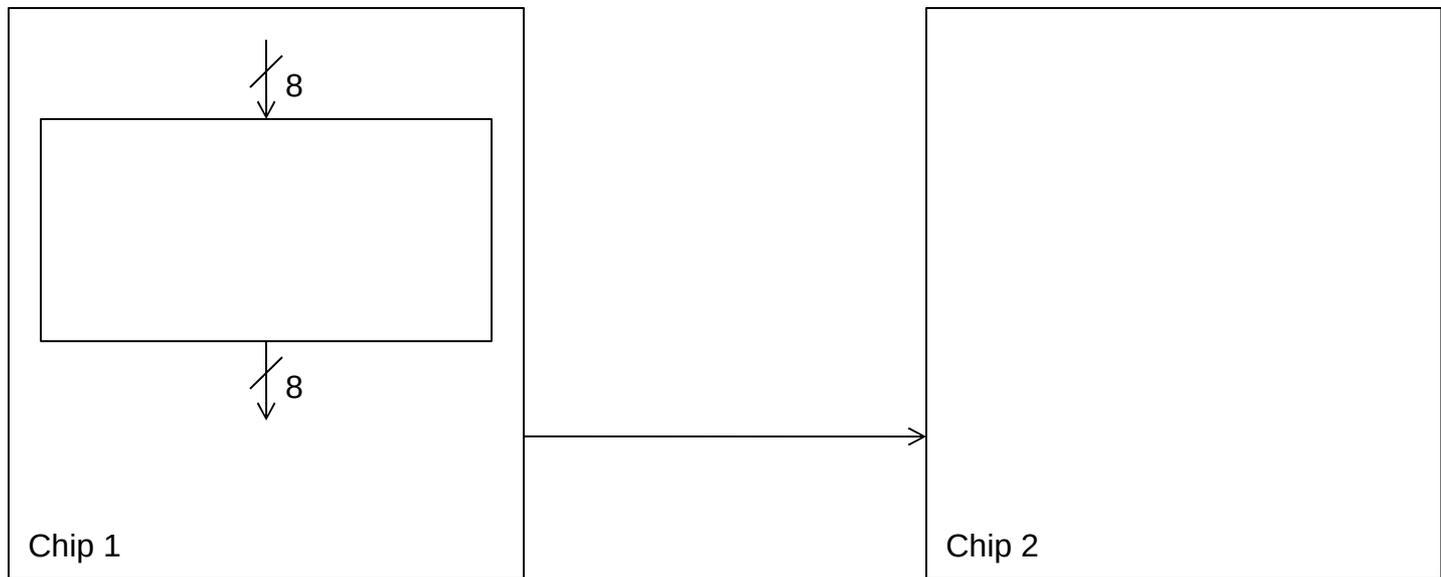


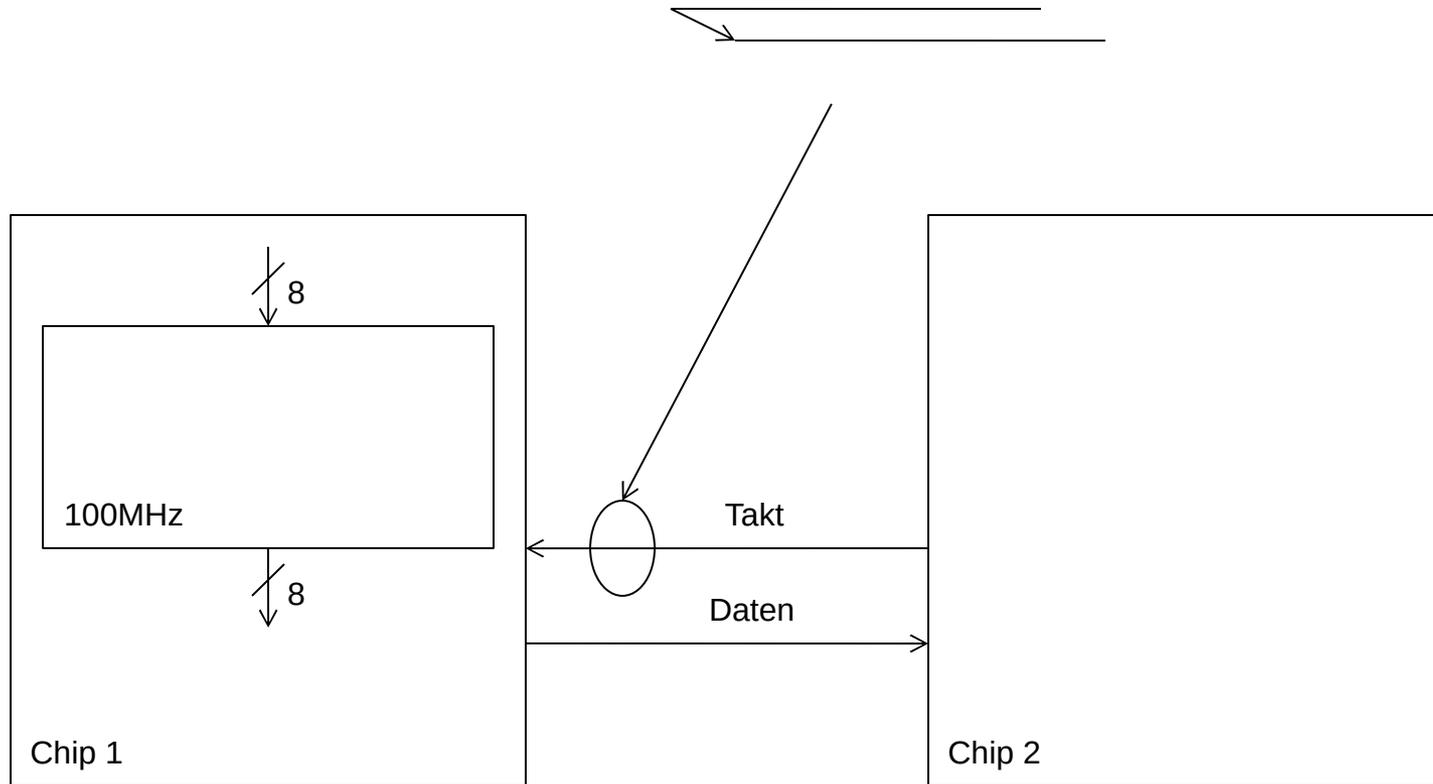
Design digitaler Schaltkreise

