

Themenabend des Referats "Technik & Betrieb" Einführung in die Digitaltechnik Teil 2 - Mi 18.02.2026

Referent
Peter Gerstberger (Pitti)
DF9WJ

Themenübersicht des heutigen Abends

1. Kurzer Rückblick
2. Bezeichnungen, Begriffe und Signale
3. Spannungsversorgung, Netzteile
4. Grundlegende Digitale ICs
5. Multifunktionale Digitale ICs
6. Anwendung der Bauteile im Amateurfunk
7. Komplexe Digitale Baugruppen
8. Übersicht der Exponate
9. Fragen und Antworten



Referat Technik & Betrieb

OV Wetzlar F19

1. Kurzer Rückblick zum 1. Teil

Für den Einstieg in den 2. Teil möchte ich einen kurzen Rückblick auf den 1. Teil geben. Folgende Themen wurden im 1. Teil besprochen.

Digitaltechnik und seine Geschichte

Die Geschichte der Digitaltechnik begann in den späten 1930er/1940er Jahren mit binären Rechenmaschinen (Zuse Z3, ENIAC) auf Basis von Relais und Elektronenröhren. Der Übergang vom mechanischen zum elektronischen Rechnen und die Erfindung des Transistors (1947) ermöglichten Miniaturisierung und enorme Leistungssteigerungen. Ab 1970 begann mit integrierten Schaltkreisen die Ära der flächendeckenden digitalen Revolution

Vom Transistor zum IC

Der Weg vom einzelnen Transistor zum integrierten Schaltkreis (IC) revolutionierte die Elektronik durch Miniaturisierung. Ursprünglich diskrete Bauteile (Schalter/Verstärker) wurden durch Fotolithografie in Milliardenzahl auf einem kleinen Silizium-Chip vereint. Diese Integration ermöglicht komplexe Prozessoren, indem Transistoren als Grundbausteine zu Logikgattern verbunden werden

Grundlagen der Digitaltechnik

Die Digitaltechnik basiert auf der Verarbeitung von Informationen in Form von zwei diskreten Zuständen: 0 und 1 (binäres System), oft als niedrige/hohe Spannung realisiert. Sie ist ein Teilgebiet der Elektrotechnik und Informatik. Wesentliche Grundlagen sind die Boolesche Algebra, Logikgatter (UND, ODER, NICHT) und die Zahlensysteme.

Nullen und Einsen

Nullen und Einsen bilden das Binärsystem (Dualsystem), die Grundlage der digitalen Computertechnik. Dabei steht die 1 "an"/wahr (Spannung vorhanden) und die 0 für "aus"/falsch (keine Spannung). Jede Ziffer wird als Bit bezeichnet, und Zahlen werden durch Kombinationen aus 0 und 1 dargestellt

Dezimalsystem, Binärsystem, Hexadezimalzahlen

Dezimal-, Binär- und Hexadezimalsystem sind Zahlensysteme mit unterschiedlichen Basen, die zur Darstellung dienen. Das Dezimalsystem (0-9) ist der Alltag, das Binärsystem (0, 1) die Basis digitaler Elektronik, und das Hexadezimalsystem (0-9, A-F) dient der kompakten Darstellung binärer Daten.

Grundfunktionen, AND, NAND, OR, NOR usw..

Die Grundfunktionen AND, NAND, OR und NOR sind wesentliche logische Verknüpfungen in der Digitaltechnik. AND (UND) liefert nur bei allen Eingängen '1' ein '1'-Signal. NAND (NICHT-UND) ist die Umkehrung (1, wenn nicht alle Eingänge 1 sind). OR (ODER) liefert '1', wenn mindestens ein Eingang '1' ist. NOR (NICHT-ODER) liefert '1' nur, wenn alle Eingänge '0' sind.

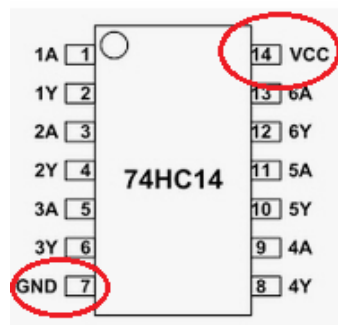
Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

2. Bezeichnungen, Begriffe und Signale

In der heutigen Digitaltechnik kommen immer wieder Bezeichnungen, Begriffe und Signale vor die ich hier vorstellen möchte. Die Begriffe und Signale sind die Grundlage für das Verständnis im Umgang mit der Hardware.

VCC und GND

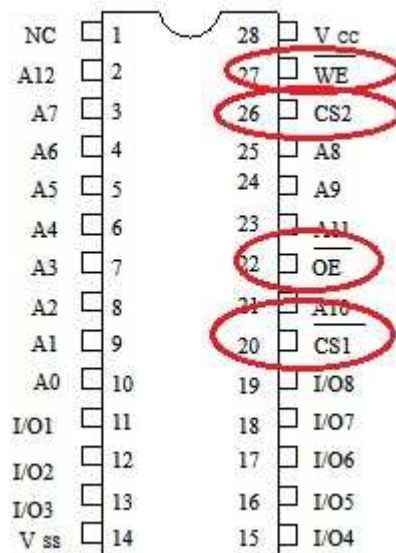
In der Digitaltechnik ist VCC die Bezeichnung für die positive Versorgungsspannung und GND steht für die Masse oder das Bezugspotential. VCC liefert den Strom und die Spannung für die Schaltung, während GND als Nullpunkt dient, zu dem sich alle Spannungen in der Schaltung verhalten. Der Begriff VCC steht für **V**oltage **C**ommon **C**ollector und GND für Ground. Der Begriff entstand in der Anfangszeit der Transistortechnik, da früher überwiegend NPN Transistoren verwendet wurden und diese über die Kollektoren mit einer gemeinsamen Spannung versorgt wurden. Der Begriff ist in der Digitaltechnik übernommen worden. Einige Hersteller haben auch den Begriff VDD verwendet.



Enable und Disable

Enable" bedeutet "aktivieren" oder "freigeben", während "disable" "deaktivieren" oder "sperrern" heißt. Im technischen Kontext werden diese Begriffe genutzt, um den Zustand von Funktionen zu beschreiben, die entweder eingeschaltet und freigegeben (enabled) oder ausgeschaltet und gesperrt (disabled) sind

HM6264BLP/BLSP/BLFP Series



OE (Output Enable)

In der Digitaltechnik und Elektronik steht die Abkürzung OE für Output Enable (Freigabe eines Ausgangssignals).

