

Themenabend des Referats “Technik & Betrieb” Einführung in die Digitaltechnik Mi 19.11.2025

Referent
Peter Gerstberger (Pitti)
DF9WJ

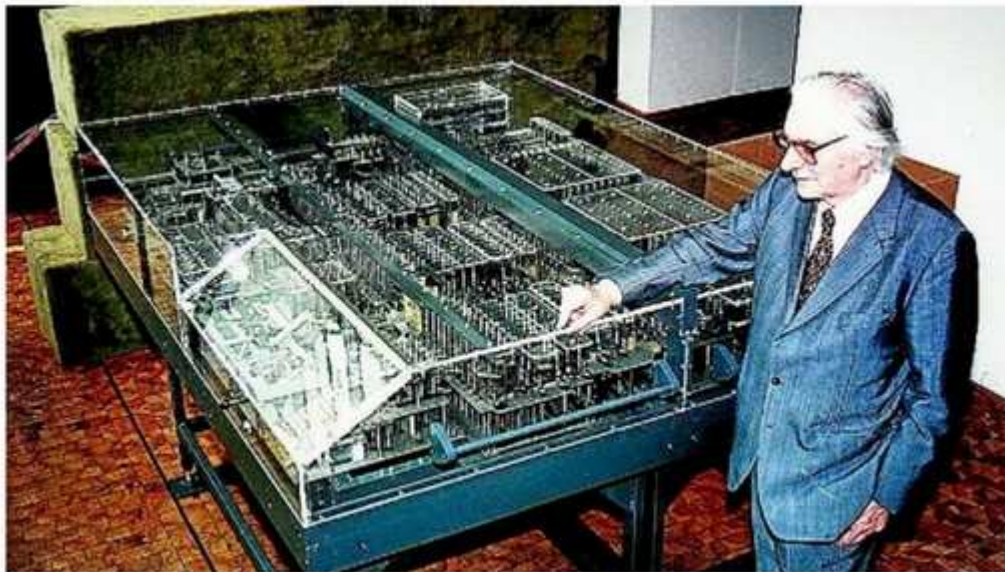
Themenübersicht des heutigen Abends

1. Digitaltechnik und seine Geschichte
2. Vom Transistor zum IC
3. Grundlagen der Digitaltechnik
4. Nullen und Einsen
5. Dezimalsystem, Binärsystem, Hexadezimalzahlen
6. Grundfunktionen, AND, NAND, OR, NOR usw..
7. Bauteile der Digitaltechnik – Übersicht
8. Exponate des heutigen Abends
9. Anwendung im Amateurfunk



1. Digitaltechnik und seine Geschichte

In der heutigen Zeit betrachten wir die Digitaltechnik als Selbstverständlich! Die Geschichte der Digitaltechnik beginnt eigentlich mit Konrad Zuses mechanischem Rechner Z1 (1938) und der ersten elektronischen Digitalmaschine Z3 (1941), gefolgt von amerikanischen Pionieren wie dem ENIAC (1945). Der Z1 Rechner steht im Berliner Technikmuseum. Ein genauerer Blick in die USA zeigt, die USA hat auch NUR von anderen Generation Wissen abgezapft, weiterentwickelt und verwendet..



Konrad Zuse mit dem Nachbau seines ersten Computers, dem Z1. Foto: LW-Fotoarchiv

Wesentliche Fortschritte waren die Einführung von Transistoren (1954), der integrierten Schaltkreise und Mikroprozessoren, die zur Miniaturisierung und Verbreitung digitaler Computer führten. Diese Entwicklungen prägten das digitale Zeitalter, das mit dem Aufstieg von PCs in den 1980er und 1990er Jahren sowie der wachsenden Bedeutung des Internets und mobiler Technologien im 21. Jahrhundert seinen Höhepunkt fand.

2. Vom Transistor zum IC

Der Weg vom einzelnen Transistor zum integrierten Schaltkreis (IC) ist eine technische Evolution, bei der immer mehr Transistoren, Dioden und andere Bauteile auf einem einzigen Halbleiterchip vereint wurden. Transistoren fungieren als Schalter und Verstärker, und ihre Fähigkeit, in einer hohen Dichte integriert zu werden, führte zur Entwicklung von komplexen integrierten Schaltkreisen, die eine Vielzahl von Funktionen auf kleinem Raum ermöglichen.