- In modernen Digitalschaltkreisen erfolgt die Taktsynchronisation üblicherweise durch PLLs.
- Ein einziger Quarzoszillator liefert den Grundtakt, auf den alle weiteren Taktsignale phasengenau synchronisiert werden.

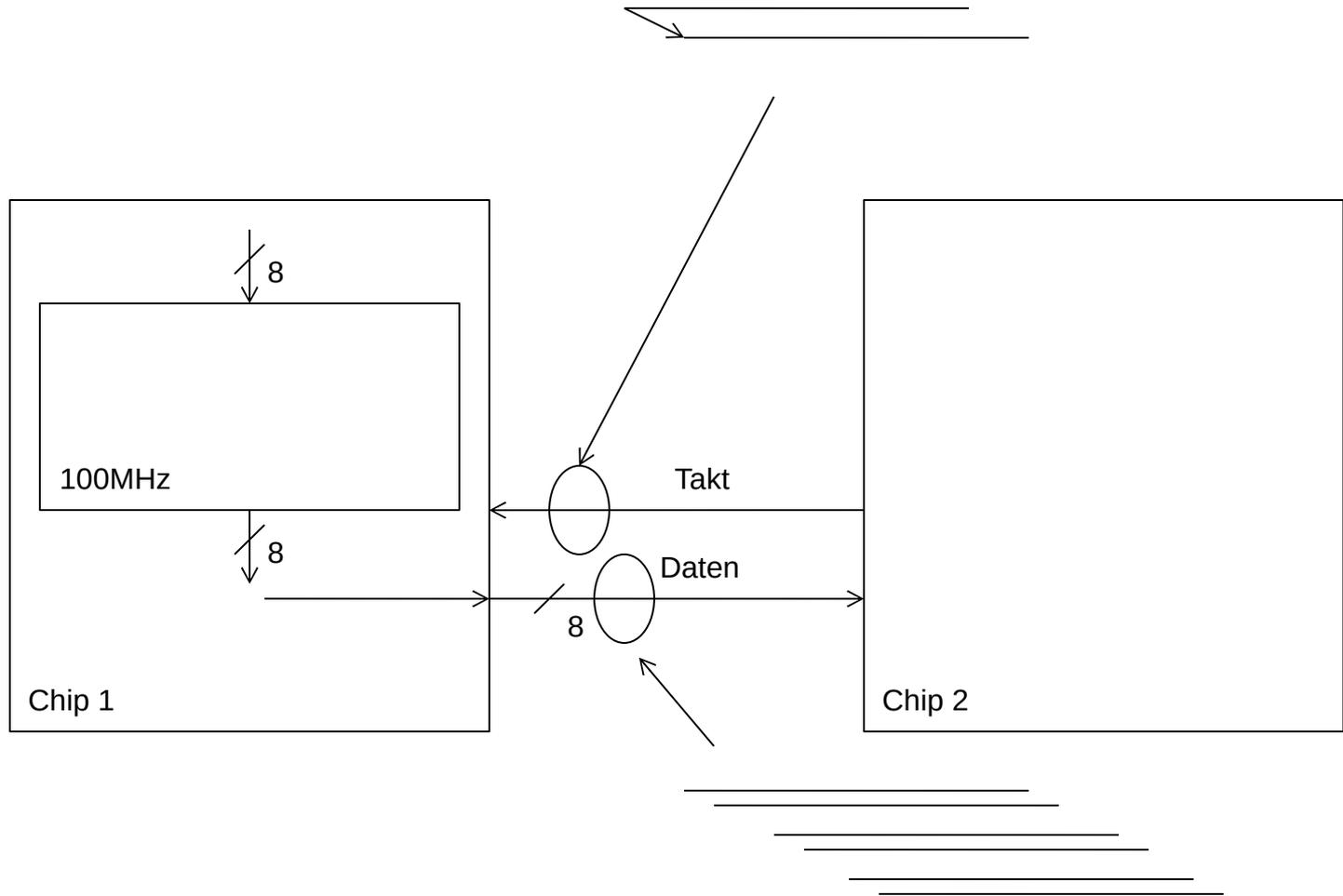
• ...



