

Hardware Design Patterns

felix@entropia.de

Wozu das Ganze?

- Passende Hardware nicht am Markt verfügbar oder völlig überteuert
- Spaß am Basteln und Lernen

Überblick

- Anforderungen, Konzepterstellung
- Bauteilauswahl
- Platinenlayout
- Löten
- Debugging
- Reverse Engineering

Anforderungen

- Funktion
- Externe Schnittstellen
- Rechenleistung
- Platzbedarf
- Energiebedarf

Externe Schnittstellen

- GPIO
- Asynchron seriell
- SPI
- I2C
- I2S
- PWM
- Analoge Eingänge
- CAN
- Bluetooth
- ZigBee
- USB
- Ethernet
- PCIe
- Sonstige Datenbusse

Anforderungen

- Rechenleistung
 - Oft falsch eingeschätzt
 - Gute Algorithmen
- Platzbedarf
- Energiebedarf
 - Mobile Geräte → Akkulaufzeit

Bauteileauswahl

- Funktion
- Verfügbarkeit
- ggf. kompatibler Ersatz
- Kosten
- Gehäuse
- Kenntnisstand, Einarbeitungszeit

Übersicht

- Analogtechnik
- Leistungselektronik
- Digitaltechnik
 - Logikgatter
 - Mikroprozessorsysteme
 - Mikrocontroller
 - Digitale Signalprozessoren
 - FPGAs

Analogtechnik

- quasi beliebig genaue Auflösung
- Bauteiltoleranzen
- Temperaturdrift
- Rauschen

- Zentrales Bauteil: Operationsverstärker
- Auch Schaltungen mit einzelnen Transistoren
- Gegenkopplung erforderlich
- Anwendung: Signalaufbereitung

Leistungselektronik

- Hohe Ströme
- Hohe Stromänderungen
- Statische Verluste
- Schaltverluste
- Stabilität der Spannungsversorgung

Digitaltechnik

- Kein Einfluss von Rauschen, Drift und Bauteiltoleranzen
- Gut miniaturisierbar
- CMOS: wenig statische Verluste
- Sampling
- Quantisierung

Logikgatter

- günstig
- Nur bei geringer Komplexität sinnvoll
- Schieberegister für Ein-/Ausgabe
- Bustreiber

Mikroprozessorsysteme

- Viel Rechenleistung pro Geld
- Erweiterbar durch externe Peripherie
- ARM, x86, MIPS, ...
- Für Aufgaben, die hohe Rechenleistung benötigen
- Strombedarf
- Größe

Mikrocontroller

- Niedriger Strombedarf
- Große Auswahl
- Kleine Baugröße
- AVR, ARM, MSP430, MCS51, PIC, ...
- Steuerungs- und Regelungsaufgaben
- sequentiell
- Begrenzte Rechenleistung
- Begrenzter Speicher

DSP

- Optimiert auf digitale Signalverarbeitung
- Spezielle Schnittstellen
- Oftmals keine brauchbare freie oder kostenlose Toolchain

FPGA

- Sehr Flexibel
- Hardware nach Produktion änderbar
- Hohe Entwurfskomplexität
- Komplizierteres Debugging
- Eigene komplexe Digitalschaltungen bauen
 - Logik; keine Software
- Heute oft Verwendung statt ASICs
- Prototyping von Prozessoren, ...

Schaltungsentwurf

- Application-Notes der Bauteilhersteller
- Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik
- Erfahrung im Schaltungsentwurf

Platinenlayout

- Randbedingungen
- Platzierung der Bauteile
- Routingreihenfolge
 1. Stromversorgung
 2. Schnelle Signale
 3. Langsame Signale
- Autorouter nur begrenzt nützlich

Hochfrequenztechnik

- Keine reinen R, C, L verfügbar
- Leiterbahnen haben Einfluss auf Signale
- Einfluss parasitärer Effekte groß
- Signallaufzeiten

Abblockkondensatoren

- Liefern Energie für den Schaltvorgang
- Nah an den Versorgungsspannungspins
- Möglichst kleine Bauform
- Typischerweise 100nF

EMV

- Flankensteilheit nur so groß wie nötig
- Schnelle Signale auf nicht angeschlossenen Steckverbindern kritisch → Antenne
- Langsame analoge Signale:
 - Durchführungskondensatoren

Wärmemanagement

- Paddesign
 - Wärmeabführung
 - Lötbarkeit
- Kupferflächen
- Wärmeabführungspad
 - Großes Via unter dem Bauteil
- Kühlkörper

Löten

- Alles außer BGAs von Hand lötbar
- Trick: viel Flussmittel
- Passende Pinzette nützlich
- Auswahl der Lötspitze
- Brauchbares Lötwerkzeug nicht sehr teuer
- Option:
 - Lötpaste, Schablone und Lötöfen → BGAs löten

Debugging

- GPIOs
- Serielle Schnittstelle
- JTAG
- Oszilloskop
- Logicanalyzer
- Testpunkte herausführen

Reverse Engineering

- Spannungsversorgung
- Serielle Schnittstelle
 - Tx, Rx, Masse, (Betriebsspannung)
- Datenbusse, Kommunikationsschnittstellen
- JTAG:
 - http://www.amontec.com/pub/amt_ann003.pdf
- Logicanalyzer, ...

Fragen?