

Seminar Datenverarbeitung SS'99

Digital gesteuerte Analogbausteine

Vortragender: Martin Schlachta
Betreuer: Dr.-Ing. Nowack

Einführung:

Dieses Seminar soll einen kurzen Überblick geben über digital gesteuerte Analogbausteine. Hierzu wird das Innenleben und die Kennwerte einiger Bausteine näher betrachtet. Zunächst sollen relativ einfache OP-Verstärker-Bausteine vorgestellt werden, bei denen die ‚settling-time‘ eine große Rolle spielt.

- PGA 100 digitally-controlled programmable gain/multiplexed input OP-Amp
- PGA 102 digitally-controlled programmable-gain/fast-settling OP-Amp.
- PGA 200/201 digitally-controlled programmable-gain instrumentation amp.

Diese ‚settling-time‘ wird im weiteren Verlauf des Seminars nochmals erläutert und anhand einer einfachen Verstärkerschaltung mit dem OP μ A741 gezeigt werden.

Des weiteren werden komplexe EPAC (electrically programmable analog circuit) vorgestellt und der interne Aufbau sowie die Möglichkeiten, die sich bei diesen Bausteinen ergeben, erläutert. Zu diesen Bausteinen zählen:

- IMP 50 E 10 programmable analog signal-conditioning circuit
- IMP 50 E 20 programmable gain and function amplifier
- IMP 50 E 30 programmable monitoring and diagnostic data acquisition IC

Zum Schluß soll noch kurz ein Ausblick in die Zukunft gegeben werden.

Wozu braucht man digital gesteuerte Analogbausteine?

Man stelle sich vor, daß man analoge Signale mit großer Auflösung messen möchte, die eine große Dynamik aufweisen, dh. daß die möglichen Werte einen großen Bereich abdecken. Im Normalfall müßte man sehr viele Meßschritte wählen, um eine halbwegs vernünftige Auflösung zu erhalten. Besser ist es natürlich, den Meßbereich in mehrere kleinere Meßbereiche zu unterteilen, die den Meßwert mit hoher Auflösung erfassen können. Diese Unterteilung der Meßbereiche erhält man mit Hilfe digital gesteuerter OP-Verstärker, deren Verstärkung digital in Dezimal- oder in Binärschritten einstellbar ist.

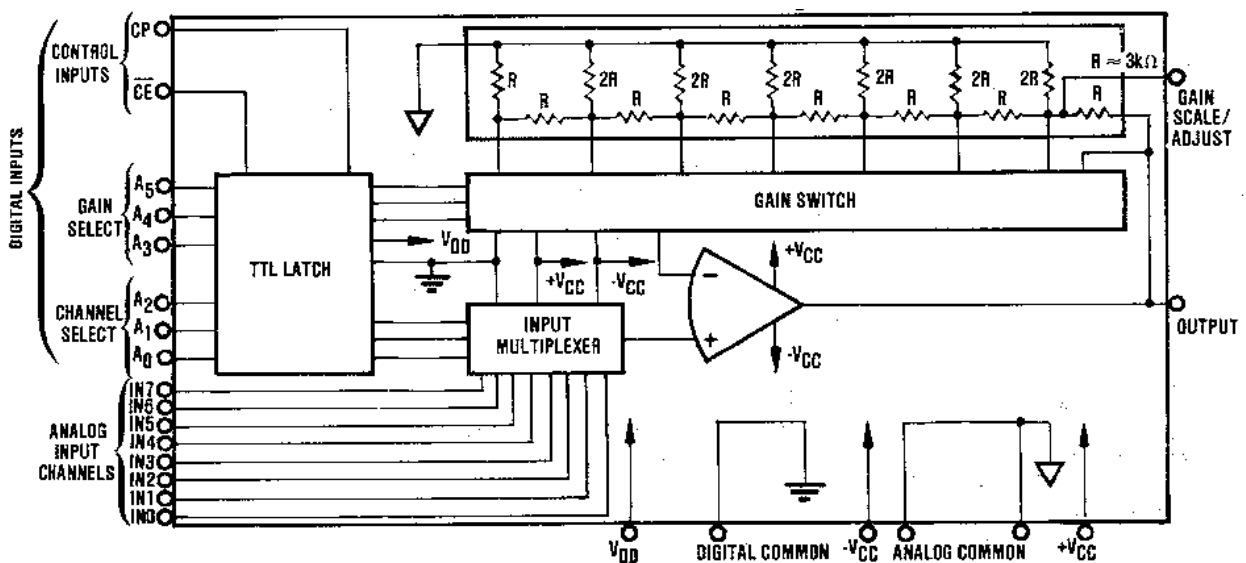
Zusätzlich bieten diese Bausteine die Möglichkeit, mehrere Signale zu erfassen, weil sie über Eingangsmultiplexer verfügen. Hohe Präzision, die durch Lasertrimmung erreicht wird, und der unproblematische Anschluß an jeden Mikroprozessor ohne weitere Abgleicharbeiten machen die Bausteine universell einsetzbar und einfach in der Handhabung.

PGA 100 (digitally-controlled programmable gain/multiplexed input OP-Amp)

Eigenschaften des PGA 100:

- Hohe Verstärkungsgenauigkeit: max. 0.02%
- kleiner Linearitätsfehler: max. 0.005%
- kurze settling-time (Einpendelzeit): 5 μ s bei 0.01% Fehlerband
- kleines Kanalübersprechen: max. 0.003%
- Eingangsschutz bis zur Spannung $\pm 20V$ über $\pm V_{CC}$
- 8 analoge Eingänge mit hohem Eingangswiderstand von 10^{11} Ohm
- Verstärkung in Binärschritten: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 (V/V)
- Volle Mikroprozessor-Kompatibilität

Blockschaltbild des PGA 100



Im Blockschaltbild erkennt man drei hauptsächliche Bereiche:

- digitaler Teil: Latch und Eingangsmultiplexer
- Verstärkungsschaltwerk mit R-2R-Netzwerk
- Operationsverstärker als eigentliches Herz des Bausteins

Die Funktionsweise des PGA 100:

Verstärkungseinstellung:

Die Verstärkungseinstellung erfolgt mit den Anschlüssen A3, A4, A5 wie es in der folgenden Tabelle ersichtlich ist. Intern wird somit einer der 8 Eingänge am ‚gain-switch‘ mit dem Operationsverstärker –Rückkoppelleingang verbunden. Auf diese Weise erreicht man ein schnelles Umschalten zwischen den verschiedenen Verstärkungen.

GAIN SELECT			GAIN	CHANNEL SELECT			CHANNEL
A5	A4	A3		A2	A1	A0	
0	0	0	1	0	0	0	IN0
0	0	1	2	0	0	1	IN1
0	1	0	4	0	1	0	IN2
0	1	1	8	0	1	1	IN3
1	0	0	16	1	0	0	IN4
1	0	1	32	1	0	1	IN5
1	1	0	64	1	1	0	IN6
1	1	1	128	1	1	1	IN7

Wahl der Eingänge:

Die Wahl der Eingänge erfolgt mit den Anschlüssen A0, A1, A2 (siehe Tabelle). Dies Verstärkungsfaktor- und Eingangseinstellungen werden mit Hilfe des Latch bei einer positiven Flanke des Clocksignals übernommen, und so wird erreicht, daß ein bestimmter Eingang permanent durchgeschaltet und mit einem bestimmten Verstärkungsfaktor belegt ist.