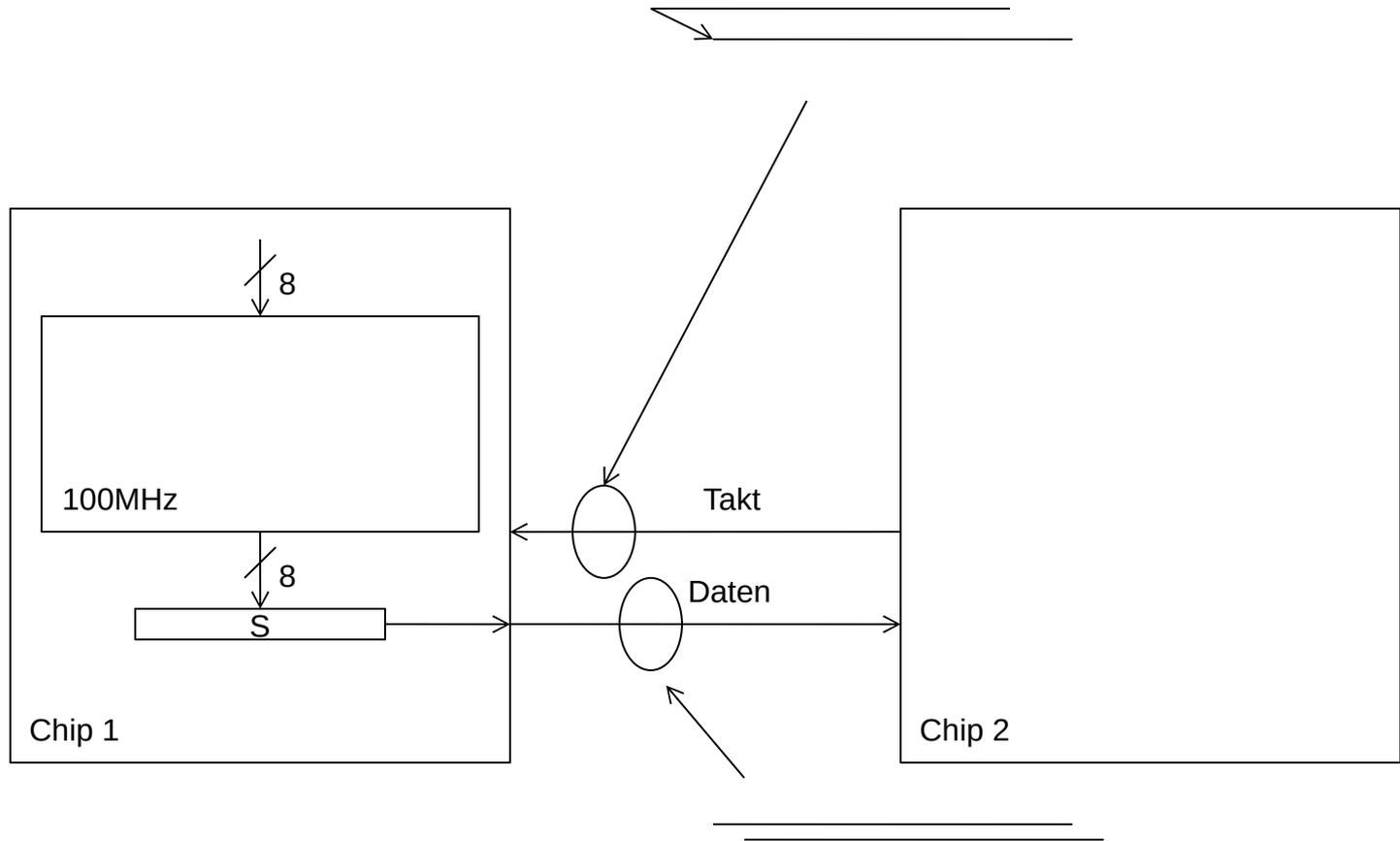
- 1



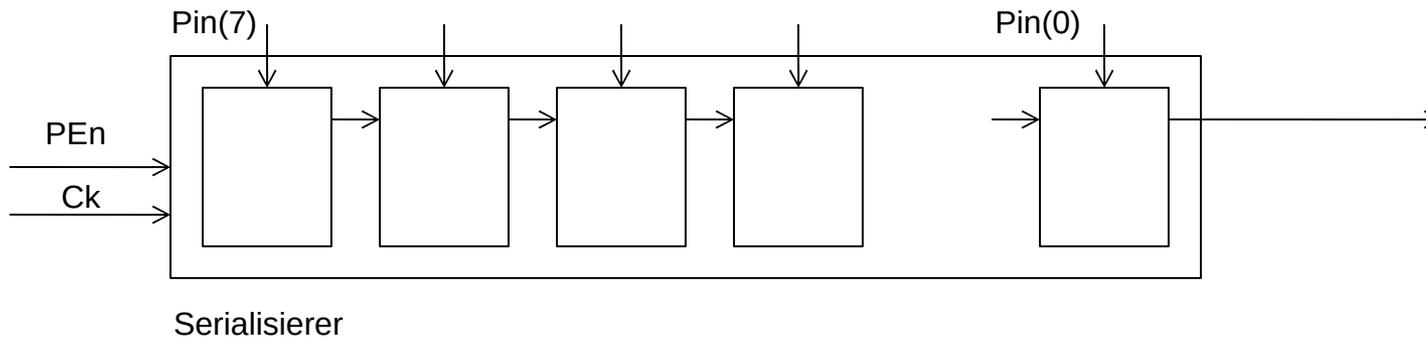
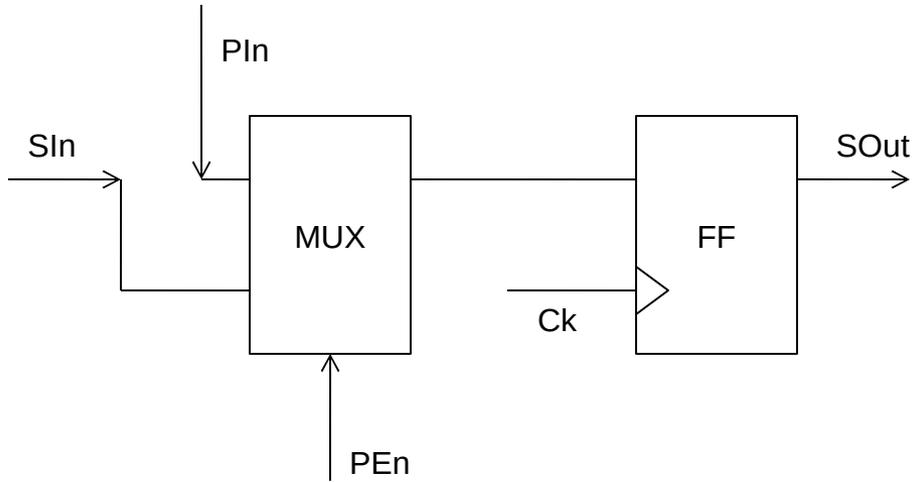
• ...



