

EMI-Störungen durch Quarzoszillatoren

EMI wird von verschiedenen Komponenten einer Quarzoszillatorschaltung sowie vom IC intern (*1) erzeugt. Diese Probleme müssen zunächst geklärt werden, denn der EMI-Pegel kann zusätzlich durch Entwicklung einer geeigneten Leiterplatte gesenkt werden, die entsprechende Lösungen dafür einschließt. Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf entsprechende Positionen der Abbildungen.

1. Schaltungspunkte, die EMI erzeugen

PCB-Leiterbahnen (*2)

Eine lange Leiterbahn, die ICs und Komponenten wie Quarzeinheiten und Kondensatoren miteinander verbindet, verhält sich wie eine Antenne, so dass der EMI-Pegel ansteigt und EMI in beträchtlicher Höhe von Bahn *2 des OUT-Pins des Inverters abgestrahlt wird. Der negative Widerstand nimmt leider auch ab, wenn die Bahnen von IN und OUT parallel verlängert werden.

Quarz (*3)

Die Signalform der Oszillatorfrequenz erscheint an der Elektrode eines oszillierenden Quarzes. Im Allgemeinen ist die Wellenform auf der IN-Seite der Oszillatorschaltung nahezu eine Sinusschwingung, und die EMI ist ziemlich niedrig. Auf der OUT-Seite ist der Störpegel ziemlich hoch, da die Kurvenform sich einer Rechteckschwingung annähert, die eine Vielzahl von Harmonischen enthält.

Grundleitung (*4)

Wenn die Impedanz der Ground- oder Erdleitung einer Leiterplatte hoch ist, wird der abgestrahlte EMI-Pegel sehr groß.

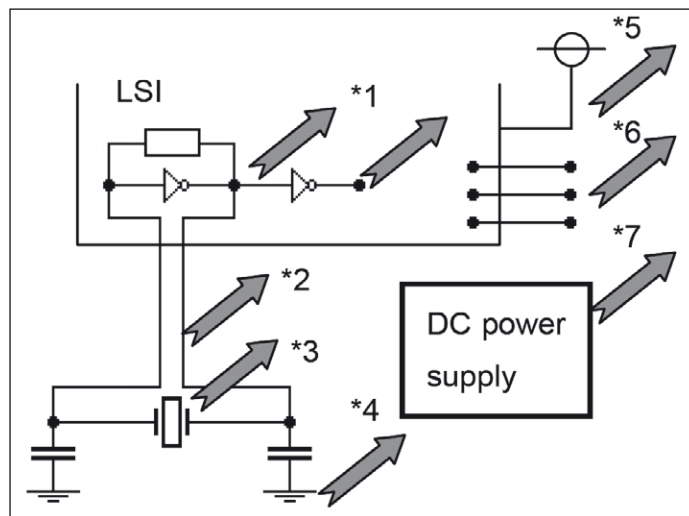


Bild 1: EMI-Quellen in einer Quarzoszillatorschaltung. Alle Zahlenangaben im Text beziehen sich auf die Bezeichnungen in dieser Abbildung.

Stromversorgungsleitung (*5) der PCB

Eine Stromversorgungsleitung liegt bei Wechselstromsignalen auf dem gleichen Potential wie die Erdleitung. Wenn die Impedanz der Stromversorgungsleitung hoch ist, wird diese Leitung zu einer Antenne für die Abstrahlung von EMI.

Ausgabeport der LSI-Schaltung (*6)

Die Datenausgabe der LSI strahlt ebenfalls EMI ab.

DC-Stromversorgungsleitung (*7)

Wenn hochfrequentes Rauschen auf der Ausgangsleistung des Netzteils vorhanden ist, werden der Quarzoszillator und alle anderen funktionellen Schaltungen mit diesem Rauschen moduliert und der von ihnen erzeugte EMI-Pegel steigt an. Auch das Signal des Quarzoszillators erscheint auf einer Stromversorgungsleitung, wenn seine Impedanz zu hoch ist. Die Bahn wird dadurch zu einer Antenne und strahlt EMI ab.

2. EMI-Lösungen

Da die Signalform an der IN-Seite der Pierce-Quarzoszillatorschaltung bei Verwendung

OUT-Seite des Inverters nahezu rechteckig oder eine verzerrte Sinusschwingung, die zahlreiche Harmonische enthält. Eine hier angeschlossene PCB-Bahn wird zur Antenne und strahlt EMI ab.