Skalierung der Schrittweiten:

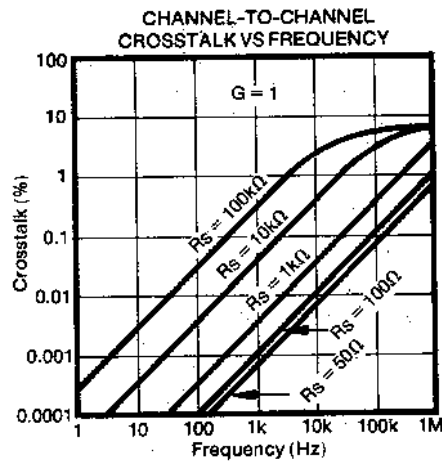
Wenn man andere Verstärkungsschritte braucht, als die die (von Werk aus) gegeben sind, so kann man diese skalieren. Diese bedeutet, daß sowohl die Reihenfolge als auch die einzelnen Schritte veränderbar sind. Die Skalierung erfolgt mit Hilfe des ‚gain/adjust‘-Anschlusses, und es sind folgende Einstellungen (beispielsweise) möglich:

- 1, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 (durch zusammenschalten von Pin 11 und 12)
- 1, 1.5625, 3.125, 6.25, 12.5, 25, 50, 100
- 1, 12.5, 25, 50, 100, 100, 400, 800
- 1, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024

Kanal-Übersprechen:

Eine wichtige Größe bei Messungen von mehreren analogen Signalen ist das Kanal-Übersprechen. Dieser Effekt beschreibt den Einfluß abgeschalteter Eingangskanäle (also mit dem Multiplexer nicht gewählter Kanäle) auf die Ausgangsspannung. Im Idealfall sollte dieser Effekt

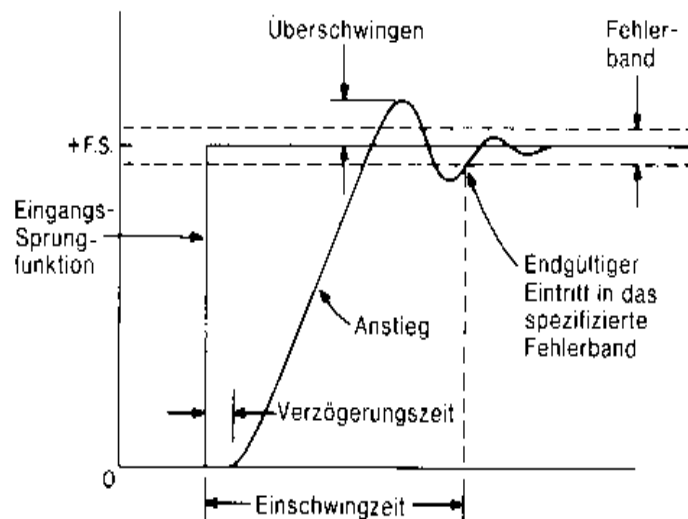
gar nicht vorkommen, aber in der Praxis ist er kaum zu verhindern. Im Gegenteil, dieser Störeinfluß nimmt sogar mit steigender Frequenz zu (wegen kapazitiver Kopplung der Eingangskanäle) und nimmt ebenso zu mit steigendem Quellwiderstand. Diese Abhängigkeiten erkennt man gut im folgenden Diagramm aus dem Datenblatt:



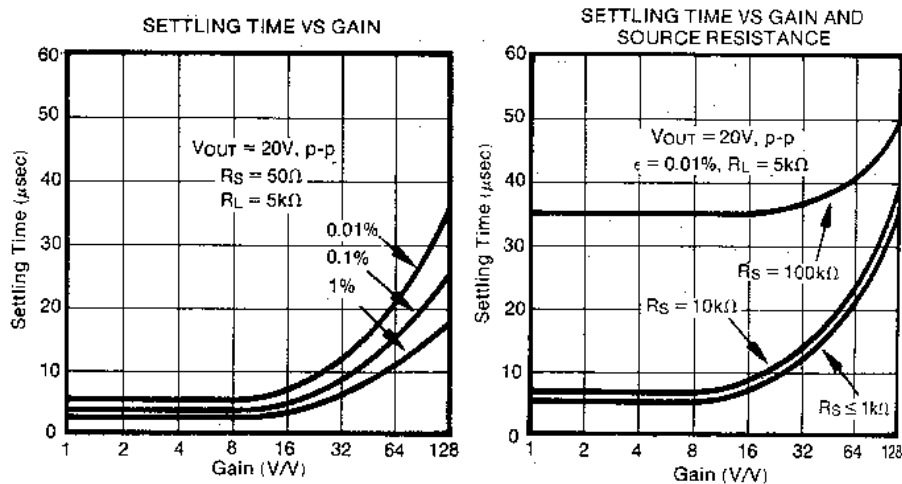
Ein weiterer Nachteil ist, daß das Eingangssignal und die Störeinflüsse gleichermassen verstärkt werden, was dazu führt daß mit steigender Frequenz auch der Signal-Störabstand kleiner wird. Aus diesem Grunde sollten alle nicht benutzten Eingänge immer auf Masse gelegt werden, um die Störeinflüsse zu minimieren.

Settling-time:

Eine wichtige Größe in der analogen Datenerfassung und Verarbeitung ist die ‚settling-time‘ (Einpendelzeit). Diese Größe beschreibt die Zeit, die gebraucht wird vom Auflegen eines Eingangssignals bis zum Einpendeln des zugehörigen Ausgangswertes innerhalb bestimmter Toleranzgrenzen (genannt Fehlerband).



Diese Zeit ist so wichtig, weil sie praktisch den möglichen Datendurchsatz beschreibt. Die jeweilige Stufe eines Gesamtsystems muß auf die geforderte Genauigkeit eingeschwingen sein, bevor die nächste Stufe in Betrieb genommen werden kann. Diese Größe ist in der Praxis leider vom Quellwiderstand und von der Verstärkung abhängig (siehe Datenblattauszug unten). Die kleinste ‚settling-time‘ erreicht man laut Datenblatt bei einer Verstärkung von kleiner 16 und einem Quellwiderstand von weniger als 10kOhm.



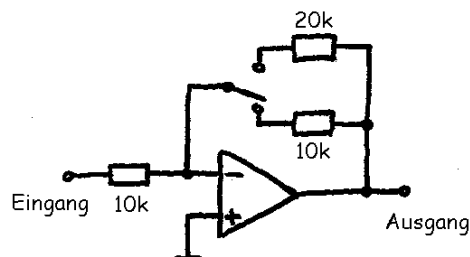
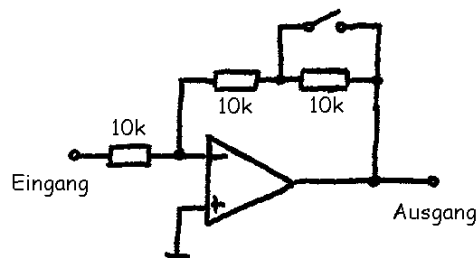
‚Settling-time‘-Demonstration:

Mit Hilfe eines kleinen Versuchsaufbaus mit dem OP-Verstärker $\mu A741$ soll nun die ‚settling-time‘ erläutert werden.