Der Durchbruch in der Transistortechnik wurde von John Bardeen; Walter Houser Brattain; William Bradford Shockley erzielt.

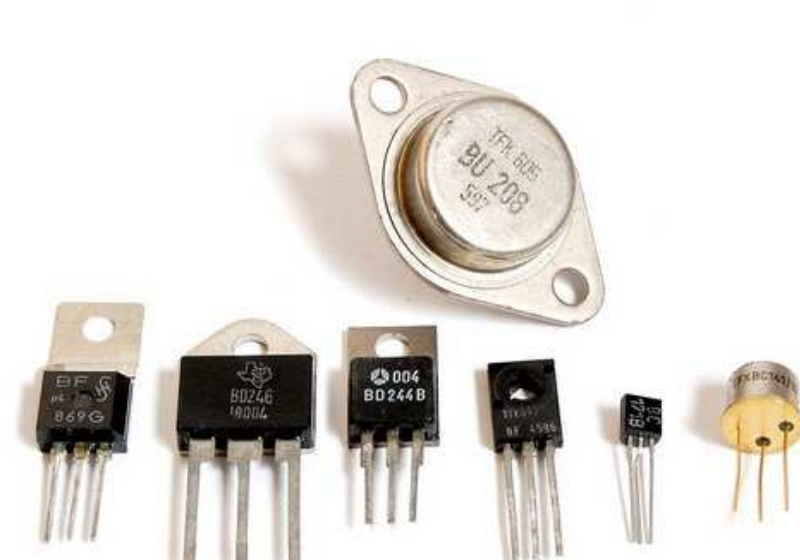
Kennt jemand das Unternehmen wo die waren und die Firmen die später daraus entstanden sind??

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

Erste Transistoren im „Metall Case“



Transistoren in heutiger Bauform



Leistungstransistoren für die Hochfrequenz Technik



3. Grundlagen der Digitaltechnik

In der Digitaltechnik stehen Nullen und Einsen für zwei Zustände (an/aus, niedrig/hoch) des Binärsystems, um alle Informationen zu repräsentieren. Jede Ziffer wird als "Bit" bezeichnet, und durch die Kombination dieser Bits in Binärcodes können Computer Zahlen, Zeichen und Befehle speichern und verarbeiten. Dieser Prozess ermöglicht die digitale Darstellung und Verarbeitung von Daten, indem er elektrische Signale in logische Zustände übersetzt

Grundlage der digitalen Information: In der digitalen Technik werden nur zwei Zustände verwendet, um Informationen darzustellen: 0 und 1

Verbindung zu elektrischen Signalen: Diese Zustände werden durch elektrische Spannungen repräsentiert: 0 steht für eine niedrige Spannung (aus) und 1 für eine hohe Spannung (an).

Wobei der Zustand 0 bedeutet:
Signalzustand Low = 0 Volt
Oder auch als Falsch / nicht Wahr bezeichnet wird

Wobei der Zustand 1 bedeutet:
Signalzustand High = 5 Volt oder 3,3 Volt bei neueren Bauteilen
Oder auch als Richtig / Wahr bezeichnet wird

Anwendungsbereiche: Nullen und Einsen werden in der gesamten digitalen Welt verwendet, von der Speicherung von Daten in Registern bis zur Darstellung von Bildern auf Bildschirmen.

Funktionsweise: Die digitalen Geräte übersetzen die komplexen Informationen, die Menschen verarbeiten, in diese einfache Binärsprache, um sie speichern, verarbeiten und übermitteln zu können

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

4. Nullen und Einsen, Bit und Bytes

Nullen und Einsen" (auch bekannt als das Binärsystem) sind die fundamentale Grundlage der gesamten Digitaltechnik und Informatik. Sie repräsentieren die einzigen zwei Zustände, die ein digitaler Computer zuverlässig erkennen und verarbeiten kann:

Wie bin ich zur Digitaltechnik gekommen?: Da ich Mitte der 1970er in die Lehre ging gab es noch keine Digitaltechnik, erst Anfang der 1980 hörte von einem Computer als Bausatz, das hat mich damals elektrisiert. Ich bin ein Autodidakt, mein Wissen und die Fähigkeiten habe ich im Selbststudium aneignet, ohne formelle Bildung durch Lehrer, Schulen, Universitäten oder andere Bildungseinrichtungen in Anspruch genommen zu haben. Die Digitaltechnik ist reines Physikalisches und Mathematisches Wissen.