Funktion: Der OE-Pin (oder OE-Eingang) ermöglicht es, den Ausgang des Bausteins in einen Zustand mit hoher Impedanz (hochohmig) zu versetzen, anstatt ein definiertes High- oder Low-Signal auszugeben

Zweck: Dies ist besonders wichtig in Systemen mit gemeinsam genutzten Datenleitungen, in denen mehrere Geräte an dieselben Leitungen angeschlossen sind. Nur das Gerät, dessen OE-Eingang aktiviert ist, darf Signale auf den Bus legen, während die anderen Signale "schweigen", um Konflikte zu vermeiden

Read und Write

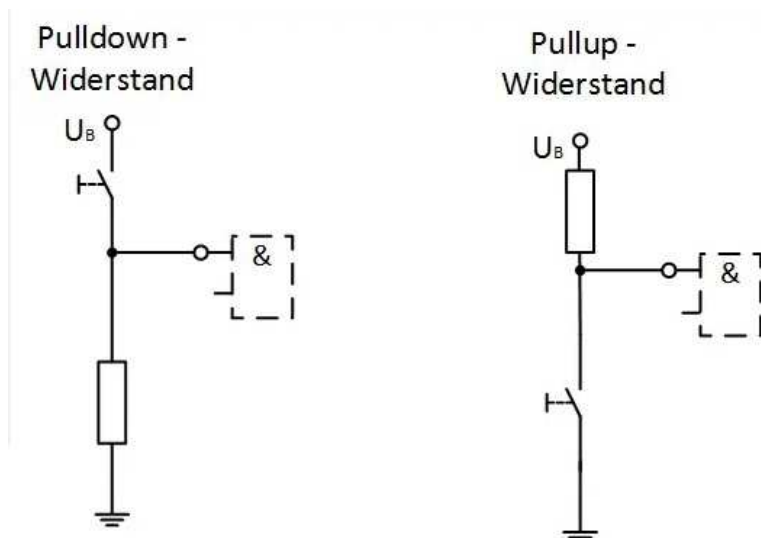
In der Digitaltechnik bezieht sich das Signal "Read" (Lesen) und "Write" (Schreiben) auf die grundlegenden Operationen, die auf digitalen Speichergeräten und -komponenten durchgeführt werden. Ist das Signal Lesen aktiviert werden Daten aus einem Speicher ausgelesen, um sie anzuzeigen oder zu verarbeiten, während beim Schreiben neue oder geänderte Daten in einen Speicher geschrieben werden. Die Signale können in invertierter oder nicht invertierter Form an den Bauteilen vorkommen. Meistens sind die beiden Funktionen miteinander verbunden.

0 = Daten werden geschrieben (write)

1 = Daten werden gelesen (read)

Pullup und Pulldown

Eine Pullup Spannung wird über einen Widerstand erzeugt, hält einen Eingangspin eines Digitalbauteils in einem definierten High-Zustand logisch 1, solange kein anderes Signal anliegt. Ein Pull-down-Widerstand ist ein Widerstand, der in einer digitalen Schaltung verwendet wird, um einen Eingangspin auf Masse (logisch "Low") zu ziehen, wenn kein aktives Signal anliegt. Dies verhindert einen undefinierten Zustand ("Floating"), der durch Störsignale verursacht werden kann.



Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

Floating

Der Begriff "Floating" (schwebend, potentialfrei) in der Elektronik bezieht sich hauptsächlich auf einen Zustand, bei dem ein Punkt oder eine Schaltung keine feste elektrische Verbindung zu einem Referenzpotential hat, wie zum Beispiel Masse (Ground) oder Erde. Man nennt das auch ein schwimmendes Signal.

Invers / Invertieren

Der Begriff Invers bedeutet das eine Funktion umgekehrt, verkehrt oder entgegengesetzt oder gegenläufig ausgeführt wird. Es kann auch "reziprok" oder "umgedreht" bedeuten und wird oft in der Mathematik verwendet, um zum Beispiel die inverse Funktion (Umkehrfunktion), den Kehrwert (multiplikativ invers) oder das inverse Element in Bezug auf eine Verknüpfung zu beschreiben

Daten D0-D7 (8Bit Format)

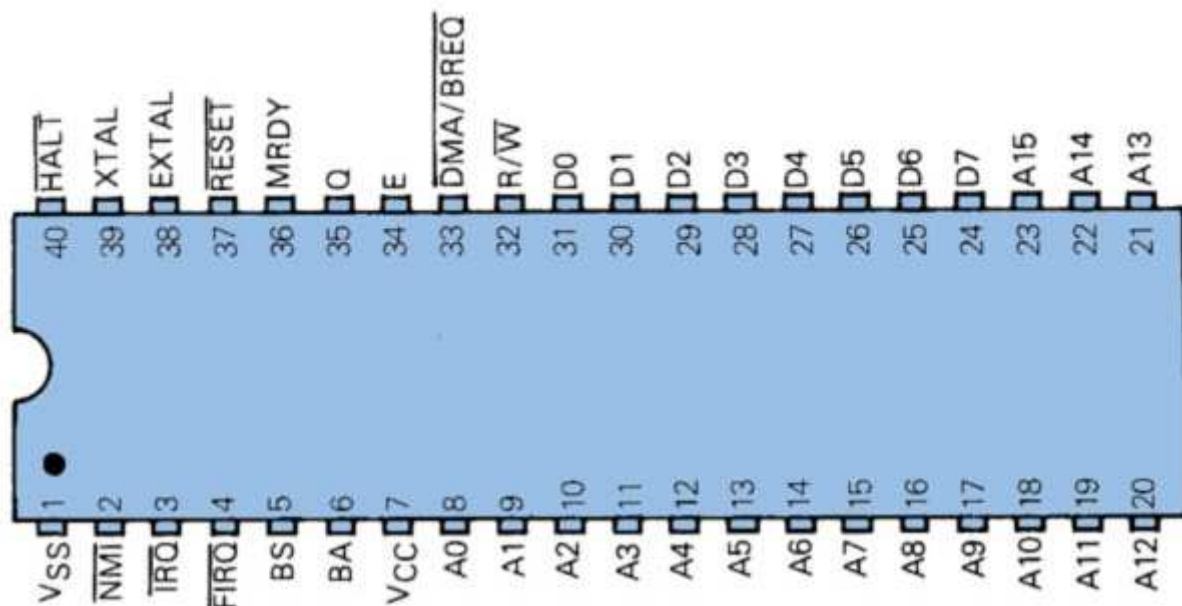
D0 bis D7 bilden den 8-Bit-Datenbus. Über diese Leitungen fließen Daten bidirektional zwischen der CPU, dem Arbeitsspeicher (RAM/ROM) und Peripheriegeräten. Diese werden auch manchmal als I-O Leitungen bezeichnet.

Adressbus A0-A15

Der Adressbus A0-A15 ist ein 16-Bit breiter, unidirektionaler Bus, der in der Mikroprozessortechnik (z.B. 8085, 8086 68B09 oder 65C02) verwendet wird, um Speicherzellen oder Peripheriegeräte zu adressieren. Mit 16 Leitungen können 65536 verschiedene Speicherplätze angesprochen werden. Dies entspricht einer Speichergröße von 64KB.