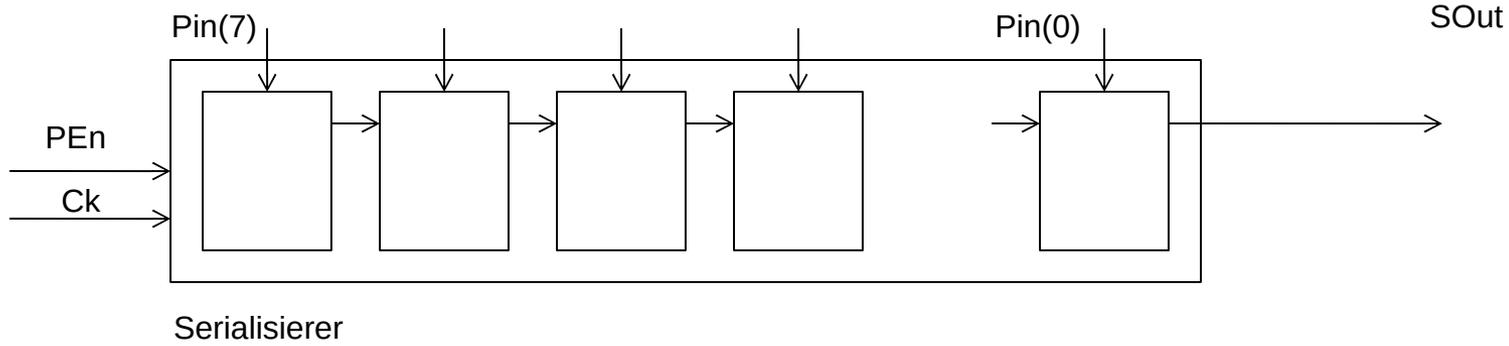
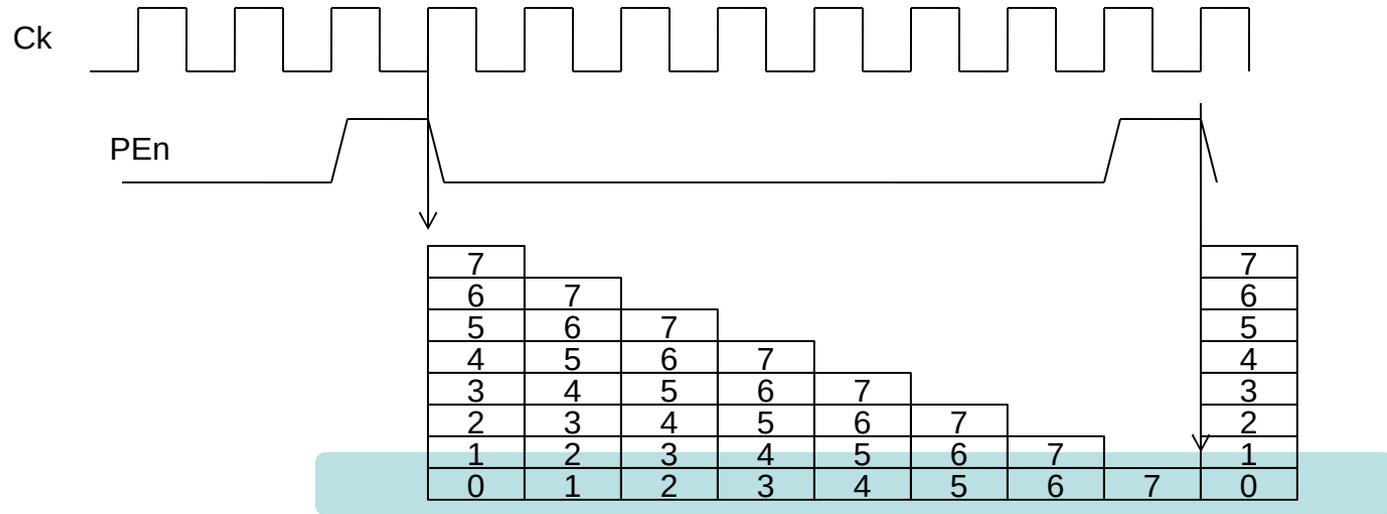
• ...