Als erstes musste ich lernen was ein Bit und ein Byte bedeutet.

Definition eine einzelnen Bits:

Ein **Bit** ist die kleinste Informationseinheit, die ein Computer verarbeiten kann.

Definition eines Byte:

Ein **Byte** ist eine Gruppe von 8 Bits, die als Einheit zusammengefasst sind

Datendarstellung: Alle Informationen – Zahlen, Texte, Bilder, Töne und Anweisungen werden intern im Computer in lange Sequenzen von Nullen und Einsen umgewandelt (codiert). Einfache Darstellung der Bits und Bytes durch Schalter die jeweils Ein und Ausgeschaltet sind.

Die ersten Gehversuche:

Der Altair 8800 war einer der erst Selbstbaucomputer der ausschließlich über Schalter bedient und auch programmiert wurde.



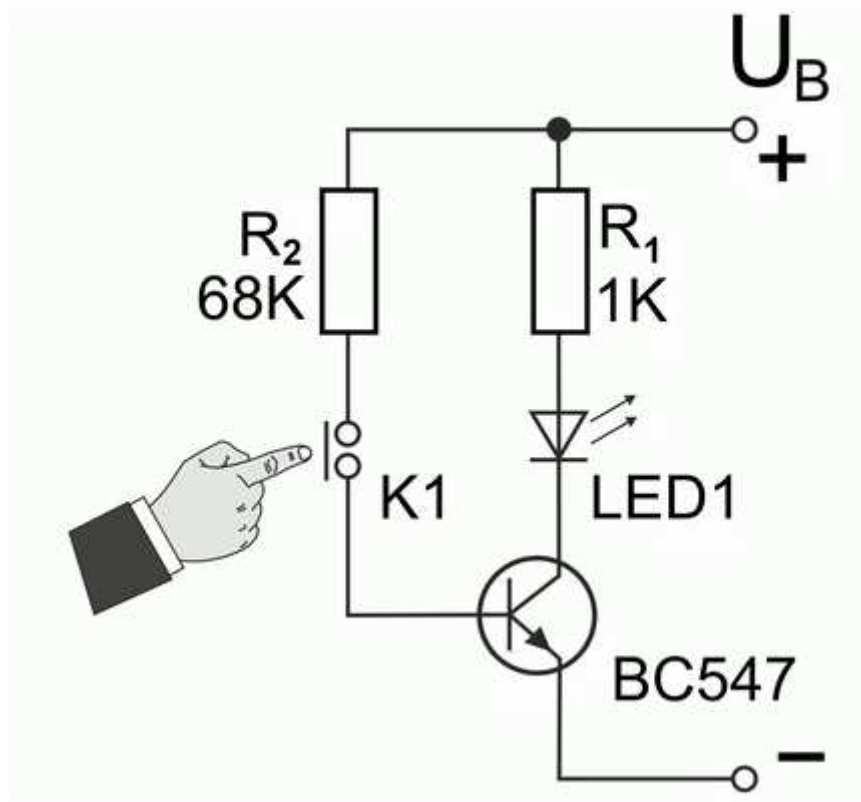
Der Bausatzpreis war in den 70er 395,- USD (heute bis 2000€)

<https://8bit-museum.de/heimcomputer-2/mits/>

Transistor als Schalter: Um die beiden Zustände 0 und 1 für die Digitaltechnik zu realisieren, war der Transistor als Schalter die entscheidende Entwicklung.

Die Schaltfunktion basiert auf der Steuerung des Widerstands zwischen dem Kollektor- und Emittoranschluss durch Anlegen einer Spannung oder eines Stroms an die Basis des Transistors.

Hier spielen die Schwellspannungswerte noch eine entscheidende Rolle, die sind bei 5 Volt TTL Pegel 0,7 Volt kleiner als der max. Spannungswert. Dies kommt auf die Dotierung des Halbleitermaterials an. Germanium, Silizium haben unterschiedliche Schwellspannungen. Toleranzen sind hier ebenso zu berücksichtigen.



Ein Transistor kann als elektronischer Schalter verwendet werden, um mit einem kleinen Steuersignal einen viel größeren Laststrom zu schalten. Im Gegensatz zu mechanischen Schaltern hat er keine beweglichen Teile und ist **sehr klein, schnell und langlebig**.