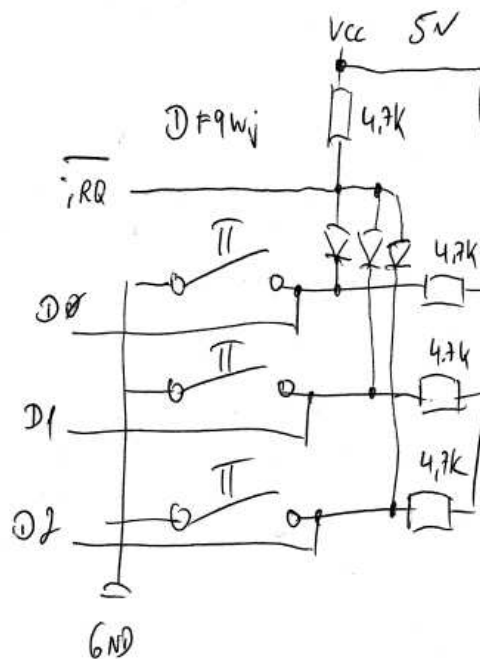
Beispielprozessor

Die Pinbelegung des 68B09P Prozessors



IRQ Signal

Ein IRQ (Interrupt Request) ist eine Unterbrechungsanforderung, mit der Hardwarekomponenten (wie Bedientaster oder Regler) dem Prozessor (CPU) signalisieren, dass sie sofortige Aufmerksamkeit benötigen. Der Prozessor hält seine aktuelle Aufgabe kurz an, bearbeitet die Anfrage über eine sogenannte Interrupt Service Routine (ISR) und führt danach sein Programm fort. Ermöglicht effiziente Kommunikation zwischen Peripherie und CPU, ohne dass die CPU ständig den Status abfragen muss (Polling). – **Zeichnung an der Tafel**



NMI Signal

Ein NMI (Non-Maskable Interrupt, nicht maskierbarer Interrupt) ist ein Hardware-Interrupt mit höchster Priorität, den ein Prozessor nicht ignorieren oder softwareseitig blockieren kann. Er wird bei kritischen Hardwarefehlern (z.B. Speicher-Paritätsfehler) oder für spezielle Timing-Aufgaben (VFO Abstimmung) genutzt, um sofortige Reaktionen zu erzwingen.

FIRQ Signal

Das FIRQ-Signal (Fast Interrupt Request, oft auch FIQ abgekürzt) ist ein spezielles Interrupt-Signal bei bestimmten CPU-Architekturen, insbesondere ARM. Es dient dazu, zeitkritische Ereignisse mit extrem niedriger Latenz zu verarbeiten, indem es eine höhere Priorität als normale Interrupts (IRQ) genießt.

3. Spannungsversorgung und Netzteile

Um Digitalschaltungen mit Spannung und Strom zu versorgen müssen Netzteile und Spannungsversorgungen klar definierte Voraussetzungen haben, damit diese Schaltungen einwandfrei arbeiten können. Diese unterscheiden sich in vielen Punkten von der Spannungs- und Stromversorgung die in Kommerziellen Geräten wie Computer oder anderer Unterhaltungselektronik verwendet werden. Für den Sender- und Empfängerbetrieb eines Amateurfunkgerätes werden andere Technologien benötigt. Da die heutigen Amateurfunkgeräte **nicht** ausschließlich Digital arbeiten, müssen die heutigen Netzteile eine Vielzahl an Spannungen und Signalen anbieten damit solche Geräte überhaupt betrieben werden können.

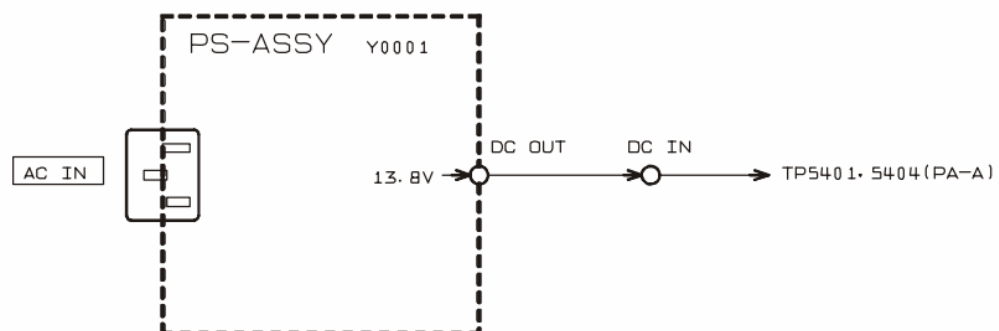
Netzteile für Digitale Amateurfunkgeräte

Netzteile im Amateurfunk wandeln 230V Wechselstrom in stabile 13,8V Gleichspannung um, angepasst an die typische Bordspannung von Fahrzeugen. Sie müssen ausreichend Ampere (meist 20-40A) liefern, kurzschlussfest sein und oft hohe Ströme für Endstufen bewältigen. Beliebte Typen sind kompakte, effiziente Schaltnetzteile oder robuste, störungsarme Trafonetzteile kommen hier zum Einsatz. Diese Technologie hat sich Weltweit durchgesetzt, damit alle Geräte auch mit Batterie- oder Akkus betrieben werden können. Es ist erstaunlich mit welch wenigen Bauteilen die Chinesen das in den heutigen „Chinakrachern“ verwirklicht haben!

Dies bedeutet das alle Arbeits- und Hilfsspannungen, sowie alle Signale innerhalb des Amateurfunkgeräts erzeugt werden müssen. Hierzu habe ich den Yaesu FT-2000 als Beispielgerät herangezogen.

Basisspannung 12V – 13,8V

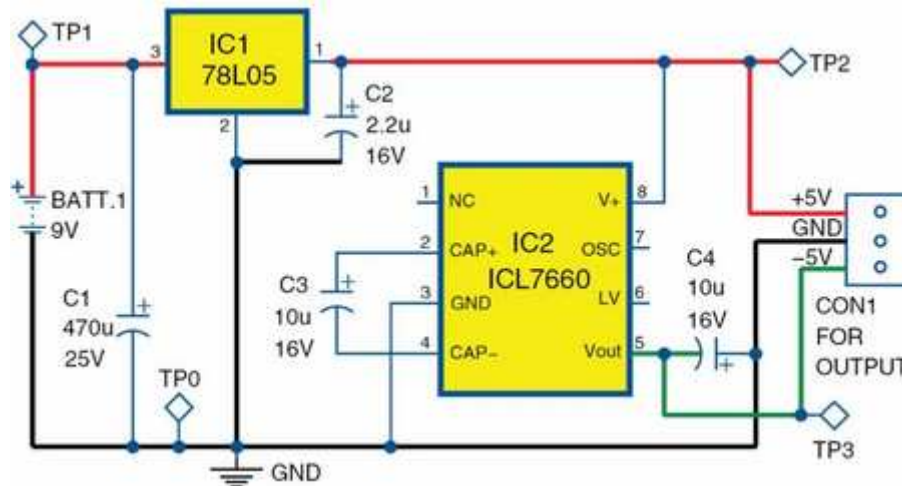
Die Basisspannung wird in der PMU erzeugt. PMU = Power Management Unit oder auch PS Assy Yaesu FT-2000 genannt.



Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

Erzeugung von Positven und Negativen Hilfsspannungen

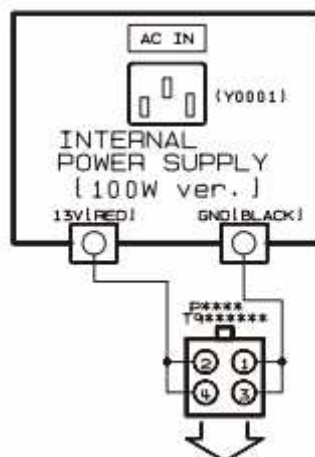
Die Hilfsspannung wird über eine Boost-Up Schaltung erzeugt, die ähnlich einer Kaskade arbeitet. Dann wird diese Spannung über einen Spannungsteiler in zwei hälften geteilt und mit einem physikalischen mittleren Ground belegt. In der heutigen Zeit wird es nicht mehr Diskret aufgebaut, sondern in einem Integrierten Schaltkreis erledigt. Als Beispiel die 5V Plus – Minus Schaltung.