(1) EMI-Lösung für die im LIS generierten Störungen

Sieht man beim Design eine Massefläche unter der LSI-Oszillatorschaltung vor, ist es möglich, die von unten abgestrahlte EMI zu verringern.

(2) Von PCB-Bahnen erzeugte EMI-Störungen

eines C-MOS-Inverters weitgehend einer Sinusschwingung entspricht, sind die von diesem Teil der Schaltung erzeugten Harmonischen minimal. Dagegen ist die Kurvenform an der

Wie Bild 4 zeigt, sollte die Leiterplatte so designed werden, dass alle Bahnen die kürzestmögliche Länge aufweisen. Ansonsten können Leitungen, die z.B. den Quarz oder Kondensatoren mit der LSI verbinden, zu EMI abstrahlenden Antennen werden. Weiterhin ist es äußerst wirkungsvoll, die signalführenden Leitungen einer Oszillatorschaltung durch eine pas-

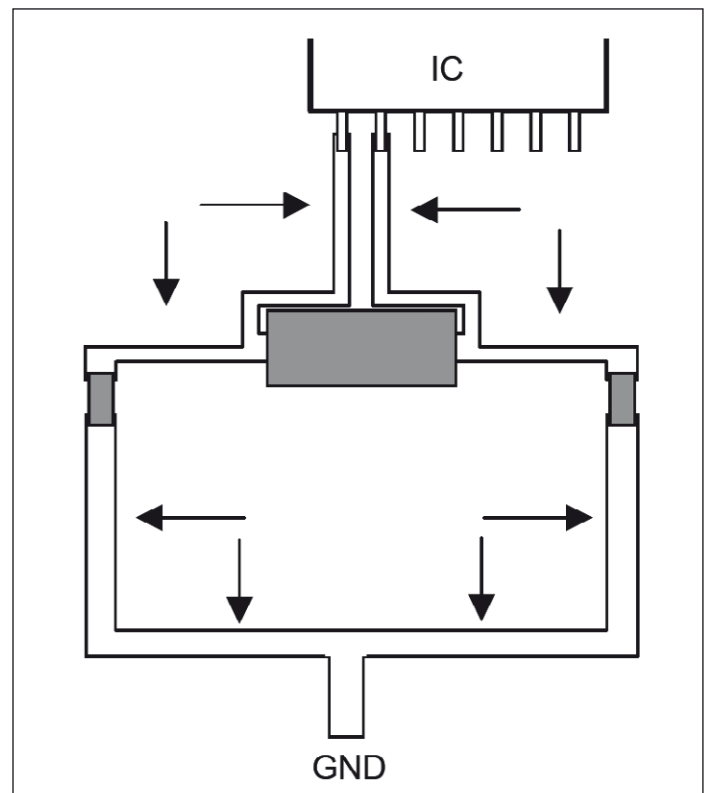


Bild 2: Das mit Pfeilen gekennzeichnete PCB-Leitungsmuster wirkt als EMI-Antenne

Unter Verwendung von:
„Electromagnetic Interference
(EMI) Solutions“
Kyocera Kinseki Corporation
Design Center
www.global.kyocera.com

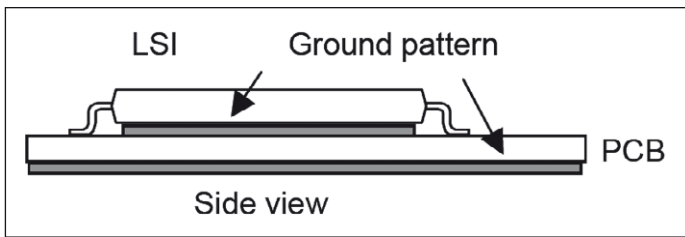


Bild 3: Eine Massefläche unter dem IC verringert EMI

sende Massefläche abzuschirmen. Man muss beim Design jedoch darauf achten dass der negative Widerstand abnimmt, wenn die Bahnen zu dicht liegen. Ebenfalls wichtig ist es, das Ground-Muster so zu entwerfen, dass es keine Schleife bildet. Dazu dürfen die offenen Bahnen nicht miteinander verbunden werden. Da EMI in großem Umfang von der Bahn abgestrahlt wird, die mit dem OUT-Anschluss verbunden ist, ist es wichtig, diese Leitungslänge möglichst am kürzesten auszuführen. Die Kurvenform am IN-Terminal des Inverters dagegen ist in den meisten Fällen eine Sinusschwingung, so dass der EMI-Pegel niedrig ist.