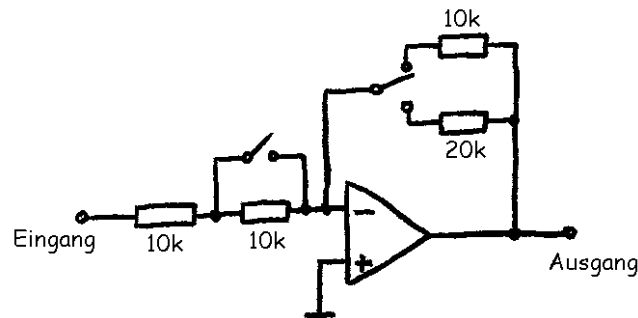
Prinzipiell kann man die Verstärkung eines OP-Verstärkers dadurch ändern, daß man die Kombination der Widerstände R_1 und R_2 verändert. Bei einem invertierenden Verstärker ist die Verstärkung definiert durch:

$$G = -\frac{R_2}{R_1}$$

Nun gibt es zwei Möglichkeiten diese Umschaltung durchzuführen:



Die Versuchsschaltung beinhaltet beide Umschaltmöglichkeiten und sieht so aus:



Bei der Versuchsdurchführung wird am Eingang ein Signal von 1V angelegt und das Ausgangssignal wird am Oszilloskop sichtbar gemacht. Die Umschalter sind Reed-Relais, die von einem Funktionsgenerator mit einer wählbaren Frequenz zwischen 1Hz und 100kHz (laut Datenblatt der Reed-Relais) geschaltet werden können.

In der Praxis stellt sich heraus, daß die erste vorgestellte Schaltung besser ist als die zweite. Dies ist darauf zurückzuführen, daß bei der zweiten Schaltung das Reed-Relais zwischen zwei Widerständen hin und her schaltet und somit für eine kurze Zeit ‚in der Luft‘ hängt und der OP-Verstärker kurzzeitig keine Rückkopplung mehr hat. Dies führt dazu, daß die Verstärkung des Ausgangssignals gegen V_0 läuft und das Ausgangssignal somit stark verzerrt wird. In der Ersten Schaltung gibt es diesen Effekt nicht, da zu jeder Zeit eine Rückkopplung besteht.

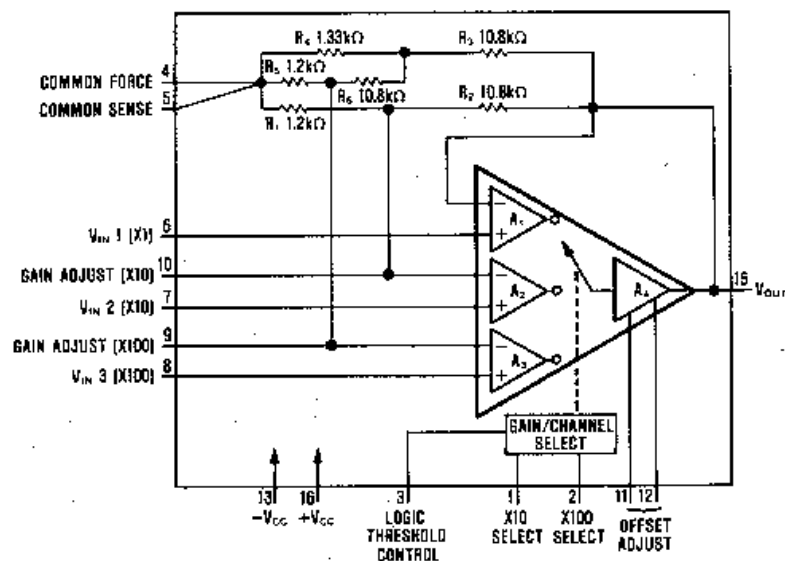
Leider sieht man an diesem Versuchsaufbau aber nicht die elektronischbedingte ‚settling-time‘, sondern vielmehr das mechanischbedingte Prellen der Reed-Schalter. Doch auch das ist ein Effekt, der mit der elektronischbedingten ‚settling-time‘ vergleichbar (nur viel stärker) ist.

PGA (102 digitally-controlled programmable-gain/fast-settling OP-Amp.)

Eigenschaften des PGA 102:

- drei festgelegte Verstärkungsfaktoren: 1x, 10x, 100x
- kleiner Verstärkungsfehler: 0.01% (0.02% PGA 100)
- kleine Verstärkungsdrift: 5ppm/°C
- kleiner Linearitätsfehler: 0.003% (0.005% PGA 100)
- kleine settling-time: 2.8µs bei 0.01% Fehlerband (5µs PGA 100)
- drei unabhängige Eingänge mit separatem Verstärkungsfineinabgleich
- kleine Kosten

Blockschaltbild des PGA 102:



Man erkennt folgende Bereiche:

- Operationsverstärker mit drei umschaltbaren Eingängen
- Präzisions-Dünnschicht-Widerstandswerk R1-R6
- Digitale Einheit zum Wählen der Verstärkung und des Eingangskanals

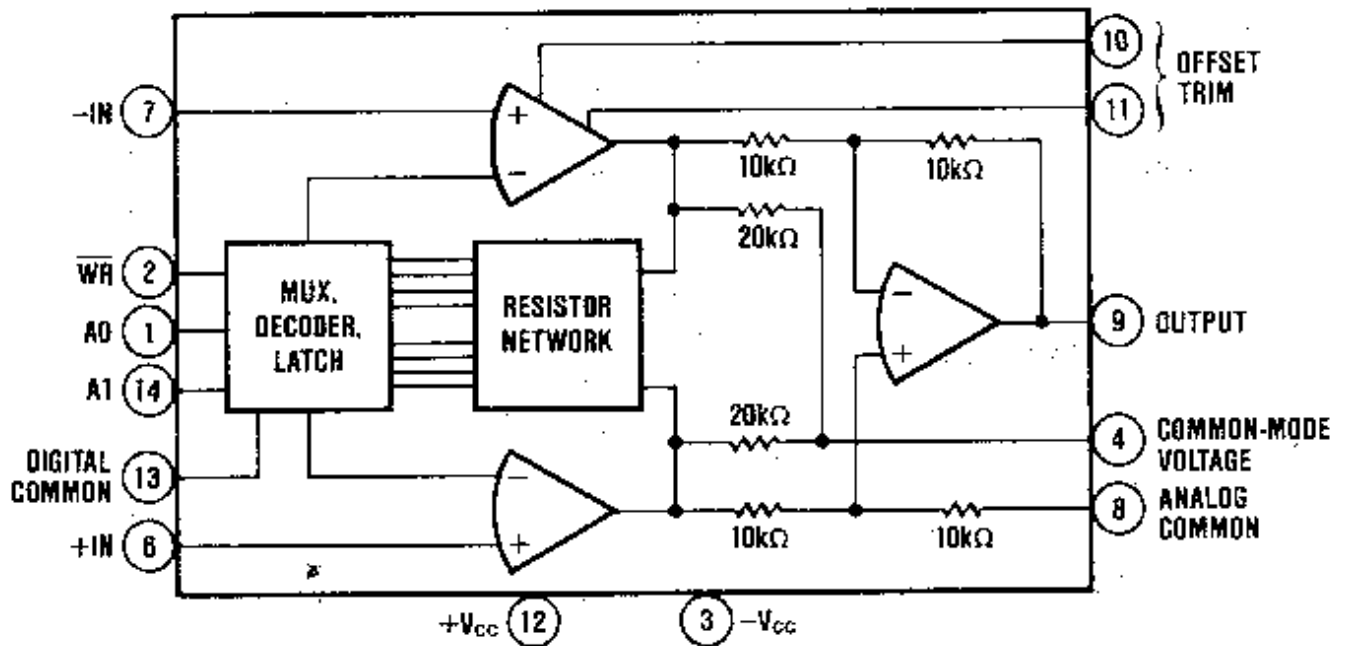
Dabei ist zu beachten, daß jeweils immer nur eine Eingangsstufe zur gleichen Zeit wählbar ist, und daß die übrigen Eingangsstufen deaktiviert werden. Jeder Eingangskanal hat eine gesonderte Verstärkung.