Diese Spannungen werden intern durch Spannungsregler (linear für geringes Rauschen oder als effiziente DC/DC-Wandler) bereitgestellt. Eine "saubere" und stabile Versorgung ist hierbei entscheidend, um Störungen (RFI) oder Frequenzdriften zu vermeiden

Interner Power Pupply

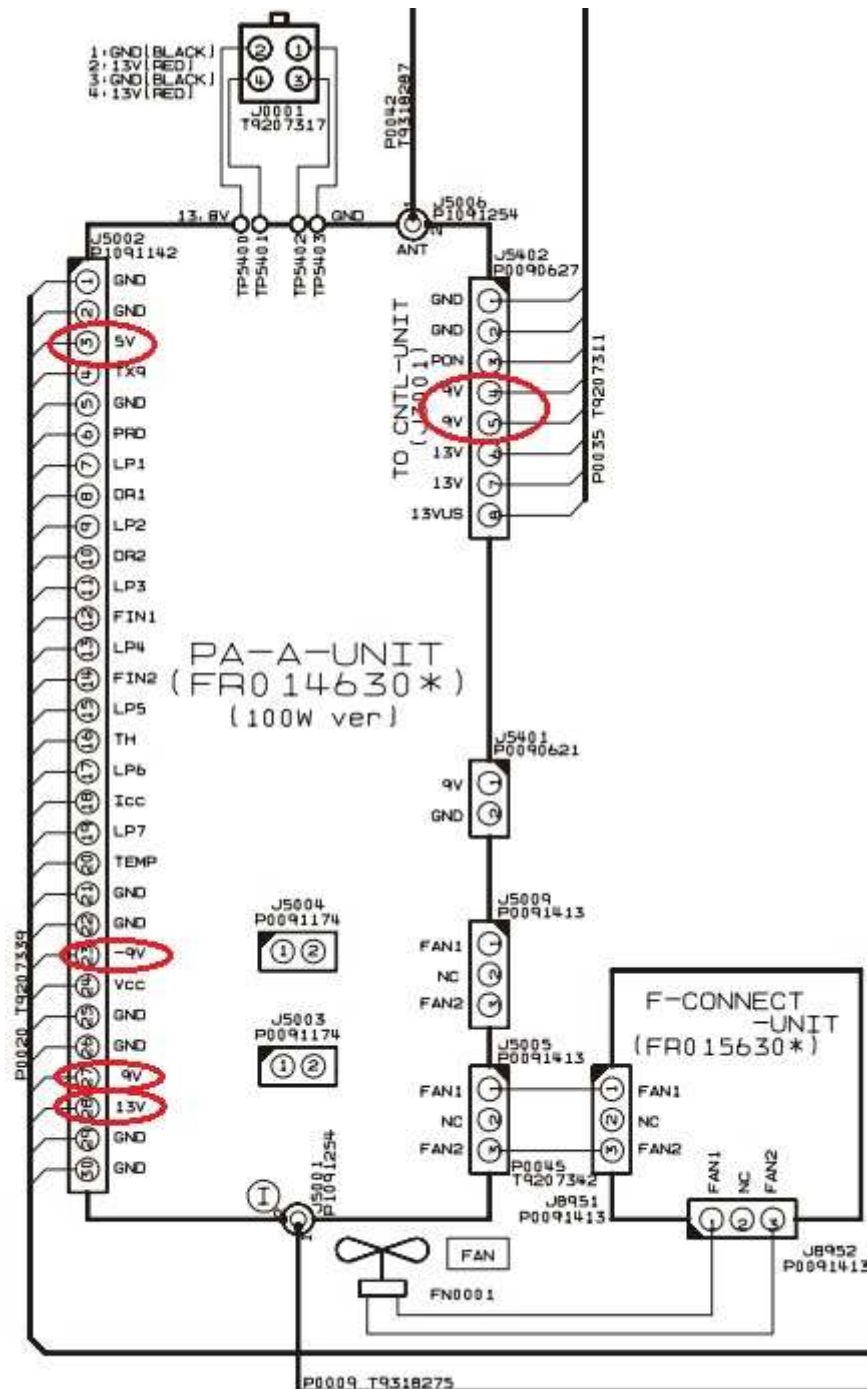
Der Yaesu FT-2000 erzeugt wie viele andere Geräte auch die Basisspannung in dem Internal Power Supply. Auszug aus dem Original Service Manual.



Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

Erzeugung der Hilfsspannungen im Yaesu FT-2000

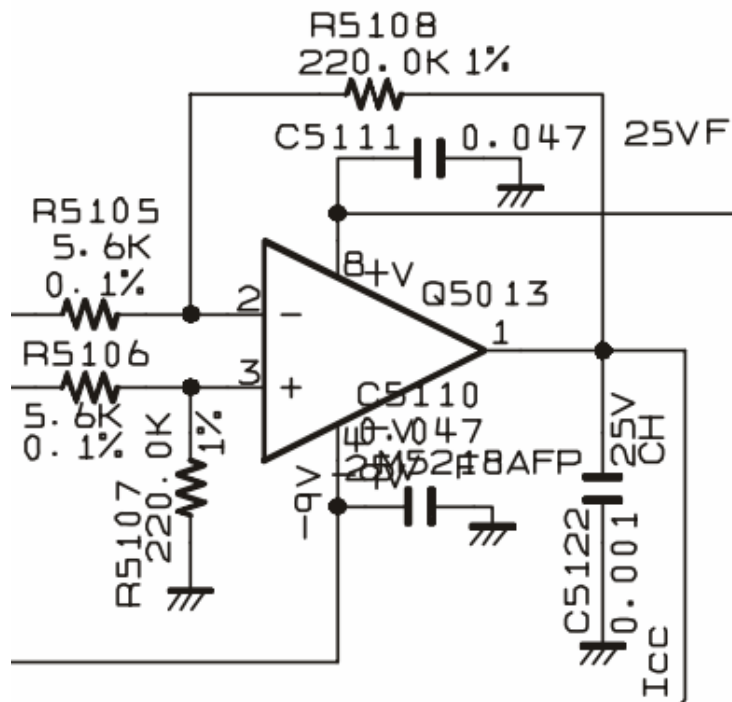
Der Yaesu FT-2000 erzeugt wie viele andere Geräte auch auf einer der THT bestückten Platinen, wo auch größere Leistungen gefordert sind. Beim FT-2000 wird ein Teil der Signal au fer PA-A-Unit mit erzeugt. Auszug aus dem Original Service Manual.



Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

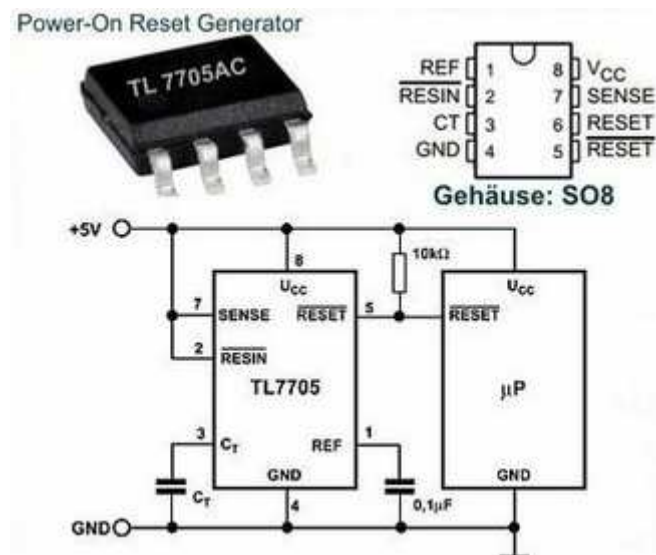
Hilfsspannungen -9V und +9V

Die Hilfsspannungen werden benötigt um die Operationsverstärker in einem Amateurfunkgerät zu betreiben. zur Versorgung von Empfängerstufen (ZF-Verstärker) und Oszillatoren, um diese von Schwankungen der Hauptspannung zu entkoppeln. Auszug aus dem Original Service Manual.