(3) EMI-Abstrahlung des Quarzes

Bei SMD-Quarzoszillatoren mit Metallgehäusen muss darauf geachtet werden, dass die herausgeführten Pins, die intern mit der Abschirmkappe verbunden sind, geerdet werden.

(4) EMI-Abstrahlung der Groundleitung

Wenn das Layout des Groundmusters am Kondensatorende

zu lang und zu dünn ist, wird es zu einer Antenne für EMI. Das PCB-Layout sollte daher so entworfen werden, dass alle Bahnen, die mit der Groundleitung verbunden sind, die kürzest mögliche Länge haben.

(5) EMI-Abstrahlung von der Stromversorgungsleitung

Es ist sehr effektiv, mehrere Bypass-Kondensatoren mit verschiedenen Werten und damit auch abweichenden Eigenresonanzfrequenzen vorzusehen, so dass die Impedanz einer Stromversorgungsleitung in einem breiten Übertragungsbereich nicht zu groß wird. Normalerweise werden Bypass-Kondensatoren mit den kürzest möglichen Leitungslängen direkt an den Stromversorgungspins der LSI-Schaltung angeschlossen. Sollte die Leiterbahn jedoch länger sein, ist es zweckmäßig, diese Kondensatoren an verschiedenen Stellen des Boards zu platzieren.

Für jede Stromversorgungsbahn wird ein Bypass-Kondensator erforderlich, wenn die LSI mehrere Spannungen benötigt. Für niederfrequentes

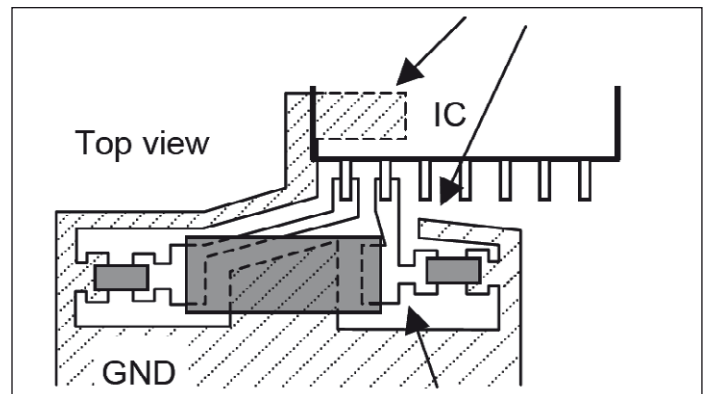


Bild 4: Kurze Leiterbahnen (unterer Pfeil) sowie eine geeignete Massefläche sind beim Entwurf der Oszillatorschaltung wichtig. Die Enden der Massefläche sollten nicht verbunden werden, um keine Schleife zu bilden (obere Pfeile).

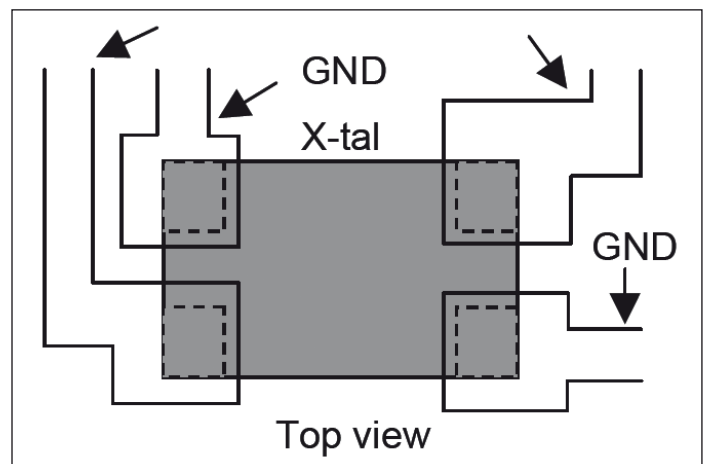


Bild 5: Die intern mit der Metallkappe verbundenen Oszillatorpins müssen unbedingt geerdet werden.

Rauschen werden meist große Kapazitäten wie z.B. mehrere Mikrofarad verwendet, aber es besteht dann die Gefahr, dass das Regel-IC bei großen Kapazitäten am Ausgang selbst in Schwingungen gerät. Weiterhin ist es zweckmäßig, EMI-Filter zu verwenden, um EMI-Abstrahlung von der Versorgungsleitung zu unterdrücken.