5. Dezimalsystem, Binärsystem, Hexadezimalsystem

Das Dezimalsystem ist das übliche Zahlensystem mit den Ziffern 0-9, das Binärsystem kennt nur die Ziffern 0-1 und das Hexadezimalsystem der Basis 16 Binärzustände die Ziffern 0-9 und A-F. Das Hexadezimalsystem dient zur vereinfachten Darstellung von Binärzahlen, da vier Binärstellen (ein Nibble) einer einzigen Hexadezimalziffer entsprechen

Dezimalsystem

Basis: 10 Zahlen

Ziffern: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Verwendung: Das alltägliche Zahlensystem für Menschen

Auch die Zahl 0 ist im Dezimalsystem eine vollwertige Größe

Binärsystem

Basis: 2 Zahlen

Ziffern: 0, 1

Verwendung: Das grundlegende System in der Computertechnik, da es zwei Zustände (an/aus) darstellt.

Die Schreibweise des Binärsystems ist umgekehrt des Dezimalsystems, die kleineren Werte stehen Rechts die Größeren Links. Die Rechenweise beruht auf dem Verdoppler Prinzip.

Hexadezimalsystem

Basis: 16 Elemente, bestehen aus Zahlen und Buchstaben

Ziffern: 0-9 und A-F (wobei A=10, B=11, C=12, D=13, E=14, F=15)

Verwendung: Eine verkürzte Darstellung von Binärzahlen in der Informatik.

Umrechnung zu Binär: Je vier Stellen einer Binärzahl ergeben eine Hexadezimalziffer.

Verdoppler Prinzip

Das verdoppler Prinzip beruht auf der Umrechnung des Binärsystem auf das Dezimalsystem

Normale Schreibweise der Dezimalzahlen:

0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9

Binäre Schreibweise der Dezimalzahlen:

8 - 4 - 2 - 1

Die Binäre Schreibweise der Dezimalzahlen wird bevorzugt in umgekehrter Reihenfolge dargestellt. Dies ist der Bauweise der Halbleiterindustrie geschuldet, da die kleineren Datenwerte überwiegend Rechts und die größeren Links aus den Bausteinen ausgekoppelt werden.

Digitales Zahlensystem

Übersicht eines 4 Bit System...

8	4	2	1	DEZ	HEX
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	2	2
0	0	1	1	3	3
0	1	0	0	4	4
0	1	0	1	5	5
0	1	1	0	6	6
0	1	1	1	7	7
1	0	0	0	8	8
1	0	0	1	9	9
1	0	1	0	10	A
1	0	1	1	11	B
1	1	0	0	12	C
1	1	0	1	13	D
1	1	1	0	14	E
1	1	1	1	15	F

Übersicht eines 8 Bit System...

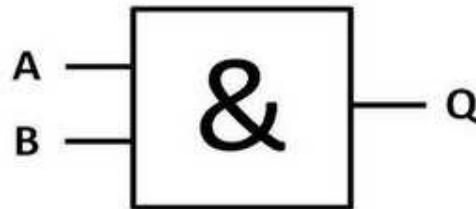
[illegible]

6. Grundfunktionen, AND, OR – NOR und NAND

Digitale Signale lassen sich kombinieren. Die daraus resultierenden Grundfunktionen AND (UND), OR (ODER) und NOT (NICHT) sind die Basis der Digitaltechnik. NAND und NOR sind logische Verknüpfungen, die die UND- und ODER-Funktionen negieren: NAND ist NOT-AND (NICHT-UND), was bedeutet, der Ausgang ist nur dann falsch (0), wenn alle Eingänge wahr (1) sind. NOR ist NOT-OR (NICHT-ODER), was heißt, der Ausgang ist nur dann wahr (1), wenn alle Eingänge falsch (0) sind

AND Gate (und)

Symbol

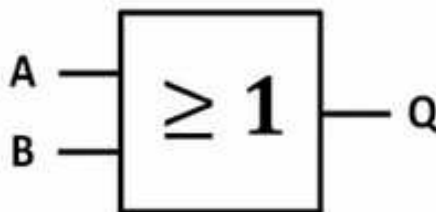


Wahrheitstabelle

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$Q = A \wedge B$$

OR Gate (oder)

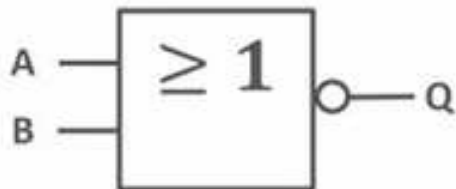


A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$Q = A \vee B$$

NOR Gate (nicht – oder)