RES – Reset Control

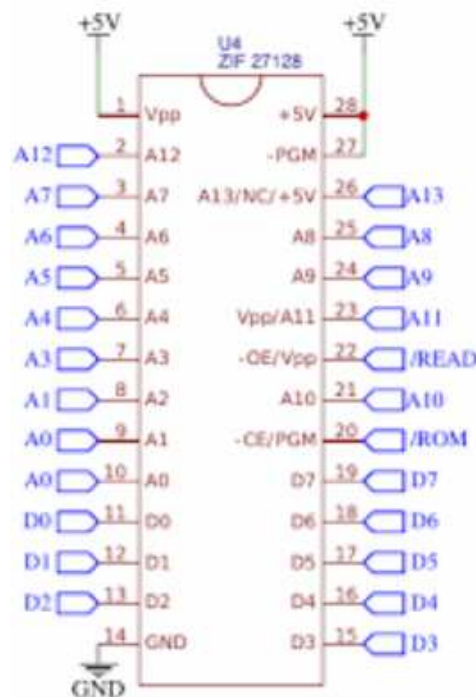
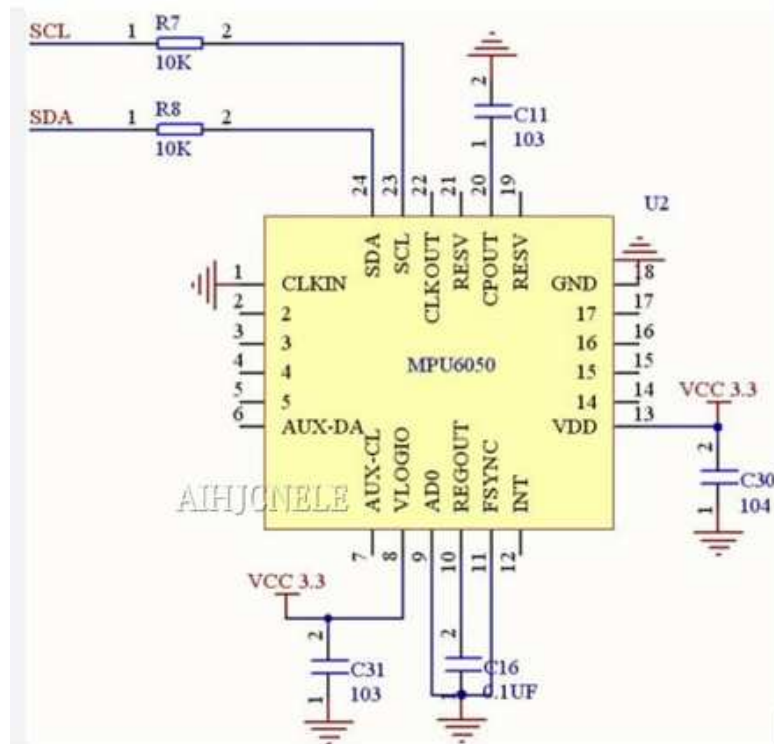
Das Reset Signal ist maßgeblich für den Prozessorstart verantwortlich. Er überwacht die Versorgungsspannung VCC, ist diese vollständig vorhanden gibt der Ic den Reset frei und die uP startet.



Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

Versorgungsspannungen +3,3V und +5V

Die Versorgungsspannungen +3,3V und 5V wird benötigt um die Digitalen Bauelemente, wie CPU, MCU, MPU, Speicher sowie Peripherie zu versorgen. Ältere Bauteile werden mit 5V versorgt, die neueren nur noch mit 3,3V, da diese wesentlich effizienter arbeiten wie die 5V Versionen. (Akkusparend)



4. Grundlegende Digitale ICs

Grundlegende digitale Integrierte Schaltkreise (ICs) bilden das Rückgrat der digitalen Elektronik, indem sie logische Operationen (AND, OR, NOT, NAND) auf einem kleinen Halbleiterchip ausführen. Die bekannteste Familie für diese Bausteine ist die 74xx-Serie (TTL), die oft für einfache Logikschaltungen und Lernzwecke verwendet wird. Des Weiteren spielen CPUs, MCUs sowie MPUs eine entscheidende Rolle. Wandler ADCs und DACs, Speicher in unterschiedlichen Formen, sowie Peripherie Bauteile finden häufig Anwendung. Spezielle Kombinationen aus Speicher, Logik, Peripherie und Prozessleistung in einem Baustein vereint werden häufig in den modernen Amateurfunkgeräten verwendet.

TTL-Serie

Die TTL-Serie umfasst Hunderte verschiedener Bausteine, die grundlegende digitale Logikfunktionen implementieren, von einfachen Logikgattern über Flip-Flops und Zähler bis hin zu komplexeren Komponenten wie Multiplexern und Decodern. Die Chips sind in verschiedenen Gehäuseformen erhältlich, am häufigsten als 14- oder 16-Pin-DIP (Dual In-line Package), was sie ideal für Prototyping und Bildungszwecke macht. Im Laufe der Zeit wurden verschiedene Varianten (Sub-Familien) mit unterschiedlichen Leistungsmerkmalen entwickelt, die die gleiche Logikfunktion und Pin-Belegung beibehalten::

74xx-Serie

74xx (Standard TTL): Die ursprüngliche Version (z.B., SN7400N), die mit einer Nennspannung von 5V betrieben wird. Dies ist die älteste Serie auf der sich weitere Serien aufgebaut haben.

74LS-Serie

74LS Schottky-TTL-Varianten, die schnellere Schaltzeiten bieten, wobei 74LS (Low Power Schottky) eine gängige, energieeffizientere Wahl steht.

74HC 74HCT 74AC 74ACT-Serie

74HC / 74HCT / 74AC / 74ACT: Neuere CMOS-basierte Familien. HC steht für High-Speed CMOS, während HCT und ACT TTL-kompatible Eingangsspannungspegel aufweisen und auch mit 3.3V oder 5V betrieben werden können.

74F-Serie

74F: Bietet noch schnellere Schaltgeschwindigkeiten als 74S (Fast Schottky).

CPU

Eine CPU (Central Processing Unit) besteht im Wesentlichen aus drei Kernkomponenten: dem Steuerwerk (Control Unit) zur Befehlsausführung, der Arithmetisch-logischen Einheit (ALU) für Berechnungen, den Registern und einem extrem schnellen Zwischenspeicher. Hinzu kommen Cache-Speicher, Bussysteme zur Daten- verarbeitung und ein Speichermanager. Eine CPU benötigt immer weitere Komponenten, wie Speicher für Betriebssystem, Arbeitsspeicher für Daten sowie eine Peripherie für Externe Aufgaben.

