

Das Statusregister dient der Anzeige von Prozeßzuständen der Protokollkarte. Es ist für den PC als READ-ONLY-Register und für die Protokollkarte als WRITE-ONLY-Register ausgelegt. Das Register ist 8bit breit. Ein Schreibvorgang durch die Protokollkarte löst einen Interrupt beim Prozessor des IBM-PC's aus. Das Lesen dieses Registers durch den PC setzt die Interrupt-Anforderung zurück.

Die Interpretation der 256 möglichen Statusworte erfolgt durch Software auf dem PC, insbesondere durch eine entsprechende Interrupt-Service-Routine. Vorher muß die Startadresse der Interrupt-Service-Routine dem Betriebssystem des PC's als Interrupt-Vektor bekanntgegeben werden.

2.2 CONTROL-Register

Das CONTROL-Register dient der Steuerung der Protokollkarte durch den PC. Es ist für den PC als WRITE-ONLY-Register und für die Protokollkarte als READ-ONLY-Register ausgelegt. Das Register ist 8bit breit. Ein Schreibvorgang durch den PC-Prozessor in dieses Register löst einen Interrupt beim Prozessor der Protokollkarte aus. Das Lesen dieses Registers durch den Prozessor der Protokollkarte setzt die Interrupt-Anforderung zurück.

Die Interpretation der 256 möglichen Steuerworte erfolgt durch das Betriebssystem der Protokollkarte, insbesondere durch die entsprechende Interrupt-Service-Routine. Nach der Interpretation des Steuerwortes können zugeordnete Aktionen auf der Protokollkarte ausgelöst werden, z.B. der Start eines über die Down-Load-Funktion in die Protokollkarte geladenen Anwenderprogrammes.

2.3 Datenaustausch über DATA-IN- und DATA-OUT-Register

Der Datenaustausch vom PC zur Protokollkarte erfolgt über das DATA-OUT-Register. Dieses Register ist ein Schreibregister für den PC und ein Lese-Register für die Proto-

kollkarte. Der Datenaustausch von der Protokollkarte zum PC erfolgt entsprechend über das DATA-IN-Register.

3. Betriebssystem-Funktionen

Das Betriebssystem der Protokollkarte enthält alle zur Initialisierung der Karte und zur Kommunikation mit dem PC notwendigen Programme. Außerdem beinhaltet es eine Anzahl von Programmen die auf entsprechende Anforderung vom PC aus ausgeführt werden können. Das Betriebssystem der Protokollkarte ist in C und Assembler geschrieben (Microsoft-C Version 5.1 und Microsoft-Assembler MASM).

3.1 System-Selbsttest

Nach dem Einschalten des PC's wird ein Selbsttest ausgeführt. Dieser besteht zunächst aus dem Test des Festwertspeichers (ROM) durch Bildung einer Checksumme und deren Vergleich mit einem Sollwert. Dann wird der Schreib-/Lesespeicher (RAM) bitweise auf fehlerfreie Funktion überprüft, dies geschieht durch Schreiben und Lesen von Informationen nach einem geeigneten Algorithmus.

3.2 System-Initialisierung

Nach dem Selbsttest werden sämtliche Peripherie-IC's des auf der Protokollkarte befindlichen Prozessors initialisiert. Danach ist eine Kommunikation mit dem PC-Prozessor sowie mit anderen Komponenten außerhalb der Protokollkarte möglich. Nach der System-Initialisierung wird die Betriebsbereitschaft der Protokollkarte im vom PC lesbaren Statusregister der Karte durch ein entsprechendes Statuswort angezeigt.

3.3 Download - Funktion

Nach dem Selbsttest und der Initialisierung der Karte können beliebige anwendungsspezifische Programme vom PC in die Protokollkarte heruntergeladen und gestartet werden. Die Programme sind dazu auf der Festplatte oder einem anderen

Datenträger des PC's abgelegt und können zeichenweise über das DATA-OUT-Register, welches vom PC beschrieben und von der Protokollkarte gelesen werden kann, in die Protokollkarte geladen werden. Dort werden sie im Halbleiterspeicher abgelegt und können durch einen Steuerbefehl des PC's gestartet werden.