Symbol



Wahrheitstabellen

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NAND Gate (nicht – und)

Symbol



Wahrheitstabellen

A	B	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

7. Bauteile der Digitaltechnik – Übersicht

Digitale Bauteile sind elektronische Bauelemente, die elektrische Signale diskret verarbeiten, typischerweise unter Verwendung von nur zwei Zuständen (z.B. hohe und niedrige Spannung, oft als 1 und 0 oder EIN und AUS bezeichnet). Sie sind die Grundlage der modernen Digitaltechnik und bilden die Bausteine für Computer und andere digitale Geräte

Eigenschaften der Bauteile

Diskrete Zustände:

Signale werden nur in bestimmten, definierten Werten dargestellt, im Gegensatz zu analogen Bauteilen, die einen kontinuierlichen Wertebereich nutzen. Sie werden auch als Diskrete Bauteile bezeichnet.

Rauschunempfindlichkeit:

Aufgrund der klaren Trennung zwischen den zwei Zuständen sind digitale Signale weniger anfällig für Rauschen und Störungen als analoge Bauteile.

Einfache Speicherung und Verarbeitung:

Digitale Informationen können leicht gespeichert (z.B. in Speicherschaltkreisen) und mit hoher Präzision verarbeitet werden.

Beispiele für digitale Bauteile

Die meisten digitalen Bauteile sind als integrierte Schaltungen (ICs) realisiert:

Logikgatter:

Dies sind die fundamentalsten digitalen Bausteine, die elementare logische Operationen (wie UND, ODER, NICHT, XOR) ausführen. Sie sind die Basis komplexerer Schaltungen.

Flipflops:

Diese Bauteile können einen Zustand speichern und sind somit die Grundlage für Speicherelemente.

Mikroprozessoren (CPUs):

Hochkomplexe integrierte Schaltungen, die Befehle ausführen und Daten verarbeiten; sie sind das "Gehirn" von Computern und vielen anderen Geräten.

Speicherbausteine: (RAM, ROM, EPROM, EEROM usw.):

Integrierte Schaltungen, die große Mengen digitaler Daten speichern können und verschiedene Speichereigenschaften besitzen

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

FPGAs (Field Programmable Gate Arrays):

Flexible Bausteine, deren interne Logik nachträglich konfiguriert werden kann, um spezifische digitale Schaltungen zu implementieren.

GAL-Bausteine (Generic Array Logic):

GAL Bausteine sind eine Art von programmierbaren Logikbausteinen oder auch als PLD (Programmable Logic Device) bezeichnet, die in der Digitaltechnik verwendet werden. Sie bieten die Möglichkeit, logische Schaltungen flexibel zu implementieren, ohne spezifische, fest verdrahtete Logik-ICs für jede Funktion verwenden zu müssen.

Mikrocontroller (MCU):

Die MCU ist ein kleiner Computer auf einem einzigen integrierten Schaltkreis (Chip), der speziell für die Steuerung in kleinen Systemen entwickelt wurde. Im Gegensatz zu einem Allzweck-Mikroprozessor, der externe Komponenten benötigt, integriert ein Mikrocontroller alle notwendigen Elemente wie CPU, Speicher (RAM, ROM/Flash) und Ein-/Ausgabe-Peripheriegeräte auf einem einzigen Chip

Aktuelle Datenbanken:

ALLDATASHEET ist die größte Online-Suchmaschine für Datenblätter von elektronischen Bauteilen. – Sie enthält über 50 Millionen Halbleiter-Datenblätter .

<https://www.alldatasheet.com>

Für die speziell in der Industrie hergestellten ICs gibt es Firmeneigene Datenbanken die bis heute bereits über 15 Millionen Daten dieser Bauteile enthalten.

Dimensionen und Größenordnungen:

Damit an mal eine Vorstellung den Dimensionen und Größenordnungen dieser Bauteile bekommt habe ich hier mal ein Beispiele aufgeführt.

EPROM und EEPROM-Speicherchip:

Der EPROM-Speicher ist ein löschbarer, programmierbarer Lesespeicher (Electrically Programmable Read-Only Memory), der Daten nichtflüchtig speichert, aber physisch gelöscht werden kann, bevor er neu programmiert wird. Im Gegensatz zu EEPROMs (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), die sich elektrisch löschen und programmieren lassen, müssen EPROMs zum Löschen UV Licht ausgesetzt werden.

