

Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Wahl der Schaltungstechnik

- für die zu erfüllende Aufgabe nur die langsamste Schaltungstechnik einsetzen, schnelle Technik auf wenige Chips begrenzen
- SMD-Technik einsetzen (kleine wirksamen Antennenlängen)
- nur maximal notwendige Treiberleistung wählen
bei Stromsteuerung $R_i \gg R_L$ guter Schutz gegenüber H-Felder
bei Spannungsstg. $R_i \ll R_L$ guter Schutz gegenüber E-Felder
- Stromsteuerung ist zu bevorzugen
- Taktvervielfacher nur wenn unbedingt notwendig
- möglichst wenig zyklische und schnelle IC-Ausgänge über gemeinsame IC-Anschlüsse multiplexen
- wo sinnvoll, analoge vor digitaler Schaltungstechnik einsetzen
- zustandsgetriggerte Logik ist flankengetriggerte Logik vorzuziehen
- Niederohmige Schaltungstechnik einsetzen; möglichst geringe Eingangsimpedanzen verwenden, selbst wenn Anpassung keine Rolle spielt, niedrigen Wellenwiderstand wählen
Achtung: Verlustleistung nimmt zu, di/dt nimmt zu
- Robuste bipolare Schaltungstechnik als Schnittstelle zur Peripherie einsetzen. CMOS-Schaltkreise vermeiden.

Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Räumliche Anordnung

- Bauteile zu Funktionsgruppen zusammenfassen (digital, analog, Treiber, Relais, Ein-/Ausgabeteil, interner Verarbeitungsbereich)
- Versorgungsleitungen für Last und Elektronik trennen
- Grenze zwischen Ein-/Ausgabebereich und internen Verarbeitungsbereich wird nur überschritten von Optokoppler, Übertrager eventuell mit Schirmwicklung, Relais, Filter (Drosseln, Widerständen, Kondensatoren)
- Separieren von analogen und digitalen Schaltungsteilen, getrennte Masseführung
- Quarze möglichst in der Mitte der Leiterplatte platzieren
mehrere Taktleitungen strahlenförmig verteilen (Verringerung der Abstrahlung)
- Störende und störanfällige Funktionsgruppen räumlich, bzw. durch Schirmungsmaßnahmen trennen
- Interne Signale und externe Signale nicht über den gleichen Steckverbinder anschließen
- Leitungstreiber möglichst nahe am Steckverbinder platzieren
- Fläche zwischen Hin- und Rückleiter minimieren
- Rückströme auf Power-/Ground-Ebene müssen ungehindert fließen können. Trenngräben vermeiden.

Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Räumliche Anordnung

- IC's mit vielen Signalverbindungen untereinander eng benachbart platzieren
- Leitungslängen benachbarter Stromkreise minimieren, gegebenenfalls bei Multilayer andere Ebene benutzen
- Ein- und Ausgänge von Operationsverstärker dürfen nicht zu nahe beieinander liegen
- Galvanische Kopplung auf Power- und Ground-Ebenen vermeiden



Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Anmerkungen zur Leiterbahn

- Leitungen so nah wie möglich an Masseflächen führen
- Lange parallele Leitungsführung zwischen verschiedenen Stromkreisen vermeiden (Übersprechen)
- Impedanzsprünge auf Signal- und Taktleitungen vermeiden
 - Zahl der Durchkontaktierungen gering halten
 - einheitliche Leitungsbreite für eine Verbindung durchhalten
 - möglichst wenige Abwinklungen machen
- Leiterbahn nicht rechteckig führen, sondern Ecken abrunden, bzw. anschrägen (Feldkonzentration wird verringert)
- Bei nachträglicher "Handverdrahtung" Hin- und Rückleiter verwenden und verdreht führen
- Sich kreuzende Signalleitungen im rechten Winkel zueinander platzieren
- Wenn Leiterschleifen unumgänglich sind, dann senkrecht zueinander anordnen
- Geräte interne Leitungen z. B. Trafos, Zündübertrager verdrehen
- kurze Leitungen zu Quarzanschlüssen legen.

Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

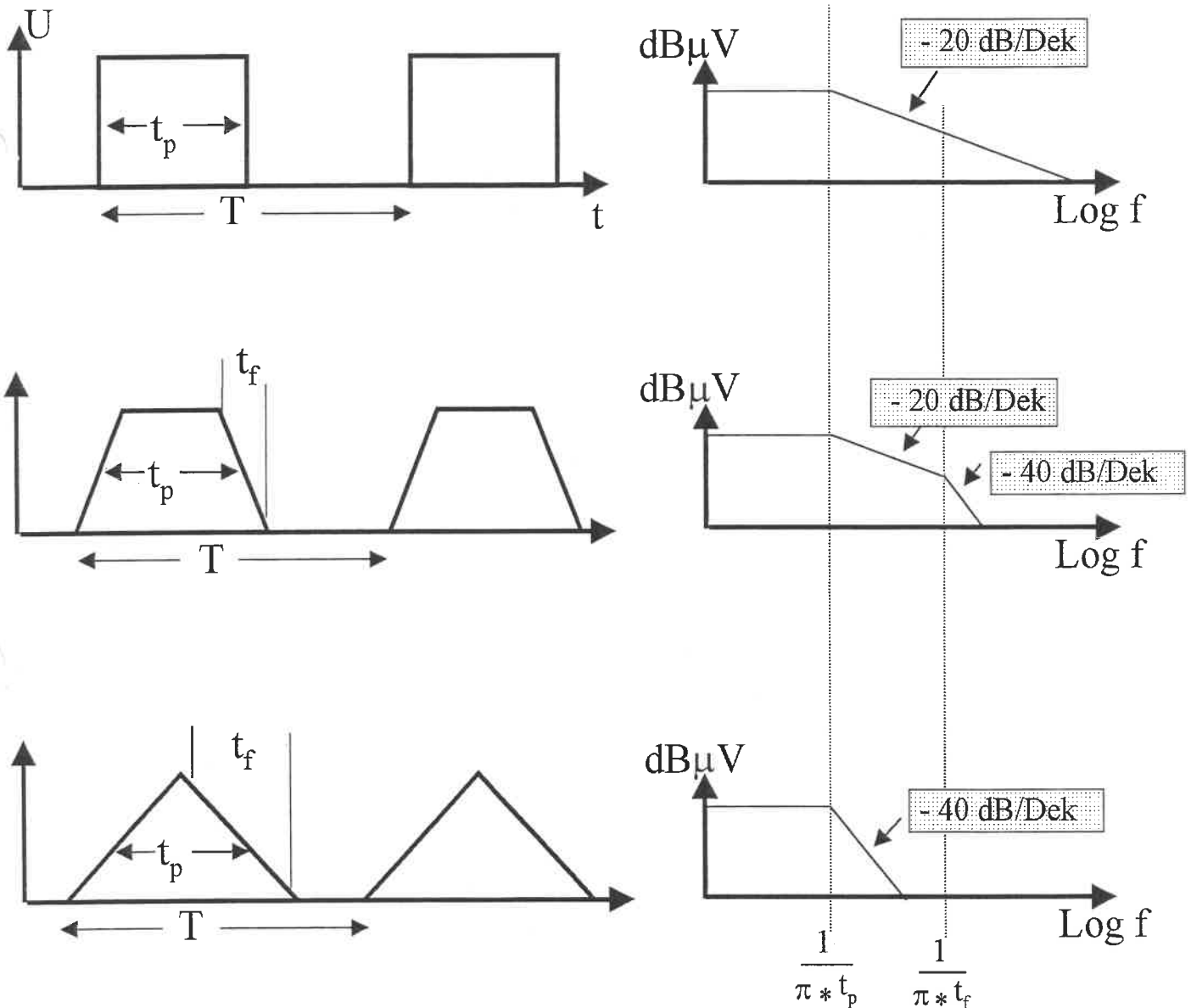
Signalform

- Systemtakte so niederfrequent wie möglich (Pulsperiode, Flankenzeit) wählen
ein Pulspausenverhältnis von 1:1 besitzt ein anderes Frequenzspektrum als ein Pulspausenverhältnis z. B. 1:10 (siehe Fourieranalyse)
- Signal- und Taktfallen sollten nur so steil wie unbedingt nötig ausfallen
- Signal-Überschwingen (Reflexionen) durch Anpassung vermeiden
- Taktleitung generell seriell durchschleifen,
falls gilt: $\text{Taktflankenzeit}_{[\text{ns}]} > 5_{[\text{ns/m}]} * \text{Taktleitungslänge}_{[\text{m}]}$
dann können die Takte auch auf kürzestem Wege zu den Eingängen geführt werden
- Bei Analogleitungen möglichst hoher Nutzsignalpegel wählen
bei Digitalsignalen die Pulsamplituden möglichst klein halten
- Vom EMV-Standpunkt sollen Oszillatoren nur die Frequenzen erzeugen, die auch benötigt werden, Vorteiler vermeiden

Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Signalform

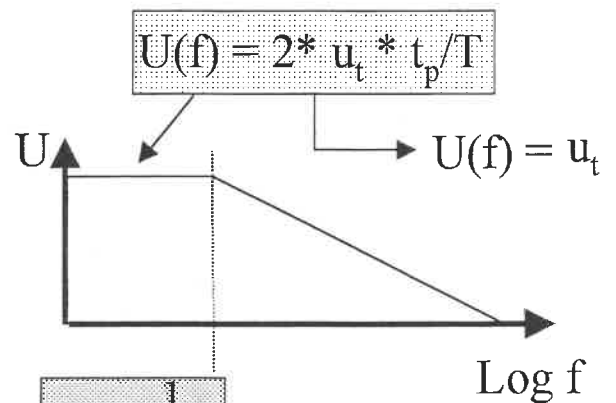
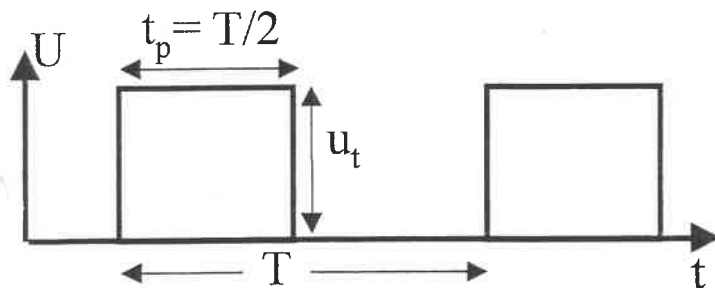
- Bei gleicher Periodendauer haben unterschiedliche Pulsformen unterschiedliche Frequenzspektren!!



Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

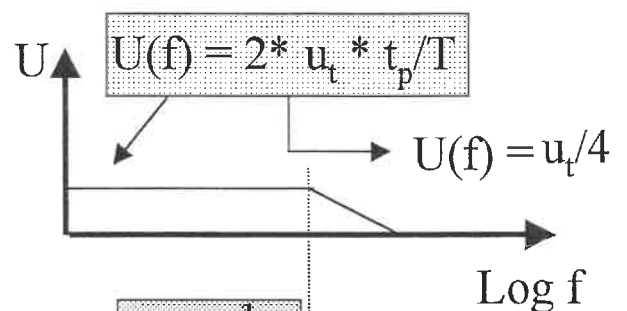
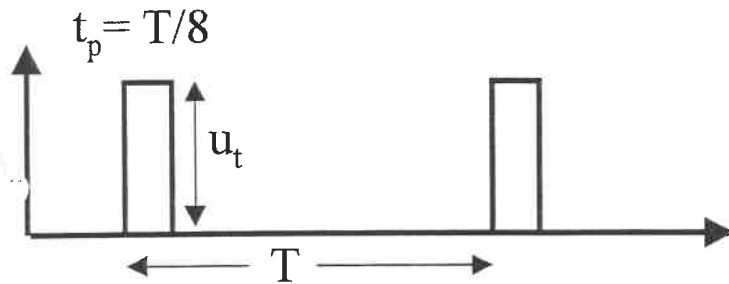
Signalform

- Bei gleicher Periodendauer aber unterschiedliche Pulsbreiten werden unterschiedliche Frequenzspektren erzeugt!