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

MCU

Ein Mikrocontroller (MCU = Microcontroller Unit) ist ein kompakter Halbleiterchip, der als Ein-Chip-Computersystem fungiert. Er vereint Prozessor (CPU), Speicher (RAM, ROM/Flash) und Peripheriefunktionen (I/O-Ports) auf einem einzigen IC. MCUs steuern elektronische Geräte wie Haushaltsgeräte, Motoren und Displays, indem sie Eingaben von Sensoren verarbeiten und Ausgaben ausführen. Diese findet man auch häufig in Amateurfunkgeräten.

MPU

Elektronische MPU-Bauteile (Motion Processing Units). Eine MPU dient zur Erfassung von Sensoren. Funktion: Sie kombinieren ein 3-Achsen-Gyroskop (Drehzahl) und einen 3-Achsen-Beschleunigungssensor (und oft ein Magnetometer) in einem einzigen kleinen Bauteil. Anwendung: Einsatz in Drohnen, Robotern, Navigation und zur Lagestabilisierung.

Peripherie Bauteile

Als Peripheriebauteile einer CPU (Zentraleinheit) werden alle Komponenten bezeichnet, die nicht zum direkten Prozessorkern (Rechenwerk/ALU, Steuerwerk, Register, Cache) gehören, aber zur Verarbeitung von Daten mit der CPU verbunden sind. Sie erweitern die Funktionalität, sie werden zur Bearbeitung und Abfrage von Tastaturen oder Bedienfelder, als auch zur seriellen Datenübertragung eingesetzt.

SRAM Speicher

SRAM steht für Static Random Access Memory (statischer Direktzugriffsspeicher), eine Art von flüchtigem Speicher, der sich durch seine hohe Geschwindigkeit und die Fähigkeit auszeichnet, Daten ohne ständige Aktualisierung zu speichern, solange die Stromversorgung gewährleistet ist. Bei SRAMs lassen sich die Daten durch eine Pufferbatterie bzw. Akku erhalten.

DRAM Speicher

DRAM (Dynamic Random Access Memory) ist ein flüchtiger Arbeitsspeicher, der als temporärer Datenspeicher in Computern, Smartphones und anderen Geräten dient. Er zeichnet sich durch hohe Speicherdichte und geringe Kosten aus. Jede Speicherzelle besteht aus einem Kondensator und einem Transistor (1T1C-Design), die zur Datenerhaltung regelmäßig aktualisiert und aufgefrischt werden müssen.

Eprom Speicher

Ein EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory) ist ein nichtflüchtiger elektronischer Speicherbaustein, der Daten ohne Stromversorgung behält. Es wird mit UV-Licht durch ein Quarzglasfenster gelöscht und mit speziellen Programmiergeräten (EPROM-Brenner) neu beschrieben. Vorwiegend bis Mitte der 1990er eingesetzt, wurde es weitgehend von EEPROMs und Flash-Speichern abgelöst.

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

Flash Speicher

Flash-Speicher ist ein nichtflüchtiger, elektronischer Datenspeicher, der ohne bewegliche Teile arbeitet und Daten auch ohne Stromzufuhr behält. Er bietet hohe Lese-/Schreibgeschwindigkeiten, Stoßfestigkeit und kompakte Bauformen, was ihn ideal für SSDs Festplatten, USB-Sticks und Speicherkarten macht. Die Technologie nutzt Floating-Gate-Transistoren, um Daten elektrisch zu löschen und zu programmieren.

Technologie: Der gängigste Typ ist der NAND-Flash, der für seine hohe Speicherdichte bekannt ist.

Nichtflüchtig: Daten gehen nicht verloren, wenn das Gerät ausgeschaltet wird.

Lebensdauer: Flash-Zellen haben eine begrenzte Anzahl an Schreibzyklen, bevor sie sich abnutzen. Heutige Bauteile ca. 100000 Schreibzyklen. Lesen kann man den Baustein sooft man möchte.

Nachteil: SSD Festplatten erleiden Zellschäden durch Hochfrequente Einstrahlung. Eigentlich sollten Flash Speicher sehr resistent gegen HF Einstrahlung sein, es hat sich jedoch gezeigt das in der Praxis es schon zu massiven Ausfällen gekommen ist. Auch in einigen Laboren werden heute wieder bevorzugt HDD Platten aus diesem Grund verwendet. HDD Haben eine bessere Abschirmung und das Magnetische Medium ist unempfindlicher gegen Einstrahlung.

Ausnahmen der Anwendung: In kritischen Rechnersystem sind Flash Speicher nicht zugelassen. (Satelliten / Luftfahrt)

5. Multifunktionale Digitale ICs

Multifunktionale digitale Bauteile sind elektronische Komponenten, die mehrere Funktionen in einem Gehäuse vereinen, nach der Fertigung rekonfigurierbar sind oder digitale Logik mit anderen Funktionalitäten verschmelzen. Sie sind essenziell für moderne, kompakte und flexible Elektronikdesign

PAL - ICs

Ein PAL-Baustein (Programmable Array Logic) ist ein elektronischer Halbleiterbaustein, der zur Realisierung digitaler Logikschaltungen verwendet wird. Er gehört zur Gruppe der programmierbaren Logikbausteine (PLD) und dient dazu, individuelle logische Verknüpfungen direkt auf einem Chip zu implementieren. PAL ICs können nur einmal programmiert werden (OTP Bauteile)

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

GAL - ICs

Ein GAL-Baustein (Generic Array Logic) ist ein programmierbarer Logikbaustein in der Elektronik, der es ermöglicht, kundenspezifische digitale Schaltungen zu implementieren, ohne festverdrahtete Standard-Logikgatter verwenden zu müssen. GALs sind eine Weiterentwicklung der älteren PAL-Bausteine (Programmable Array Logic) und bieten mehr Flexibilität und Wiederverwendbarkeit.

Wiederprogrammierbarkeit: Der wesentliche Vorteil von GALs gegenüber PALs ist die Wiederprogrammierbarkeit. Sie verwenden die EECMOS-Technologie (Electrically Erasable CMOS), wodurch sie elektronisch gelöscht und neu programmiert werden können, oft Hunderte Male. Die Logik kann über Softwareprogramme am PC erstellt und simuliert werden.

Ausgangslogik-Makrozellen (OLMCs): GAL-Bausteine enthalten sogenannte Output Logic Macro Cells (OLMCs). Diese programmierbaren Zellen an den Ausgängen ermöglichen es, die Ausgangslogik flexibel zu konfigurieren und verschiedene PAL-Typen nachzubilden

ASIC - ICs

Ein ASIC (Application-Specific Integrated Circuit) ist ein anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis, also ein Chip, der speziell für eine bestimmte Funktion oder Aufgabe entworfen und optimiert wurde, im Gegensatz zu Mehrzweck Standardbauteilen. Die ASICs wurden anfangs in der Flugzeugtechnik verwendet. Dieses hatten den Vorteil das sie sehr Betriebssicher waren, allerdings den Nachteil das keine Updates oder Erweiterungen gemacht werden konnten. Die Funktionen werden beim ASIC in den Chip gefertigt. Ein weiterer Nachteil war der Fertigungsausschuss.

FPGA - ICs

Ein FPGA (Field-Programmable Gate Array) ist ein integrierter Schaltkreis (IC - Integrated Circuit), dessen logische Funktionen nach der Herstellung vom Anwender programmiert werden können. Im Gegensatz zu fest verdrahteten ASICs (Application-Specific Integrated Circuits) oder Mikrocontrollern kann die interne Hardwarestruktur eines FPGA beliebig oft neu konfiguriert werden, um spezifische digitale Schaltungen zu implementieren.