4 Kommunikation der Protokollkarte mit anderen PC-Karten

Zur direkten Kommunikation mit weiteren PC-Karten, z.B. einer Funk-Modem-Karte, ist ein paralleles Interface (8bit) vorgesehen. Dadurch ist eine Kommunikation mit anderen PC-Karten ohne Belastung des PC-Busses möglich. Voraussetzung dafür ist ein kompatibles Interface auf der anderen PC-Karte. Ein entsprechender Treiber für diese Schnittstelle wird in der Regel von der anderen PC-Karte abhängen und kann über die Download-Funktion vom PC geladen werden.

5. Anwendungsabhängige Protokoll-Software

Als PRO-COM-Protokoll-Software können alle in Diskussion befindlichen Schicht-2-Protokolle alternativ eingesetzt werden. Sie können wie anwendungsspezifische Software vom Massenspeicher des PC's in die Protokollkarte geladen und dort zur Ausführung gebracht werden. Zur Entlastung des PC-Prozessors ist vorgesehen, auch Protokolle der Schicht 3 sowie standardisierte und neu definierte Dienste und Protokolle der Schichten 4-7 auf die Protokollkarte auszulagern.

6. Hardwarebeschreibung der Protokollkarte

Als Prozessor kommt auf der Protokollkarte ein INTEL 80188 Prozessor zum Einsatz. Der 80188 ist ein zum INTEL 8088/8086 Objekt-Code-kompatibler Prozessor mit zusätzlichen Peripheriefunktionen. Er arbeitet mit einem 8-Bit-Datenbus, ist jedoch intern mit einer 16bit-Architektur ausgestattet. Der Adressierungsbereich des 80188 umfaßt 1 MByte. Auf dem Chip bereits integriert sind zwei DMA-

Kanäle, ein programmierbarer Interrupt-Controller, drei 16bit-Timer und eine programmierbare Chip-Select-Logik. Zusätzlich zum 80188 befindet sich auf der Protokollkarte noch weitere Hardware:

5.1 Festwertspeicher (ROM)

Der ROM-Bereich enthält das Betriebssystem der Protokollkarte und ist in EPROM's des Typs 27xxx (27128 oder 27256) realisiert.

5.2 Schreib-/Lese-Speicher (RAM)

Der RAM-Bereich der Protokollkarte ist mit dynamischen RAM's des Typs 514256 realisiert, der von verschiedenen Herstellern (NEC, HITACHI) angeboten wird. Die Organisation auf dem Chip ist 4bit * 256K. Der 1MByte-Adressraum des 80188-Prozessors läßt sich demnach mit 8 IC's realisieren. Das zyklische Auffrischen der dynamischen RAM's wird zur Entlastung des Prozessors durch einen DRAM-Controller vom Typ 82C08 des Herstellers INTEL durchgeführt. Im RAM-Bereich werden die über die Down-Load-Funktion geladenen Programme abgelegt und ausgeführt. Außerdem wird ein Teil des RAM-Bereichs für Prozessor-Stacks sowie Semaphoren und andere Datenstrukturen des Betriebssystems benötigt.

5.3 Kommunikationsregister zum PC-Bus

Für die Kommunikation der Protokollkarte mit dem PC existieren vier Kommunikationsregister (siehe Abschnitt 2.). Über das CONTROL-Register kann der Protokollkarte ein Befehlsword übergeben und beim Prozessor der Protokollkarte ein Interrupt ausgelöst werden. Die Interrupt-Anforderung wird durch ein Flip-Flop gespeichert, dessen Ausgang direkt mit einem Interrupt-Eingang des 80188-Prozessors der Protokollkarte verbunden ist. Das Flip-Flop wird durch das Lesen des Control-Registers vom Prozessor der Protokollkarte zurückgesetzt. Durch das Befehlsword können vom PC aus auf der Protokollkarte entsprechende Aktionen ausgelöst werden.