$$f_u = \frac{1}{\pi \cdot t_p}$$

$$f_u = \frac{2}{\pi \cdot T}$$



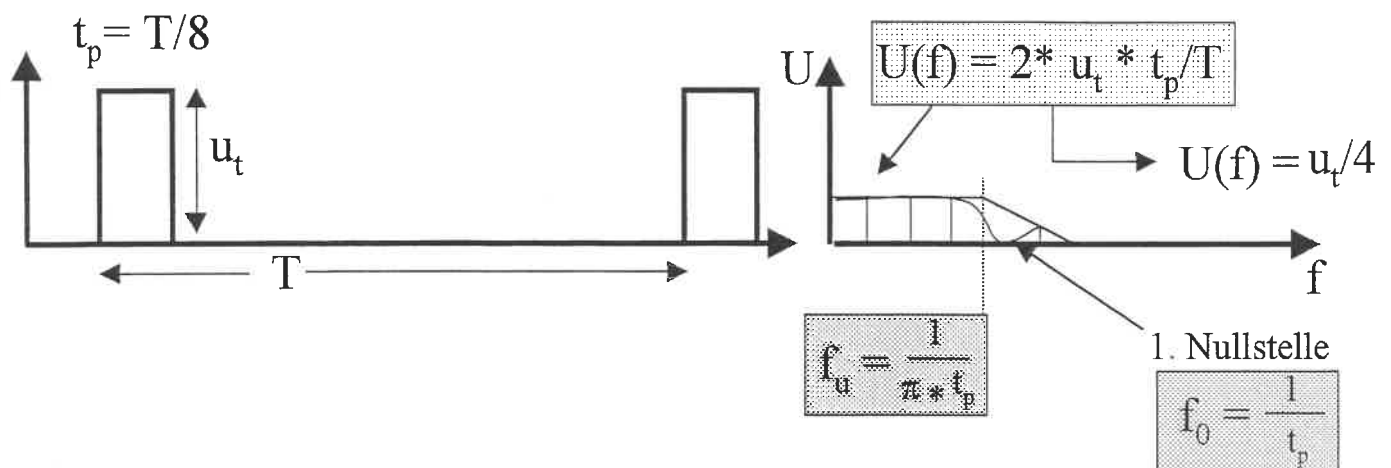
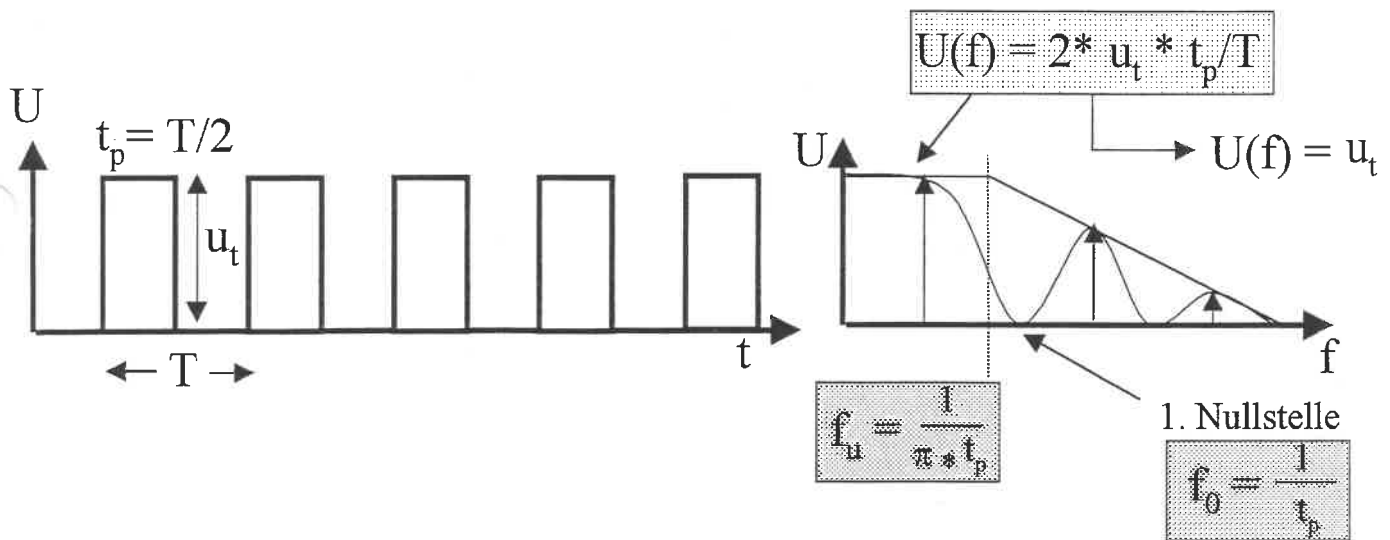
$$f_u = \frac{1}{\pi \cdot t_p}$$

$$f_u = \frac{8}{\pi \cdot T}$$

Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Signalform

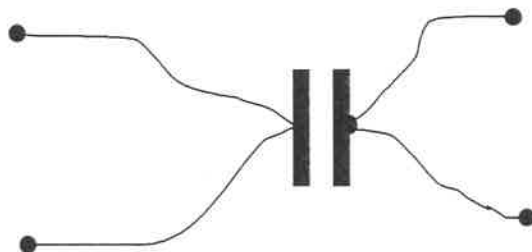
- Bei gleicher Pulsbreite aber unterschiedlicher Periodendauer werden unterschiedliche Frequenzspektren erzeugt!



Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Einsatz von Abblockkondensatoren

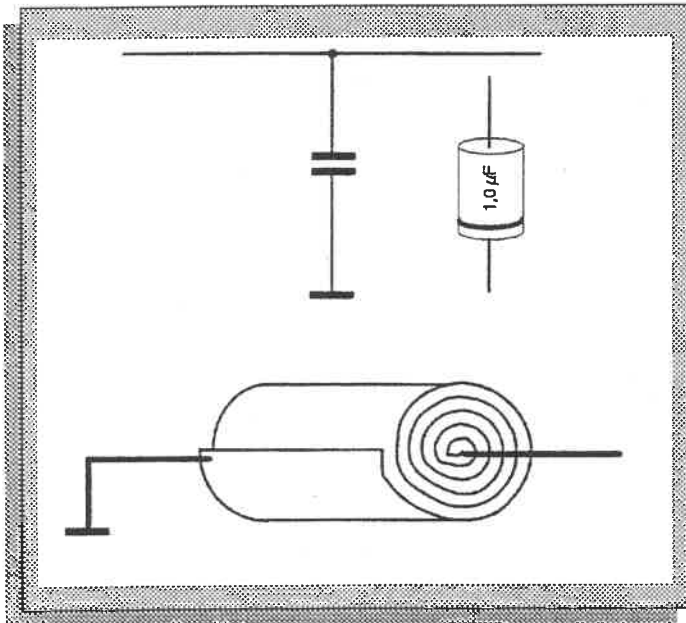
- Abblock-Kondensatoren (**AbK**) nicht auf die Signalfrequenz, sondern auf die Grenzfrequenz der Bausteine auslegen.
- Parallelschaltung gleicher AbK ist unkritisch, jedoch bei ungleicher Kapazität muß der kleinere Kondensator eine wesentlich kleinere Ersatzinduktivität besitzen, als der größere.
- AbK sollen einen hohen ohmschen Ersatzwiderstand besitzen.
- Bei Frequenzen größer 500 kHz sollte jedes IC separat abgeblockt werden. Da bei der Multilayertechnik die Abblockung im hohen Frequenzbereich durch den Lageaufbau erfolgt, ist die Platzierung der AbK's nahe der IC's nicht so kritisch, eine Gruppenentstörung kann erfolgen. Allerdings müssen die AbK's trotzdem induktivitätsarm angebunden werden.
- Anschlüsse der AbK's in Nadelöhrtechnik*) ausführen.
- Zur Abstützung der Versorgungsspannung in der Nähe der Steckkontakte AbK's zwischen 10 μF bis 100 μF platzieren.



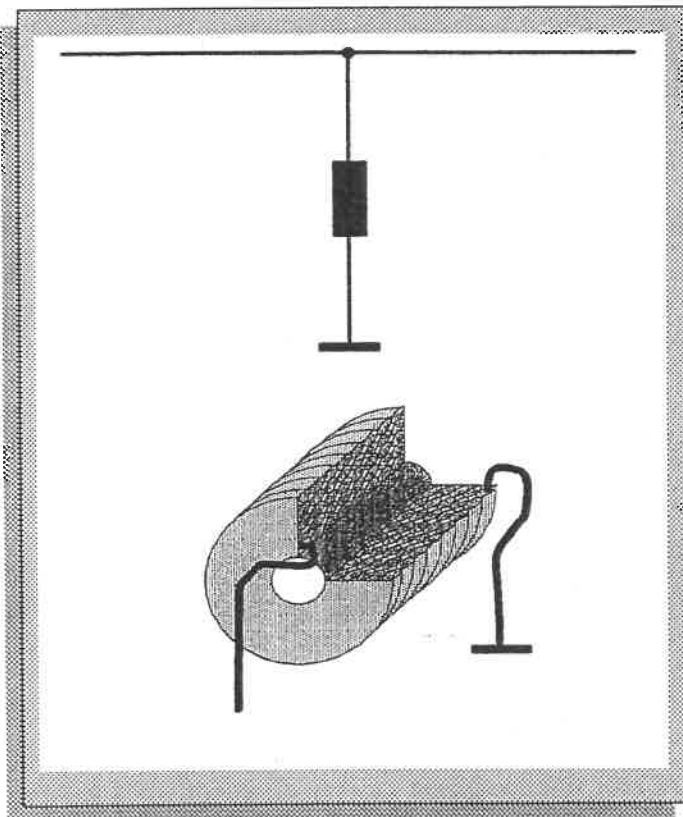
*) Nadelöhrtechnik: Anschlußinduktivität wird vermieden

Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Einsatz von Kondensatoren, Spulen



Bei Kondensatoren oder Spulen sollte die äußere Lage auf Masse gelegt sein!
- Abschirmwirkung der äußeren Wicklung -



Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Multilayer



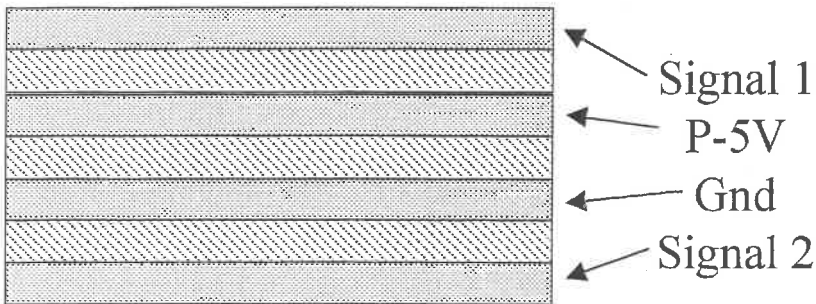
Bei hochleistungsfähigen
Logik-Systemen sind
Mehrlagen-Leiterplatten
eine absolute
Notwendigkeit

- Definierte Wellenwiderstände
- Niederinduktiver Bezugsleiter
- Schirmwirkung durch Wirbelströme
- Verteilte Kondensatoren

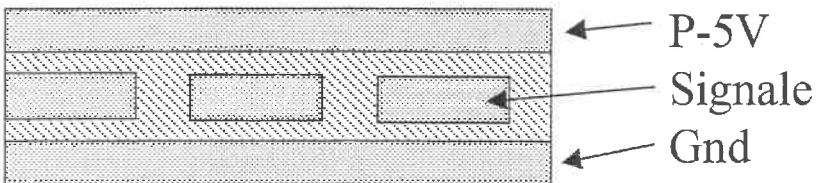
Allgemeine Regeln für Baugruppendesign

Multilayer

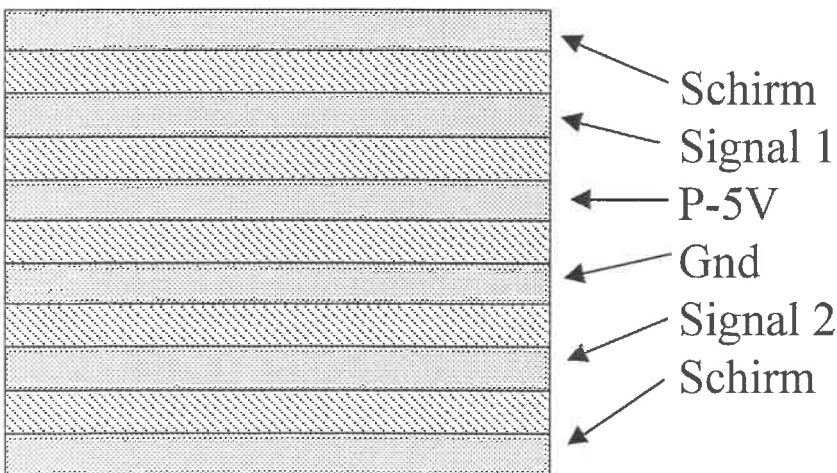
Beispiele für die Anordnung der Lagen



Ausnutzung
der Kapazität
der P-5V-Gnd
Flächen



Ausnutzung der
abschirmenden
Wirkung der P-5V-
Gnd Flächen



Zusätzliche
Schirmlagen an
den Außenseiten

- Versorgungs-/Grundlagen verschiedener Versorgungssysteme sollen sich nicht überlappen
- Zusammengehörende Versorgungs- /Grundlagen müssen übereinander angeordnet werden