Leere Leiterplatte



Vergleich Messung - Simulation S21



Die Position der SMA Buchsen wurde suboptimal gewählt und befindet sich zwischen den Finiten Elementen der Simulation. Die Leitungslänge der Thru-Calibration wirkt sich auf die Phase aus.

Leiterplatte mit Stromversorgung und 74HC04 mit einem 15 pF Kondensator am Ausgang



Die Versorgungsleitungen und das Netzteil können durch eine Spannungsquelle mit Innenwiderstand und Induktivität nachgebildet werden. Dadurch entsteht eine Resonanz bei etwa 8 MHz.

Vergleich Messung - Simulation

SI Flanken mit 74HC04

Der Tastkopf wurde mit zusätzlichen 5 pF am CMOS Ausgang nachgebildet.



Resonanz zwischen Kapazität Leiterplatte und Induktivität Zuleitung.

Anstiegs- Abfallzeit 74HC04

Anstiegszeit Signalgenerator nicht in Simulation berücksichtigt.



Leiterplatte mit 10 uF Kerko (PDS_EURO_2.asc)





PDS steigende Flanke 74HC04



Resonanz von Kapazität Leiterplatte und Induktivität Kondensator bei gemessenen 156 MHz.

GND-Bounce 74HC04

Gemessen bei fallender Flanke, an einem Ausgang, der auf Low liegt.



Leiterplatte mit 2 Kondensatorgruppen (PDS_EURO_3.asc)



Resonanz verschiebt sich von 150 MHz auf etwa 300 MHz



Mit höheren ESR Werten der Kondensatormodelle, wird die Resonanz bei 300 MHz in der Simulation mehr gedämpft. Allerdings stimmt dieser Wert dann für niedrigere Frequenzen wieder nicht. Problem ESR ist nicht frequenzabhängig modellierbar.

PDS steigende Flanke

74HC04 Mit 10:1 Tastkopf am IC gemessen

Bei der Simulation scheint es Probleme mit dem Modell zu geben. Je nach Einstellung des Minimal Time Steps entstehen unterschiedliche Ergebnisse. Bei bestimmten Einstellungen bleibt die Simulation hängen.



Etwa 14 mV peak-peak

Mit 50 Ω Leitung und 50 Ω Abschluss am Oszi gemessen

Für die Simulation wurde ein 74HCU04-Modell verwendet und die Anstiegszeit der Signalquelle angepasst, bis die Anstiegszeit des Ausgangs der Messung entspricht. Dieses Modell verursacht keine Probleme in der Simulation.



Mit höheren ESR Werten der Kondensatormodelle, wird die Schwingung bei 300 MHz in der Simulation mehr gedämpft. Allerdings stimmt dieser Wert dann für niedrigere Frequenzen nicht mehr.





Bei 300 MHz Resonanz der Board-Kapazität mit den ESLs der Kondensatoren. Diese Resonanz ist in der Simulation auch im PDS bei steigender Flanke zu sehen

74LVC04

Ch1 1.00 V



Ch1 20.0mV

6 Okt 2015 18:46:00 H 4.00ns A Ext/105 2.07 V

∎→▼ 46.4800ns

6 Okt 2015 18:47:36

Oszi selbst hat etwa 1 ns Anstiegszeit – Messung nicht mehr gültig

∎→▼ 34.4000ns

H 2.00ns AExt/105 2.07 V

Steigende Flanke GND-Bounce



lanke J N

CURSOR Aus HBIK VBI

Ch1 100mV

VERTIKAL (CH1) ng Impedanz Ba ấ 1MΩ 50Ω

ERFASSEN dbreite Fast Trig M Voll Normal S

Kopplung DC Noi HF-Reject

CURSOF Aus HBIK VBI

VERTIKAL (CH1) Kopplung Impedanz Bandbreite DC AC # 1MΩ 50Ω + Voll Normal + Sat Etwa 360 mV peak-peak !!

Ch1 1.00 V



Steigende/Fallende Flanke bei Ansteuerung mit TTL-Ausgang Mit 10:1 low Z Tastkopf (3,5 GHz)











Leiterplatte mit 220 pF X7R Abschluss und 2 Kondensatorgruppen (PDS_EURO_4.asc)



Vergleich Impedanz in der Ecke und an der Position des ICs:



Impedanz abhängig von der Position. Das Prinzip mit Kondensatorgruppen führt nur bei dünnen Kernen mit niedriger Wellenimpedanz zum gewünschten Ziel.



Vergleich Impedanz mit und ohne 220 pF Kondensatoren

Leiterplatte mit zusätzlichen 100 nF-Kondensatoren in der Umgebung des ICs

Ergebnis Simulation

Impedanz ändert sich nur gering. Auch die Störung an der Versorgung des ICs ist ähnlich. Allerdings breitet sich die Störung nicht auf der ganzen Platine aus, sondert wird durch die Kondensatoren lokal abgefangen!

Messung



Vergleich 1500 µm zu 50 µm Kern (PDS_EURO_5)

Kondensatordaten von murata

10uF 1206



2200 pF



1000 pF





epep_1998_KERKO_ESR_ESL.pdf