In umgekehrter Richtung kann durch den Prozessor der Protokollkarte über das STATUS-Register an den Prozessor des IBM-PC's ein Statuswort übergeben und ein Interrupt beim Prozessor des PC's ausgelöst werden. Die Interrupt-Anforderung wird durch ein Flip-Flop gespeichert, dessen Ausgang direkt mit einem Interrupt-Signal des PC-Busses verbunden ist. Das Flip-Flop wird durch das Lesen des STATUS-Registers vom Prozessor des IBM-PC's zurückgesetzt.

Im Gegensatz zum STATUS- und zum CONTROL-Register, die für den Austausch von Steuerinformationen vorgesehen sind, dienen das DATA-IN- und das DATA-OUT-Register dem Austausch umfangreicherer Datenmengen (Benutzerinformationen). Zur besseren Entkopplung der beiden Prozessoren sind diese beiden Kanäle jeweils mit einem 4kByte FIFO gepuffert. Eine Erweiterung auf 8kbyte ist bei Bedarf möglich und bereits vorgesehen. Zur Steigerung des Durchsatzes können beide Register sowohl beim Schreiben als auch beim Lesen durch DMA-Controller bedient werden. Auf der Protokollkarte dient hierzu ein DMA-Kanal des 80188-Prozessor's, auf der PC-Seite wird ein freier Kanal der beiden auf dem PC-Board vorhandenen 8237-DMA-Controller (INTEL) verwendet. Schreibvorgänge in diese beiden Register lösen keinen Interrupt beim jeweils anderen Prozessor aus.

5.4 Adressdekodierung für den PC-Bus

Die Adressdekodierung der Kartenregister, d.h. die Festlegung der Adressen im I/O-Adressraum des PC's, erfolgt durch einen Adressdekoeder auf der Protokollkarte. Die Anfangsadresse dieses Registersatzes ist über einen DIL-Schalter einstellbar.

5.5 Timer

Die drei programmierbaren 16-Bit-Timer des 80188-Prozessors stehen für Anwendungsprogramme zur freien Verfügung und können zur Überwachung bestimmter Echtzeitbedingungen (z.B. Time-Out-Funktion) eingesetzt werden.

5.6 Kommunikationsport zum Anschluß weiterer PC-Karten

Für die direkte Kommunikation mit einer anderen PC-Karte ist ein Parallelport 8255 (INTEL) vorgesehen. Die Anschlüsse dieses Ports sind auf einen Steckverbinder geführt, von dort kann die Verbindung zu einer anderen Karte mittels eines Flachbandkabels erfolgen. Die direkte Kommunikation mit einer anderen Karte setzt auf dieser Karte ein kompatibles Interface und entsprechende Treiber-Software auf beiden Karten voraus. Die Treiber-Software für das Kommunikationsport auf der Protokollkarte ist abhängig von der jeweiligen Anwendung und kann über die Down-Load-Funktion des Betriebssystems vom PC heruntergeladen werden.

Literatur:

/HeWa89/ Th. Hellmich, B. Walke:

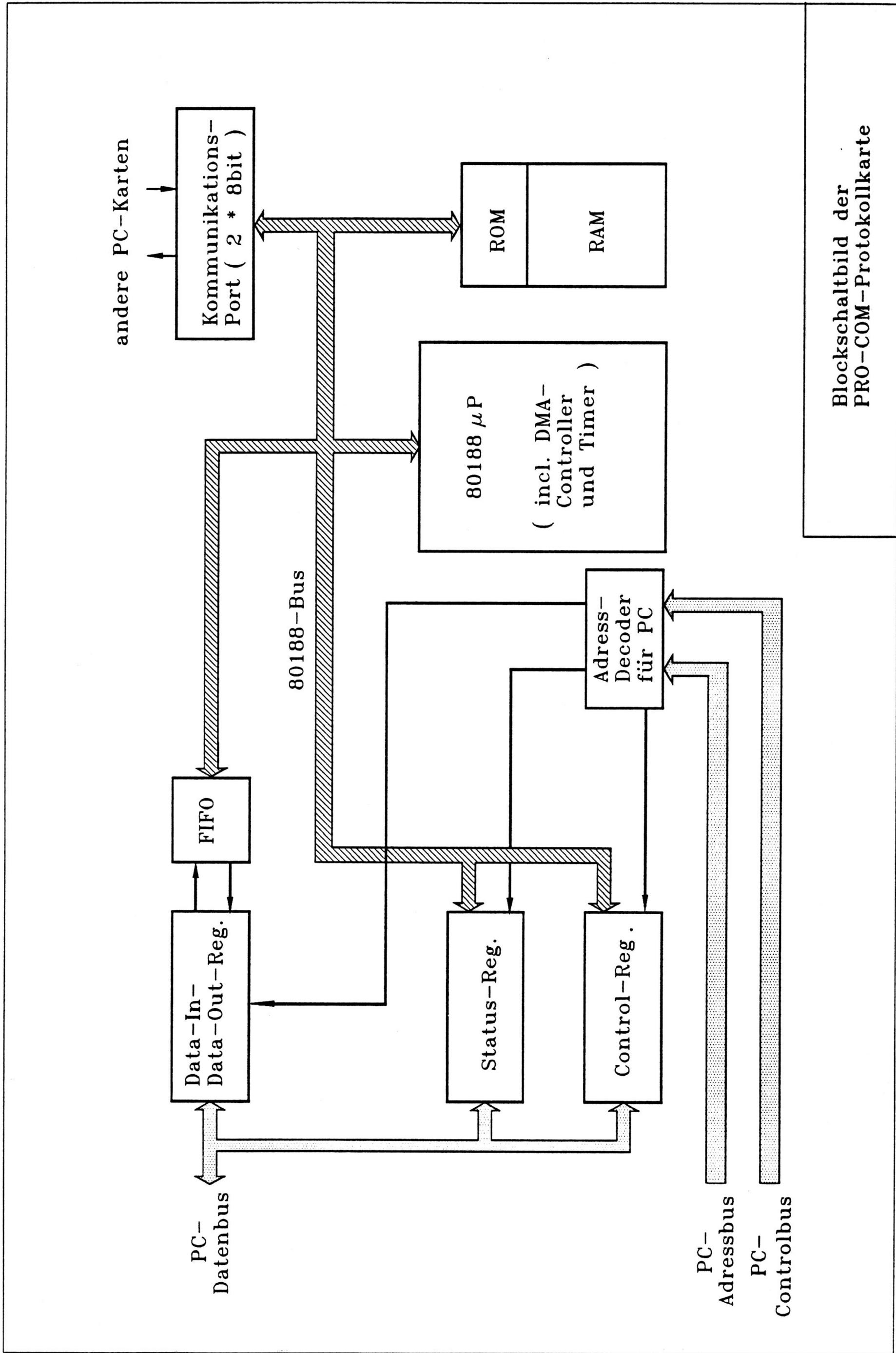
Highly reliable radio channels for PROMETHEUS applications,
Proc. 1st PROMETHEUS WORKSHOP Wolfsburg,
May 1989, pp. 293 - 299.

/HWRR89/ Th. Hellmich, B. Walke, F. Reichert, J. Rückert:

"CSAP-2 -a mobile network media access protocol",
2nd PROMETHEUS WORKSHOP, Stockholm Oct. 1989,
pp.490-502

/HZW89/ Th. Hellmich, W. Zhu, B. Walke:

"Performance analysis of DCAP: A decentral multiple access control protocol for mobile radio networks"



Blockschaltbild der PRO-COM-Protokollkarte