PGA 200/201 (digitally-controlled programmable-gain instrumentation amp.)

Eigenschaften des PGA 200/201:

- PGA 200: Verst.-stufen: 1, 10, 100, 1000 (decade modell)
- PGA 201: Verst.-stufen: 1, 8, 64, 512 (binary modell)
- kleiner Verstärkungsfehler: 0.02% max. (wie PGA 100)
- Linearitätsfehler: 0.012% max. (0.003% PGA 102)
- kleine Offsetspannung: 25 μ V max. bei G=1000
- kleine Offsetspannungsdrift: 0.30 μ V/ $^{\circ}$ C max. bei G=1000
- ABER: hohe settling-time: 40 μ s, bei G=1000 sogar 670 μ s bei 0.01%

Blockschaltbild des PGA 200/201:



Beschreibung:

Wie man schon an der Typenbezeichnung erkennen kann, handelt es sich bei diesem Baustein um einen Instrumentenverstärker. Instrumentenverstärker zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie einen sehr hohen Eingangswiderstand haben (ca. 1 G Ω), der daraus resultiert, daß die beiden Eingangs-OPs FET-OPs sind. Ein weiteres Kennzeichen dieser Bausteine ist der symmetrische Eingangswiderstand, dh. daß sowohl der positive als auch der negative Eingang des Instrumentenverstärkers völlig symmetrisch, also den gleichen Eingangswiderstand aufweisen.

Wie man schon an den Eigenschaften erkennen kann, weichen die Daten etwas ab gegenüber den bereits vorgestellten Bausteinen. Besonders auffällig ist die settling-time bei einer Verstärkung von $G=1000$, sie beträgt $670 \mu\text{s}$ bei einem Fehlerband von 0.01% . Auch der Linearitätsfehler ist größer geworden. Leider muß man offensichtlich diese Nachteile in Kauf nehmen, wenn man einen Instrumentenverstärker haben will, der dafür sehr kleine Offsetspannung und eine kleine Offsetspannungsdrift haben soll.

Beachtlich ist auch die Tatsache, daß man bei diesem Baustein das Widerstandswerk auf einem getrennten Substrat realisiert und damit eine thermische Entkopplung von der Ausgangsstufe erreicht hat. Dies Resultiert in sehr guter Genauigkeit und Stabilität des Bausteins.

IMP-Bausteine:

Kurze Einführung:

Die Firma IMP wurde im Jahre 1981 gegründet (damals hieß sie International Microelectronic Products), und seit 1993 wird sie kurz IMP genannt. Das Unternehmen hat sich von Beginn an auf ASICs (anwendungsspezifische ICs) spezialisiert und war eine der ersten Firmen, die es geschafft haben analoge und digitale Technik auf einem Chip zu vereinigen. Mittlerweile ist IMP Technologieführer auf dem Gebiet der analogen Signalverarbeitung für Computer, Kommunikation und Überwachungsaufgaben.

Allgemeine Beschreibung der IMP-Bausteine:

Die hier vorgestellten IMP-Bausteine zählen zu den EPAC-ICs (electrically programmable analog circuit). Dank der sehr hohen Integration besitzen diese Bausteine sehr viele Funktionen auf einem kleinen Raum. Die in-system-Programmierbarkeit und die Vielfalt der auf dem Chip integrierten Funktionen lassen kurze Entwicklungszeiten teilweise komplexer Analogschaltungen zu. Aufwendige Schaltungen lassen sich in kürzester Zeit realisieren, ohne daß große Erfahrung im Analogdesign notwendig ist. Daraus resultieren natürlich auch kleine Gesamtsystemkosten, weil wenig Zeit und wenige Spezialisten benötigt werden.

Die Bausteine sind im Module unterteilt, welche jeweils eine programmierbare Charakteristik aufweisen. Man braucht sich des weiteren keine Gedanken zu machen über:

- Offsetabgleich
- Temperaturdriften
- Parasitäre Kapazitäten
- Stabilität
- Verstärkungsbandbreite
- Minimierung der Leistungsaufnahme

Somit sind diese Bausteine sehr universell und einfach einsetzbar.

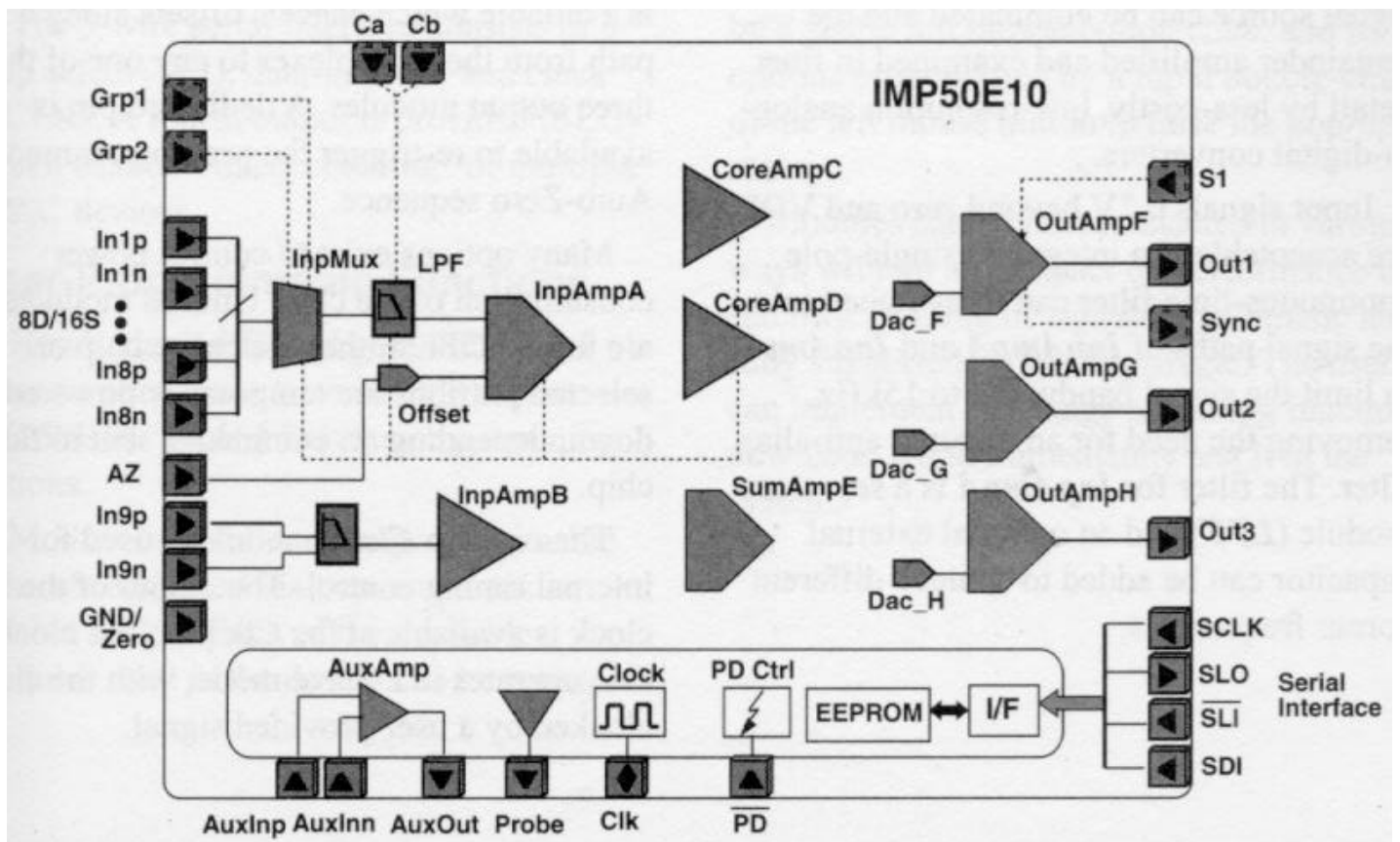
Analog Magic Software:

Mit Hilfe der Analog Magic Software lassen sich diese Bausteine besonders einfach und schnell programmieren. Die Software ist sehr anwenderfreundlich und zukunftssicher durch mögliche Erweiterungen.

Weitere Eigenschaften werden nun zusammengefaßt:

- intuitives Interface
- pop-up Menüs
- kontextsensitive Hilfe
- Design-checking-Funktionen
- correct by construction approaches
- unterstützt alle gängigen und alle zukünftigen EPACs
- EPAC-Datenbank erweiterbar
- Debugging Möglichkeit (Software- oder Hardwaredebugging über Probe)

Blockschaltbild des IMP 50 E 10:



Man erkennt folgende Bereiche:

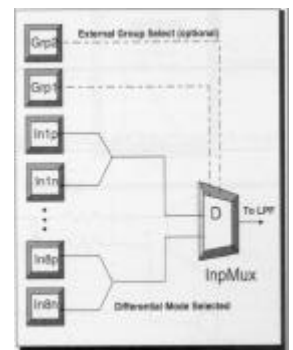
- Eingangsmodule (input modules)
- Interne Module (core modules)
- Ausgangsmodule (output modules)
- utility section
 - serielles Interface
 - Speichermodul
 - Powermanagement
 - Oszillator
 - Probe
 - externer OP

Die einzelnen Module sollen nun näher vorgestellt werden:

- Input multiplexer module
- Tiefpaß-filter
- Offset module
- Input-amplifier module A,B
- Core modules C,D,E
- Output modules F,G,H
- DAC modules F,G,H
- zusätzlicher Operationsverstärker
- clock module
- power management
- Magic probe

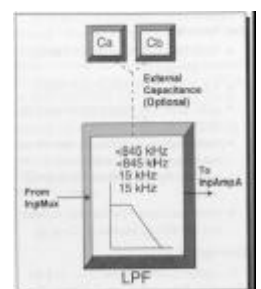
Input Modul:

- 8 differentielle oder 16 einfache Eingänge
- Kanäle über serielle Schnittstelle wählbar
- Kanäle in vier Gruppen unterteilbar
- Gruppen über serielle Schnittstelle, oder über group-select-pins wählbar
- eingebaute zero-reference für auto-zero-Funktion



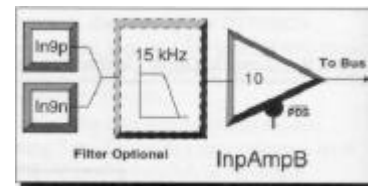
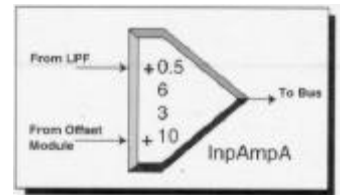
Tiefpaßfilter-Modul:

- Interne Kapazität ($f=15\text{kHz}$), oder externe Kapazität
- für andere cut-off Frequenzen wählbar
- Berechnung externer Kapazität
- filtert differentielle und einzelne Signale
- passives Filter (keine Leistungsaufnahme)
- für jede Gruppe eigene Einstellung möglich



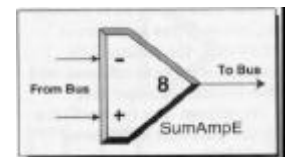
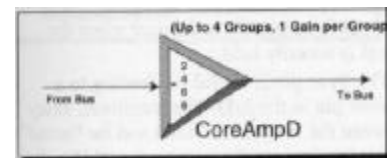
Eingangsverstärker-Module:

- Eingangsverstärkermodul A
 - Differentielle und einfache Eingänge
 - local auto-zero
 - 1/f Rauschunterdrückung
 - Verstärkungsstufen wählbar: 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10
 - verschiedene Verstärkungen für verschiedene Gruppen wählbar
- Eingangsverstärkermodul B
 - genauso wie Modul A, nur keine Gruppenwahl möglich
 - hat einen Filter mit fester Frequenz ($f=15\text{kHz}$) integriert



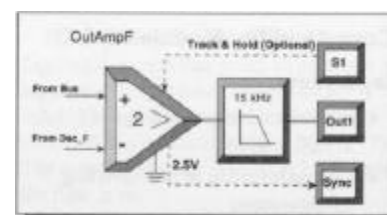
Core-Module:

- Core-amp Module C & D
 - programmierbare Verstärkungen 1, 1.5, 2, 3, 4, 6, 8, 10
 - als invertierender/nichtinv. Verstärker einstellbar
 - Gruppenunterstützung
 - kaskadierbar um Gesamtverstärkung zu erhöhen
 - lokale Offsetunterdrückung
 - lokale 1/f Rauschunterdrückung
- Core-amp. Modul E (Summierverstärker)
 - siehe Module C & D



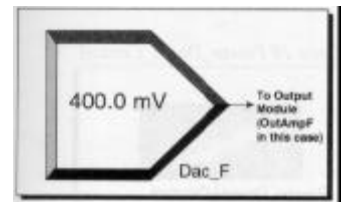
Output-Module:

- Verwendbar als:
 - Verstärker
 - Track&Hold
 - Komparator
 - Referenz
- fester ± 2 Verstärker
- einzelner Ausgang nach VSS, oder nach 2.5V
- optionaler tiefpaßgefilterter Ausgang ($f=15\text{kHz}$)
- track&hold mode with dedicated control pins (nur Modul F)
- Komparator mit optionaler 0.75V Hysterese
- Turbo-Mode für höhere Slew-rate