(6) EMI-Abstrahlung aus dem Datenausgang

Leitungsfilter können, je nach Datenform, verwendet werden. Ist das nicht möglich, empfiehlt sich eine Abschirmfläche unter der Datenübertragungsleitung sowie eine Schirmung der anderen Seite der PCB durch das Groundmuster. Unbenutzte Ports sollten mit Impedanzen entspre-

chend den Angaben im LSI-Manual abgeschlossen werden.

(7) EMI-Abstrahlung vom Netzteil

Um die von einem DC-Netzteil abgestrahlte EMI zu verringern, ist es am wirksamsten, die Schaltung mit einer Metallabdeckung abzuschirmen.

3. Schaltungsstruktur und -konstanten zur Verringerung der EMI-Abstrahlung

Die Höhe der EMI-Abstrahlung ändert sich je nach der Kurvenform des Oszillatorsignals. EMI nimmt am schnellsten bei Sinuswellen ab. Da die Signalforn am IN-Terminal des Inverters nahezu eine Sinusschwingung ist, sind die an diesem Punkt

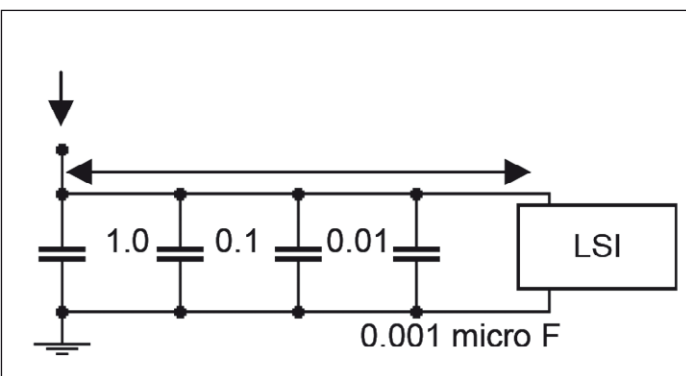


Bild 6: Die Stromversorgungsleitung sollte, nahe am IC-Anschluss, mit Kondensatoren unterschiedlicher Werte und mit verschiedenen Eigenresonanzfrequenzen abgeblockt werden.

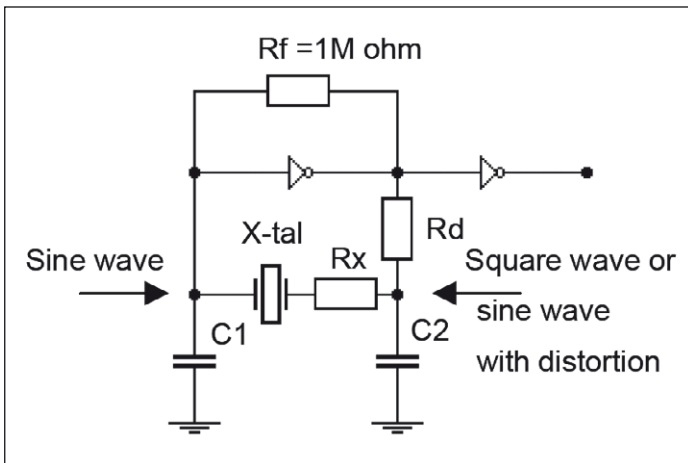


Bild 7: Standardschaltung eines Pierce-Quarzoszillators mit zwei Invertiern

erzeugten Harmonischen in der CMOS-Inverter Quarzoszillatorschaltung sehr klein. Die Wellenform am OUT-Anschluss ist dagegen ein Rechteck mit vielen Harmonischen. Die Verzerrung der Schwingungsform am OUT-Terminal und die EMI-Abstrahlung lassen sich durch folgende Schritte verringern. 1. Verringern Sie mit R_d und R_x die Ladungsmenge die in C_2 hinein- und wieder

herausfließt. 2. Verwenden Sie sehr kleine Werte für C_1 und C_2 , wie z.B. $C_1 = 22\ \text{pF}$ und $C_2 = 5\ \text{pF}$ beispielsweise, da die Verzerrungen dann geringer werden. Wenn die Kapazität an der OUT-Seite jedoch zu klein gemacht wird, sinkt die Amplitude zu stark ab und man muss daher überprüfen, ob der Ausgangspegel noch ausreicht, um die Schaltung der folgenden Stufe anzusteuern. ◀