

PLL-Die Phasenregelschleife

Enrico Jimenez Tuero (e.jimeneztuero@campus.tu-berlin.de)

9.Mai 2017

Der Begriff PLL steht für "phase locked loop" (dt.: Phasenregelschleife). Es handelt sich also um einen Regelkreis, welcher Phase und evtl. die Frequenz eines VCO an ein Referenzsignal koppelt. Dabei handelt es sich meist ebenfalls um einen Oszillator, dessen Stabilität und Genauigkeit sich im Idealfall auf den VCO überträgt.

In Abbildung ist das Blockschaltbild einer PLL abgebildet. Das Kernstück einer PLL ist der Phasenfrequenzdetektor (kurz: PFD). Es handelt sich um eine Logikschaltung, welche die Phase und Frequenz seiner zwei Eingänge vergleicht und bei Bedarf eine Steuerspannung zur Anpassung ausgibt. Bei diesem Vorgang überlagert der PFD das eigentliche Nutzsignal mit hochfrequenten Eigenanteilen, welche anschließend mit einem Tiefpass wieder herausgefiltert werden müssen. Des Weiteren dient der Schleifenfilter zur Mittelwertbildung der ausgegebenen Steuerspannungen, sodass dem VCO eine annähernd konstante Spannung übergeben werden kann.

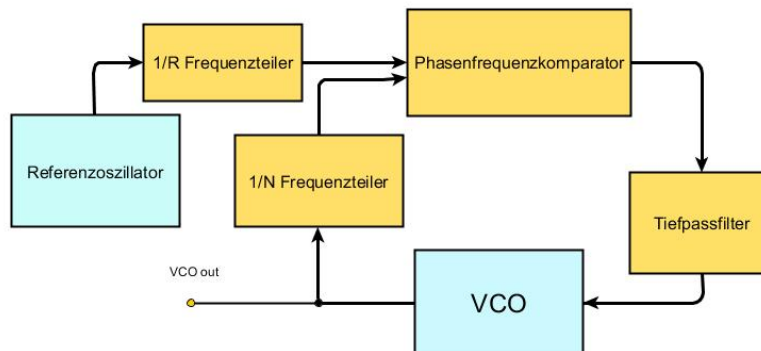


Abbildung 1: Das Blockschaltbild einer PLL [4]

In simpleren PLL's kommt statt dem PFD ein Phasenkomparator zum Einsatz, welcher lediglich die Phasen der Eingangssignale abgleicht. Die einfachste Ausführung hierfür ist das XOR-Gatter. Zur Erinnerung: Das XOR-Gatter gibt eine 0 aus, falls die beiden Eingänge übereinstimmen und eine 1 falls die Eingänge verschieden sind, also genau das Verhalten was wir in diesem Fall benötigen.

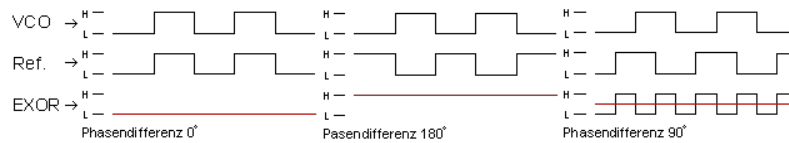


Abbildung 2: Das Phasendiagramm im XOR-Gatter [4]

Nachdem das Ausgangssignal des PFD gefiltert wurde, kann es dem VCO als Steuerungsspannung zugeführt werden. Das Ausgangssignal des VCO muss allerdings zum PFD zurückgekoppelt werden und kann anschließend genutzt werden. Die in Abb: 1 zu sehenden Frequenzteiler sind zwar optional, sind allerdings in der Anwendung häufig anzutreffen. Die Teilungsfaktoren N und R sind in der Regel natürliche Zahlen. Verwendet man nur den ersten Frequenzteiler entspricht dies einer Multiplikation der Referenzfrequenz mit dem Teilungsfaktor N . Mit dem zweiten Frequenzteiler kann man eine größere Vielfalt von rationalen Teilungsfaktoren erzeugen. Es gilt $f_{VCO} = f_{ref} \cdot N \cdot \frac{1}{R}$. Welche Teilerfaktoren man erzeugen kann, hängt allerdings auch von der Umsetzung der Schaltung des Frequenzteilers zusammen. Der einfachste Frequenzteiler ist das T-Flipflop (entsteht z.B. durch das Verbinden der J und K Eingänge am JK-Flipflop). Mit n T-Flipflops erreicht man dann Teilungsfaktoren der Gestalt $N = 2^n$.

Die PLL findet in vielen Gebieten der Elektrotechnik ihre Anwendung, besonders allerdings in der Nachrichtentechnik. Sie wird zum Beispiel zur Modulation an Sendern und zur Demodulation an Empfängern eingesetzt. Weiterhin liegt eine prominente Anwendung bei der Taktfindung bzw. -rückgewinnung. Die PLL kann den Takt eines empfangenen Signals bestimmen und erlaubt so beispielsweise die Synchronisation des Sendetaktes mit einem Analog-Digital-Umsetzer.

Literatur

- [1] <http://www.edaboard.com/showthread.php?t=75624>
Datum: 2017-05-01 Uhrzeit: 11:27:59
- [2] <http://www.ti.com/lit/an/swra029/swra029.pdf>
Datum: 2017-05-01 Uhrzeit: 15:42:18
- [3] <http://senderbau.egyptportal.ch/pll.htm>
Datum: 2017-05-01 Uhrzeit: 10:29:34
- [4] <http://www.hobbyelektronikwerkstatt.info/pll/>
Datum: 2017-05-01 Uhrzeit: 10:30:45
- [5] <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/26873/TI/CD4046.html> Datum: 2017-05-01 Uhrzeit: 16:46:14
- [6] Buch: Halbleiter-Schaltungstechnik, Autoren: Ullrich Tietze, Christoph Schenk, Verlag: Springer Vieweg