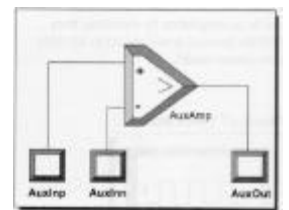
DAC-Module:

- 32 Spannungseinstellungen (= 4 Bit + 1 Sign)
- ein DAC für jedes Ausgangsmodule um folgende Einstellungen vorzunehmen:
 - threshold
 - level-shifting
 - supplying reference voltage



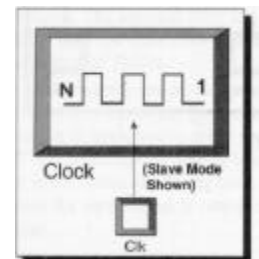
Zusätzlicher Verstärker:

- Input/output-pins von außen zugänglich um Rückkopplung einstellen zu können
- Turbo-Mode möglich
- kleine Leistungsaufnahme



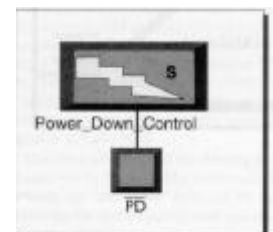
Clock-Modul:

- Master mode:
 - on-chip-Oszillator wird verwendet
 - kann externe Logic mit Takt versorgen
 - generiert Frequenzen zwischen 62kHz und 300kHz
- Slave mode:
 - von außen getaktet
 - akzeptiert externe Taktraten von 500kHz bis 4MHz
 - programmierbare input/output-Teiler
 - keine externen Komponenten nötig



Powermanagement:

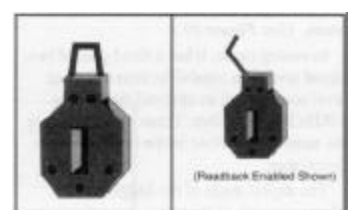
- Globale oder selektive Abschaltung einzelner Module möglich
- power-down-mode unter 4 μ A
- power-down über serielle Schnittstelle programmierbar
- power-down intern oder extern (über /pd) auslösbar
- Low-Power-Mode
- Turbo-Power-Mode



Sonstige Module:

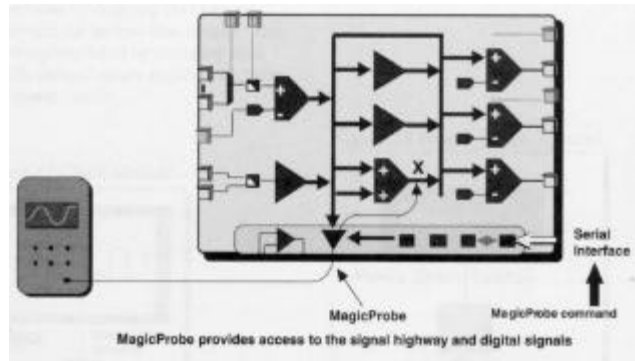
Security

- Schaltungskonfiguration kann gegen unberechtigtes Auslesen gesichert werden



Magic Probe

- Probe-Anschluß vorhanden
- hohe Eingangs- und kleine Ausgangsimpedanz
- Signalverfolgung im Baustein ohne Beeinflussung des Originalsignals möglich



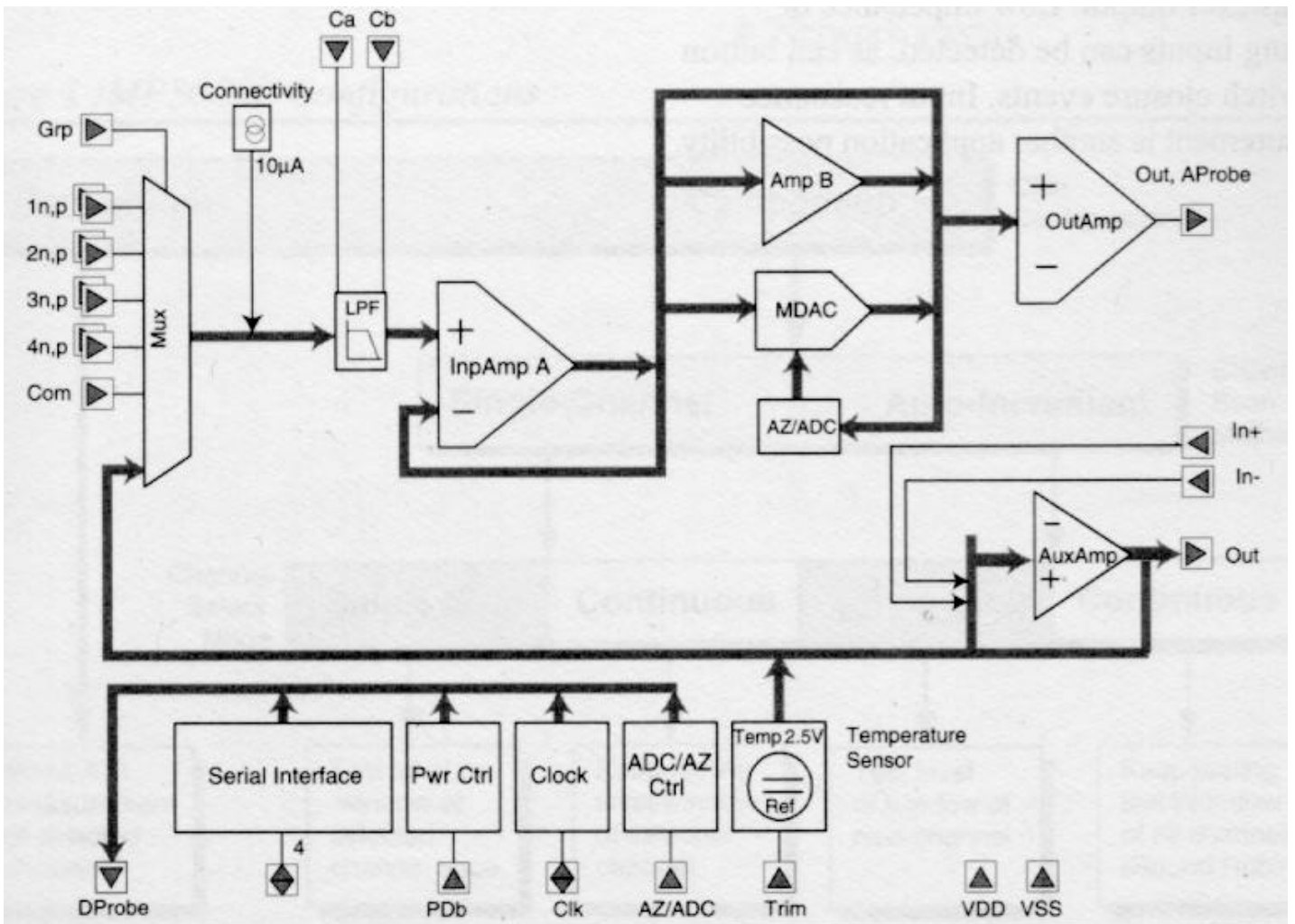
IMP 50 E 20 (programmable gain and function amplifier):

Der Vollständigkeit halber soll hier noch der Baustein IMP 50 E 20 kurz vorgestellt werden.