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

6. Anwendung im Amateurfunk

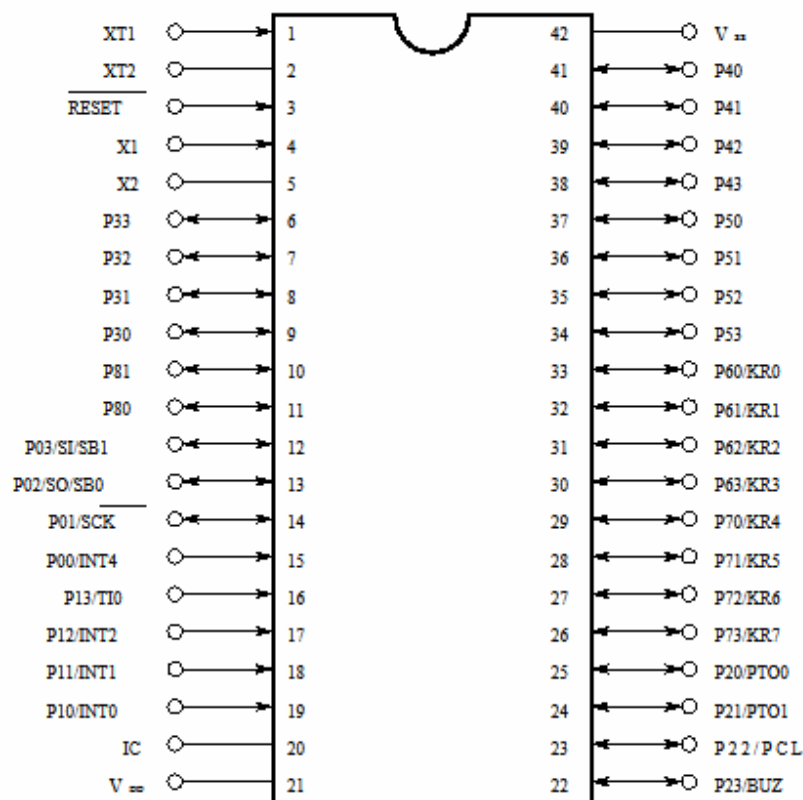
Die Digitaltechnik hat den Amateurfunk revolutioniert und ermöglicht Verbindungen, die mit analoger Technik kaum möglich wären, insbesondere unter schlechten Bedingungen. Sie umfasst sowohl digitale Betriebsarten (Digimodes) als auch digitale Sprachübertragung sowie die Digitale Signalverarbeitung. Als Beispiel habe ich zwei Geräte herangezogen, eines aus dem klassischen Zeitalter sowie ein aktuelles Gerät.

YAESU FT-757

Der Yaesu FT-757GX, ein Transceiver aus den 1980er Jahren, nutzt zur Steuerung der Frequenzaufbereitung, des Displays und der Bedienfunktionen primär einen 4-Bit-Mikroprozessor der NEC PD7500-Serie. Dieser Prozessor ist für die Frequenzsynthese (PLL), den Speicher und die Anzeige zuständig, jedoch nicht für die Signalverarbeitung, die rein analog erfolgt.

42-pin plastic shrink DIP (600 mil, 1.778 mm pitch)

μ PD750004CU-xxx, μ PD750004CU(A)-xxx



Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

ICOM IC-7300

Der Icom IC-7300 verwendet für die Signalverarbeitung ein Field-Programmable Gate Array (FPGA) anstelle eines herkömmlichen dedizierten CPU-Chips, wie er in PCs zu finden ist. Das RF-Direktabtastsystem digitalisiert das Signal direkt von der Antenne, und das FPGA verarbeitet diese Daten

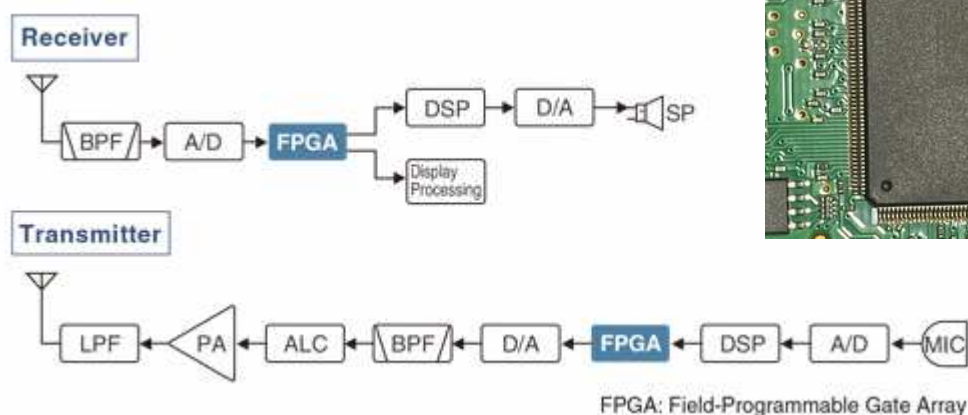
Technische Details der Signalverarbeitung

Systemarchitektur: Der Transceiver nutzt ein HF-Direktabtast-System (RF Direct Sampling System). Die ankommenden Hochfrequenzsignale werden unmittelbar nach den Bandpassfiltern durch einen Analog-Digital-Wandler (ADC) in digitale Daten umgewandelt.

Hauptprozessor: Die Weiterverarbeitung dieser digitalen Signale, die normalerweise von einer CPU übernommen würde, erfolgt in einem Field-Programmable Gate Array (FPGA). Ein FPGA ist ein hochgradig anpassbarer Logikbaustein, der für spezifische Aufgaben konfiguriert wird, um eine effiziente und schnelle digitale Signalverarbeitung zu gewährleisten.

Software und Betriebssystem: Das Gerät beinhaltet die RTOS "RTX"-Software und verwendet Open-Source-Software wie "zlib" und "libpng" für verschiedene Funktionen.

Zusätzliche Verarbeitung: Die Audiosignalverarbeitung und weitere spezifische Funktionen, wie z.B. RTTY-Dekodierung (beim Nachfolger IC-7300MK2 auch integriert), werden ebenfalls durch die digitale Logik im Gerät, einschließlich eines digitalen Signalprozessors (DSP) in einigen Teilen des Signalpfads, realisiert.