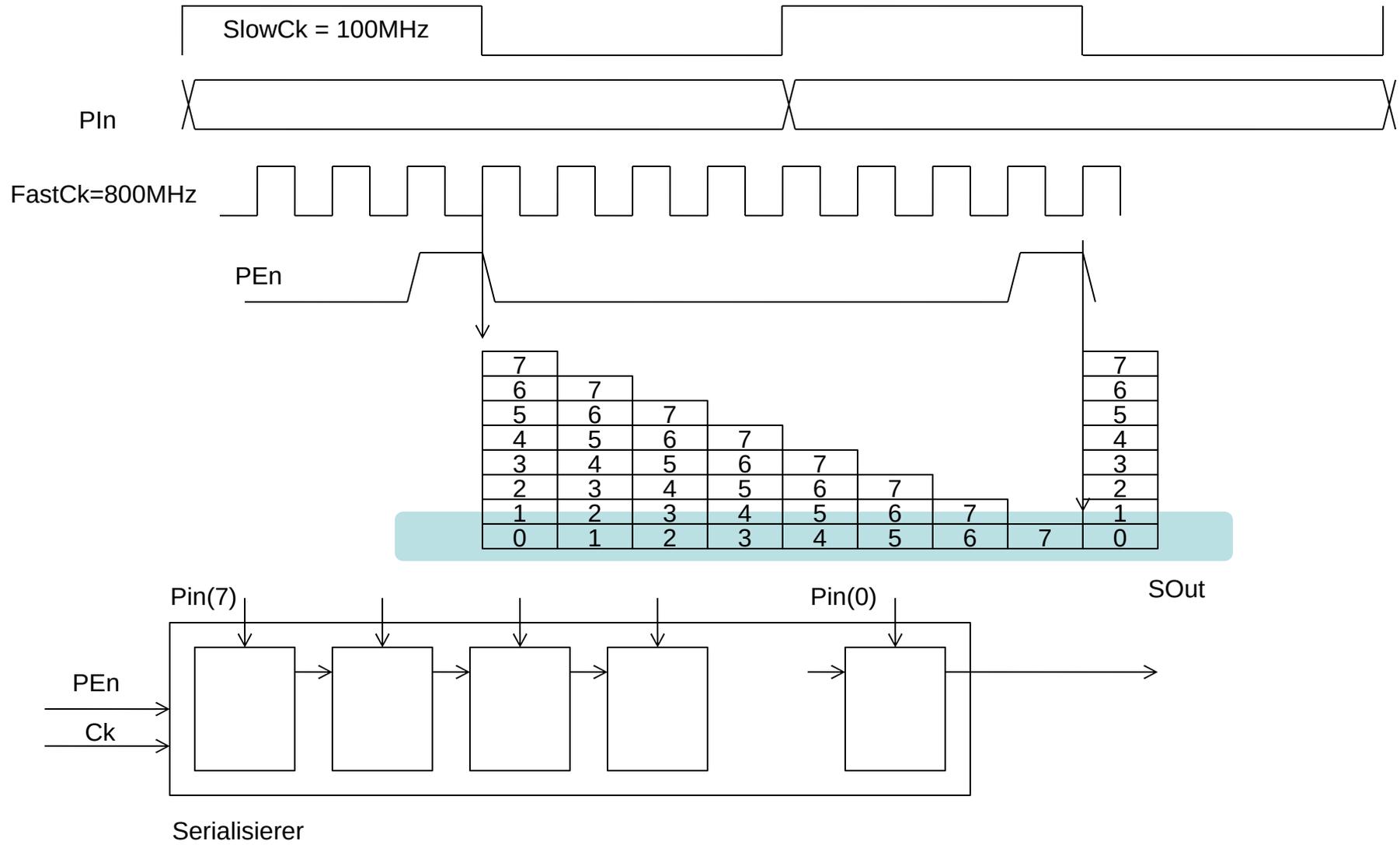


• ...