Der Baustein weist folgende Eigenschaften auf:

- Analogmultiplexer mit 8 einzelnen oder 4 differentiellen Eingängen
- drei Verstärkermodule
 - digitale Verstärkungseinstellung
 - Schritte von 3.95 bis 384 in 0.1% Schritten wählbar
- ADC Modus
 - kann genutzt werden um parasitäre Effekte zu reduzieren
 - kann Signalpegel anheben oder senken
 - kann als 8-Bit ADC mit sukzessiver Approximation konfiguriert werden
- floating input detector
- Auto-zero-Funktion bis $100\mu\text{V}$
- 100 kHz Systembandbreite
 - 38 MHz Verstärkungsbandbreiteprodukt
 - uneingeschränkt stabil
- on-chip Tiefpaß-Filter bei 15 kHz
- on-chip Temperatursensor
- real-time monitoring
 - AProbe: für alle analogen Leitungen
 - DProbe: für alle digitalen Leitungen

Blockschaltbild des IMP 50 E 20:

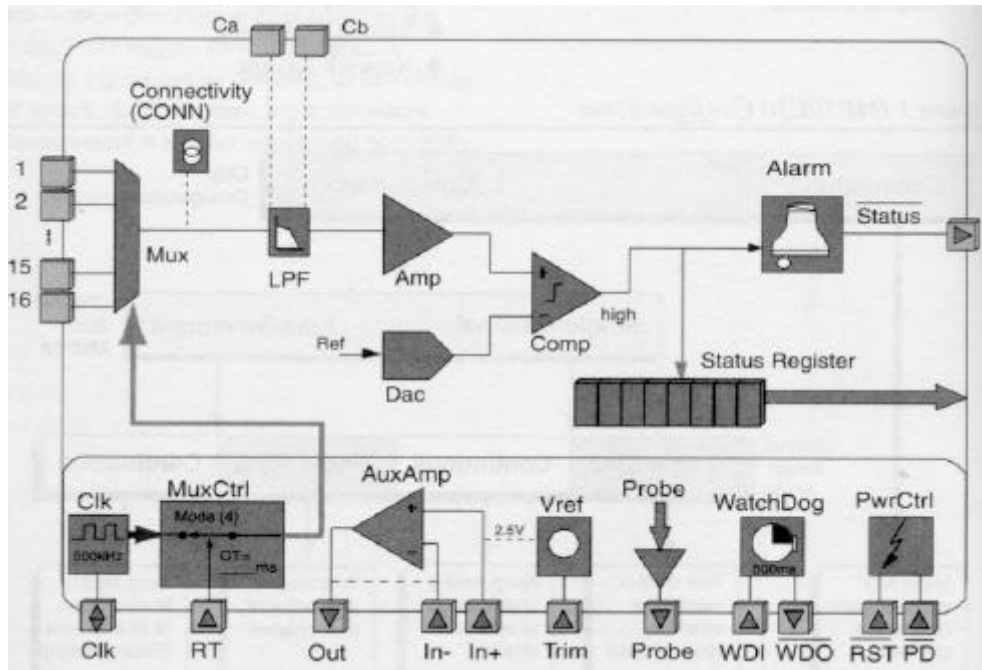


IMP 50 E 30 (programmable monitoring and diagnostic data acquisition IC)

Wie der Name bereits vermuten lässt, eignet sich dieser Baustein besonders gut für Überwachungsaufgaben. Er besitzt eine Reihe von gemultiplexten Eingängen, die entweder manuell (also vom Programm aus), oder automatisch umgeschaltet (gescannt) werden können. Des weiteren verfügt er über drei grundsätzliche Modi in denen der Baustein betrieben werden kann, nämlich:

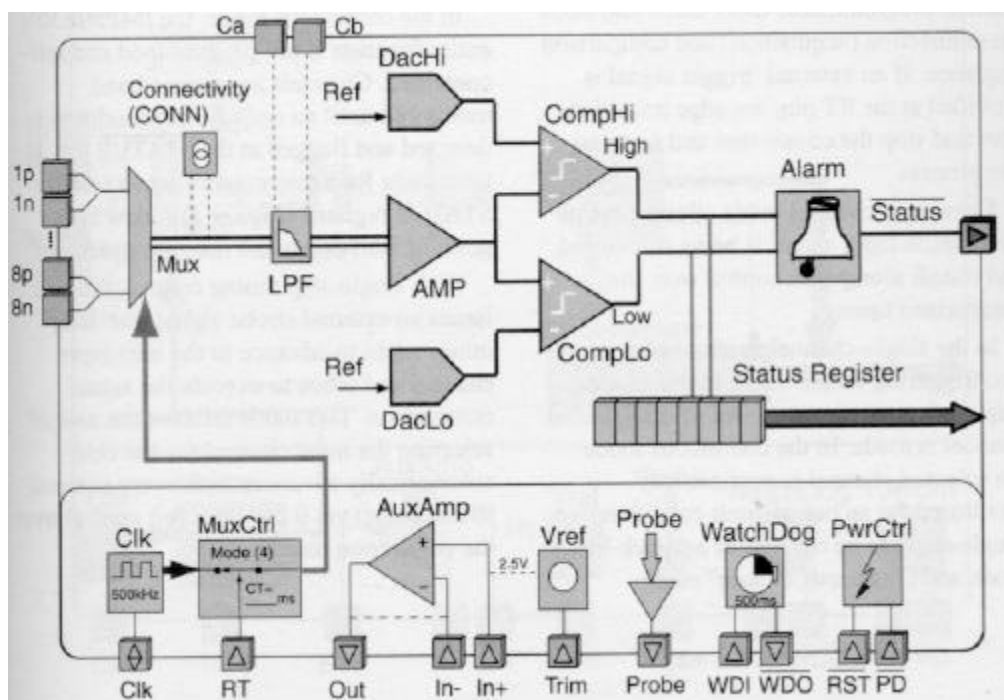
- Level-Komparator-Modus (Pegel-Komparator)
- Window-Komparator-Modus (Fenster)
- DAC-Modus

Level-Komparator-Modus:



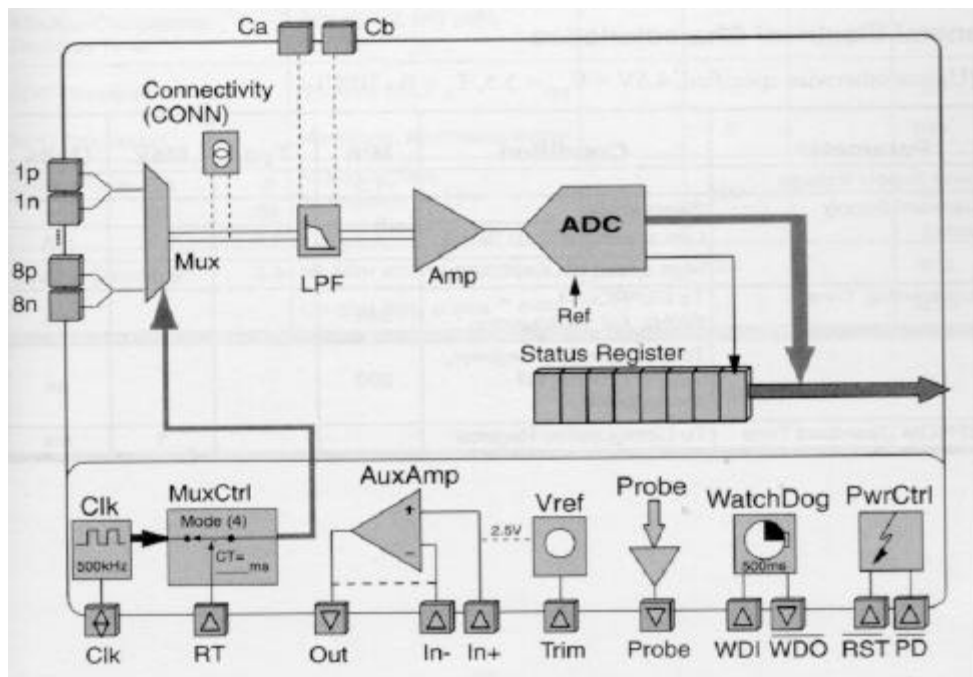
Der Level-Komparator-Modus eignet sich besonders zur Überwachung, ob ein bestimmter Wert über- bzw. unterschritten wird. Sobald ein bestimmter, programmierbarer (am DAC) Pegel erreicht wird, kann ein Alarm (Interrupt an einen Controller) ausgelöst werden. Falls ein Alarm ausgelöst wird, kann der Controller das Statusregister auslesen, um zu erfahren, welcher Wert über- bzw. unterschritten wurde und entsprechend reagieren.