BPF= Band Pass Filter
LPF = Low Pass Filter

7. Komplexe Digitale Baugruppen

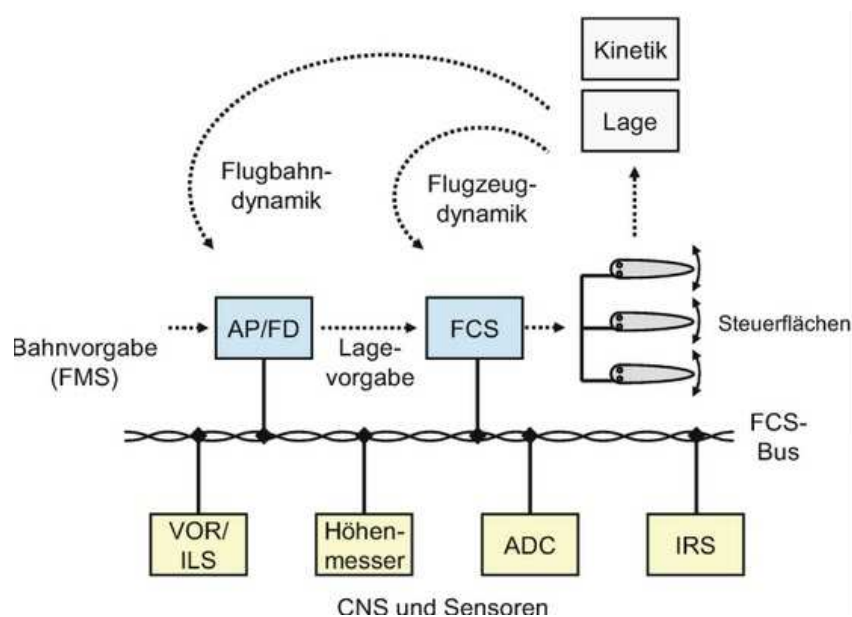
Komplexe digitale Baugruppen sind hochintegrierte elektronische Systeme, die aus einer Vielzahl von Bauelementen bestehen und primär der Verarbeitung digitaler Signale dienen. Sie zeichnen sich durch hohe Packungsdichten, schnelle Signalübertragungen (High-Speed) und oft mechatronische Integration aus.

Als Beispiel habe ich das FMC aus der Flugzeugelektronik gewählt

FMC

Der Flight Management Computer (FMC) ist eine Kernkomponente des Flight Management Systems (FMS), das für Navigation, Flugplanung und Leistungsoptimierung und für die Steuerung zuständig ist.

(Quelle: Honeywell)



Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

Aufbau

Der Aufbau erfolgt meistens mit einem großen Main Board, worauf die einzelnen Steuerplatinen in der so genannten Sandwich Technik aufgesteckt und komplett arretiert und verschraubt werden. Schrauben werden dann verlackt !



Referat Technik & Betrieb
OV Wetzlar F19

8. Übersicht der Exponate

Für den heutigen Technik & Betrieb Abend habe ich keine Mühe und Aufwand gescheut und einige Exponate mitgebracht die ich euch gerne mal zeigen möchte.

TTL-Bauteile Handbücher

Sammlung von Handbücher der TTL Baureihe

TTL-Bauteile

Standard Logik Bausteine der 1.Generation

SN7400 DIP14 = Quadruple 2input positive-nand gates

SN7410 DIP14 = TRIPLE 3-INPUT POSITIVE-NAND GATES

Logik Bausteine der 2.Generation – LS = Low-Power-Schottky

SN74LS14 DIP14 = Schmitt Triggers Dual Gate/Hex Inverter

SN74LS132 DIP14 = QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-NAND SCHMITT TRIGGERS

Logik Bausteine der 3.Generation – HC = High-Speed CMOS

Logik Bausteine der 4.Generation – HCT = High-Speed CMOS Timing (Zeitkritisch)

Logik Bausteine der 5.Generation – F = High-Speed CMOS Fast

Eprom Speicher

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

MC68HC000P8

Der 68HC000P8 ist ein 16/32-Bit-Mikroprozessor aus der renommierten Motorola 68000 (m68k)-Familie, der für seine Zuverlässigkeit und Energieeffizienz bekannt ist

Hersteller: Motorola (heute NXP Semiconductors/Freescale)

Taktfrequenz: 8 MHz

Interner Aufbau: 16-Bit-ALU (Arithmetic Logic Unit)

Register: 32-Bit-Register, 32-Bit-Befehlssatz

Externer Datenbus: 16-Bit

Adressbus: 24-Bit (adressiert bis zu 16 MB Speicher)

Gehäuse: 64-poliges PDIP (Plastic Dual In-line Package)

Betriebsspannung: Nominal 5 V (Bereich 4.75 V bis 5.25 V)

MC68901P

Der MC68901 (oft als MC68901P, MK68901, oder MFP bezeichnet) ist ein klassischer integrierter Schaltkreis (IC) von Motorola, der als Multi-Function Peripheral (MFP) konzipiert wurde.

16-Source Interrupt Controller: Verwaltet Interrupts, unterstützt sowohl "polled" als auch "vectored" Interrupts.

Vier 8-Bit-Timer: Zwei der Timer sind als Multimode-Timer konfigurierbar (Verzögerung, Pulsweitenmessung, Event-Counter), zwei sind reine Verzögerungs-Timer.

USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver-Transmitter): Ein serieller Kanal für asynchrone oder synchrone Kommunikation.

8 Parallele I/O-Pins: Einzeln programmierbare Ein-/Ausgänge mit Interrupt-Fähigkeit. (256 verschiedene Dinge steuern – Eingang sowie als Ausgangssignale)

MC68230P

Das MC68230 (auch bekannt als TS68230) ist ein Parallel Interface/Timer (PI/T) IC, das für die Verwendung mit Motorola 68000er Mikroprozessorsystemen entwickelt wurde. Es stellt vielseitige, doppelt gepufferte parallele Schnittstellen und einen systemorientierten Timer bereit.

Parallele Ports: Es bietet zwei 8-Bit Ports (Port A und Port B) sowie einen dritten, optionalen Port (Port C) mit sechs dual-funktionalen Pins.

Modi: Die Ports können in verschiedenen Modi betrieben werden, einschließlich Bit-I/O, 8-Bit- und 16-Bit-Unidirektional sowie 8-Bit- und 16-Bit-Bidirektional.

Handshaking: Programmierbare Handshake-Optionen (über H1-H4 Pins) ermöglichen die flexible Verbindung mit einer Vielzahl von Peripheriegeräten.

Timer: Der Timer-Abschnitt verfügt über einen programmierbaren 24-Bit-Zähler und einen 5-Bit-Vorteiler.

Funktionen: Er kann für die Messung der verstrichenen Zeit, als Geräte-Watchdog, zur Erzeugung periodischer Interrupts, Rechteckwellen oder eines einzelnen Interrupts nach einer programmierten Zeitdauer verwendet werden.

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

Interrupts: Das IC unterstützt fünf separate Interrupt-Vektoren, von denen vier für externe Interrupt-Anforderungen dediziert sein können. Es stellt separate Port- und Timer-Interrupt-Anforderungen bereit.

DMA-Unterstützung: Ein DMA-Anforderungs-Pin (DMAREQ) ermöglicht die Verbindung mit einem DMA-Controller (wie dem 68440 DMAC) für direkte Speicherzugriffe.

Ein DMA-Controller (Direct Memory Access) ist eine spezialisierte Komponente in Computersystemen, die Datentransfers zwischen Peripheriegeräten (z.B. Festplatten, Netzwerkkarten) und dem Hauptspeicher (RAM) selbstständig durchführt. Dabei wird die Hauptprozessor (CPU) entlastet, da diese nicht jeden Datenübertragungsschritt übernehmen muss

Anwendungen

Das MC68230 wurde in einer Vielzahl von Systemen eingesetzt, insbesondere in solchen, die auf der 68000er CPU-Familie basieren.

Baugruppenträger

Zentralelektronik im Baugruppenträger der Wersi CD-Line Generation

Schaltnetzteil PS21

Schaltnetzteil mit 48V Wechselspannungseingang

Yaesu FT-736

Amateurfunkgerät Yaesu FT-736 in geöffneten Zustand

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit.

73 de DF9WJ Pitti

Letzte Aktualisierung: 16.02.2026