Referat Technik & Betrieb OV Wetzlar F19

EPROM Baustein 27C801

Der EPROM-Baustein 27C801 (oft auch als M27C801 bezeichnet) ist ein spezieller, löschbarer und programmierbarer Nur-Lese-Speicher.

Speicherkapazität:

Er verfügt über eine Kapazität von 8 Megabit (Mbit), was 1 Megabyte (MB) entspricht, organisiert als 1.048.576 Wörter à 8 Bit.

Speicher Typ:

Es handelt sich um ein UV-EPROM (UV-erasable Programmable Read-Only Memory). Die Daten können durch Bestrahlung des in das Gehäuse integrierten Quarzfensters mit ultraviolettem (UV) Licht gelöscht und anschließend neu programmiert werden. Es gibt auch eine OTP-Version (One-Time Programmable) ohne Fenster.

Gehäuse: Der Baustein ist üblicherweise in einem DIP-32-Gehäuse (Dual In-line Package mit 32 Pins) untergebracht.

Versorgungsspannung:

Im Lesebetrieb benötigt er eine Standard-Versorgungsspannung von 5 V ($\pm 10\%$).

Zugriffszeit: Die Zugriffszeit variiert je nach spezifischer Version, gängige Zeiten sind 100 ns, 80 ns oder bis zu 55 ns.

Programmierung:

Die Programmierspannung beträgt typischerweise 12,75 V.

Hersteller: Ein prominenter Hersteller dieses Bausteins ist STMicroelectronics.

Halbleiter im Chip:

Dieser EPROM wurde häufig in Anwendungen eingesetzt, bei denen nicht-flüchtiger Daten Voraussetzung sind, z.B. in der Avionik, in Medizinischen Geräten usw...

Speicherzellen:

EPROMs verwenden eine Architektur, bei der jede Speicherzelle typischerweise aus einem einzigen Floating-Gate-Transistor besteht. Floating Gate bedeutet das beim Speichervorgang das Bit getrennt wird, im Leerzustand ist es eine Logische 1.

Gesamtzahl der Transistoren:

Da der Chip 8 Megabit (Mbit) an Daten speichern kann (8.388.608 Bits), verfügt er über mindestens diese Anzahl an Transistoren für die Speicherung.

Zusätzliche Schaltkreise:

Hinzu kommen weitere Transistoren für die Peripherieschaltkreise wie Adressdecodierer, Daten-I/O-Puffer, Steuereinheiten und Programmierlogik. Die Gesamtzahl der Halbleiterbauelemente (Transistoren) ist daher höher als 8,4 Millionen, aber die genaue, vom Hersteller angegebene Zahl ist in den öffentlich zugänglichen Datenblättern schwer zu finden.

Aktuelle Bausteine:

Verwendet werden seit 2023 bei Intel Glassubstrate für das Advanced Packaging. Gegenüber organischen Substraten erhöht sich die Verbindungsdichte um das Zehnfache. Darüber hinaus ermöglichen die verbesserten mechanischen Eigenschaften von Glas sehr große Gehäuse, die sich bei guter Ausbeute fertigen lassen. Bis 2030 werden in einem Di bis 100Mrd. Halbleiter integriert werden

8. Exponate des heutigen Abends

Transistoren älteren Datums
Eprom Speicherbausteine
DH10 Digitalhall mit 68B09 Prozessor
Logik IC Tester
Einfacher Digital Logic Analyzer
Leerplatine Apple II Computer
MCU Entwicklung
FMC Chipentwicklung

9. Anwendung im Amateurfunk

Digitaltechnik im Amateurfunk wandelt Sprache und Daten in digitale Pakete um, die über Funkfrequenzen übertragen werden. Dies ermöglicht verbesserte Sprachqualität und zusätzliche Funktionen wie Textnachrichten oder GPS-Tracking. Bekannte digitale Standards sind D-STAR, DMR und C4FM

Remote-Betrieb im Amateurfunk ist die Fernsteuerung einer Amateurfunkstation über das Internet. Dies ermöglicht Funkamateuren, eine komplette Station mit Transceiver und Antennen zu bedienen, auch wenn sie selbst keine Antennenanlage aufbauen können oder räumlich eingeschränkt sind. Um Remote zu senden, benötigt man eine Amateurfunklizenz (in Deutschland der Klasse A).

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit.

73 de DF9WJ Pitti

Letzte Aktualisierung: 19.11.2025