Window-Komparator-Modus:



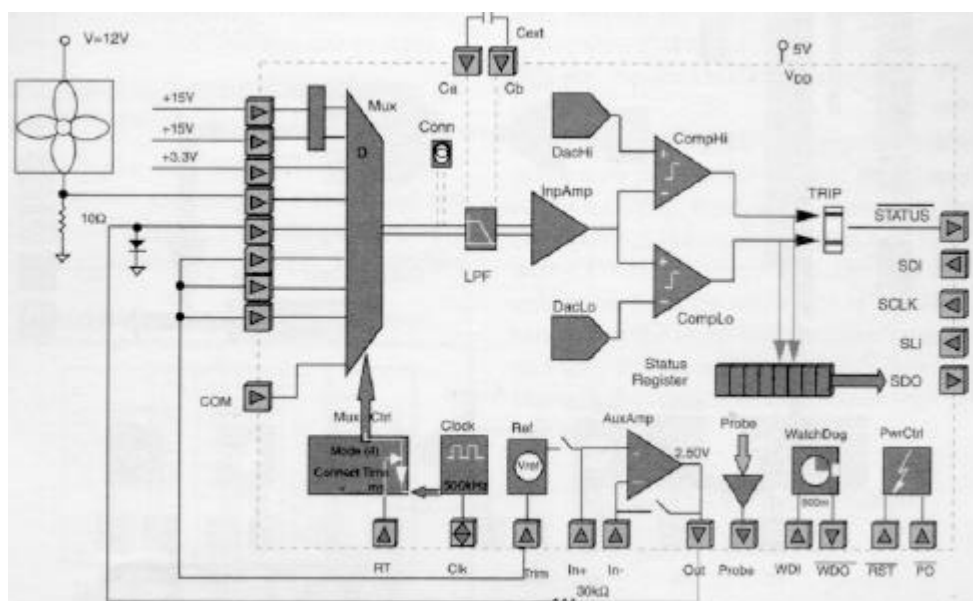
Im Window-Komparator-Modus kann nicht nur ein Pegel überwacht werden, sogar ein Fenster. Das bedeutet, daß man einen Minimal- und einen Maximalwert setzen kann, welcher überwacht werden soll. Die Auswertung eines Ereignisses (eines Alarms) erfolgt genauso wie im Level-Komparator-Modus.

DAC-Modus:



In diesem Modus werden die analogen Daten an den gemultiplexten Eingängen einfach nur digitalisiert.

Beispiel einer PC-Netzteilüberwachung:



Mit einfachen Mitteln ist es möglich nicht nur die im Netzteil erzeugten Spannungen zu überwachen, sondern auch die Temperatur und sogar den Lüfter.

Angenommen die Spannung steigt über einen Maximalwert, so kann ein Controller sehr schnell und einfach feststellen, um wieviel die zulässige Spannung überschritten wurde. Ist der Maximalwert stark überschritten, so können alle wichtigen Daten schnell gespeichert, das System heruntergefahren und ein Techniker benachrichtigt werden. Ist die Überschreitung dagegen nicht so groß, so können beispielsweise durch Umprogrammierung neue Grenzen gesetzt werden, und die Leistung des Lüfters kann erhöht werden. Wird der kritische Wert unterschritten, so kann wieder in den Ausgangsmodus umprogrammiert werden, andernfalls wird das PC-Netzteil vom IMP-Baustein beobachtet und ein Techniker gerufen.

Normalerweise bräuchte man für eine solche Entwicklung mindestens einen Controller, einen Multiplexer, Temperatursensoren, eine Menge passiver Bauelemente und vor allem Entwicklungsingenieure für analoge und digitale Schaltungen sowie zusätzlich noch einen Programmierspezialisten.

Dies ist ein relativ einfacher Ablauf für den sich solch ein Baustein wahrscheinlich nicht lohnen würde, aber es gibt viele komplexe Aufgaben, wo ein solcher Baustein gute Dienste leisten kann. Hier seien nur einige genannt:

- Datenerfassung (data acquisition)
- PCMCIA plug-in Meßsysteme
- Datenspeicherung (data logging)
- Ferngesteuertes Messen (remote measurement)
- Sensoranpassung (sensor conditioning)
- Prozeßabläufe (process control)
- automatisches Testequipment (automatic test equipment)
- medizinische Geräte (medical instrumentation)

Im Anschluß sollen nochmals alle wesentlichen Eigenschaften des IMP 50 E 30 aufgezählt werden:

- Programmierbare Pegel- und Fenster-Komparatoren
- gemultiplexte Eingänge
 - 16 einzelne oder 8 differentielle Eingänge
 - 24 μ s/Kanal Scanrate
- manuelles oder automatisches scannen der Kanäle
- floating input detector mit 3 drei Modi
 - an jedem Eingang wird eine 10 μ A Stromquelle dazugeschaltet, die feststellt ob eine niederohmige Last angeschlossen ist (Feststellung, ob Eingang überhaupt beschaltet)
 - stellt beim Startup fest, ob kritische externe Verbindungen, die überwacht werden sollen, existieren
 - kann als Schalter oder Taster genutzt werden

- in-system-programmierbar
- Signalfilter
- programmierbarer Instrumentenverstärker
- stand-alone oder in Verbindung mit einem μC einsetzbar
- $\pm 16\text{V}$ Eingangssignalspannungsbereich an allen Eingängen
- 8-Bit DAC
- low power C-MOS-Technologie
- programmierbarer power-down-Modus
- watch-dog timer
- zusätzlicher OP-Verstärker von außen zugänglich
- EEPROMspeicher um Konfiguration zu speichern
- Analog Magic Designsoftware

Literaturliste:

Integrated Circuits DataBook, Volume 33, Burr-Brown

Applications Handbook, Burr-Brown

IC Data Book, Burr-Brown

EPAC Design Handbook, IMP

EPAC Application Note 25, IMP

Handbuch der Datenwandlung, Datel

www.impweb.com, Homepage von IMP