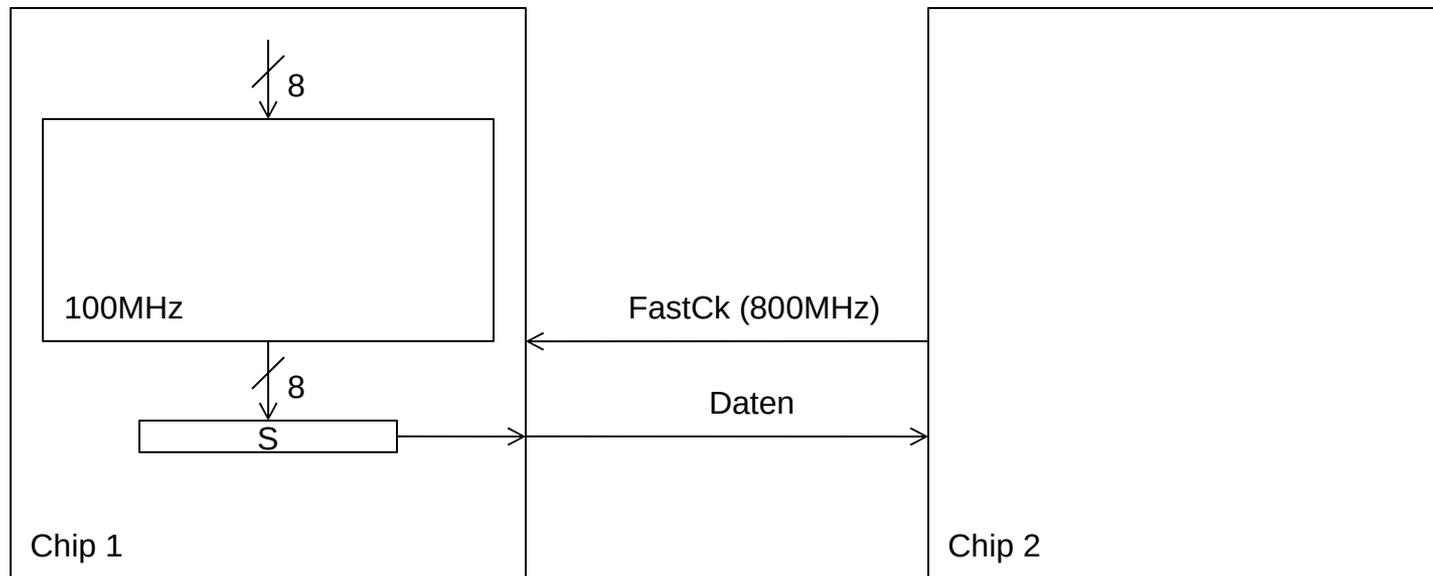


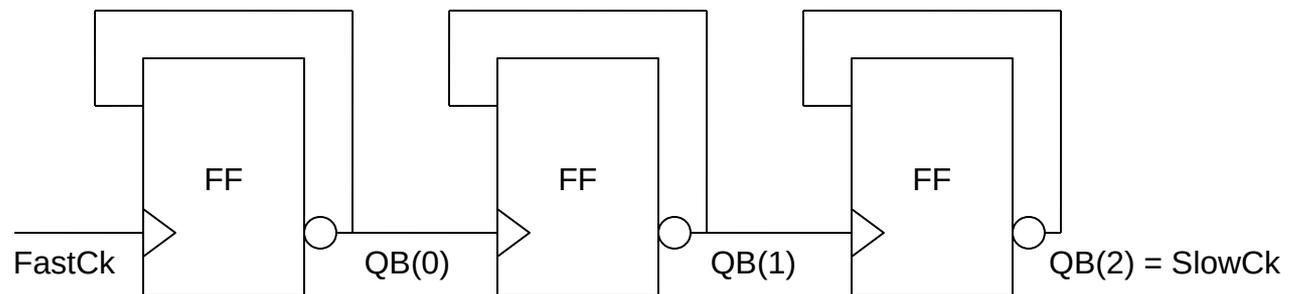
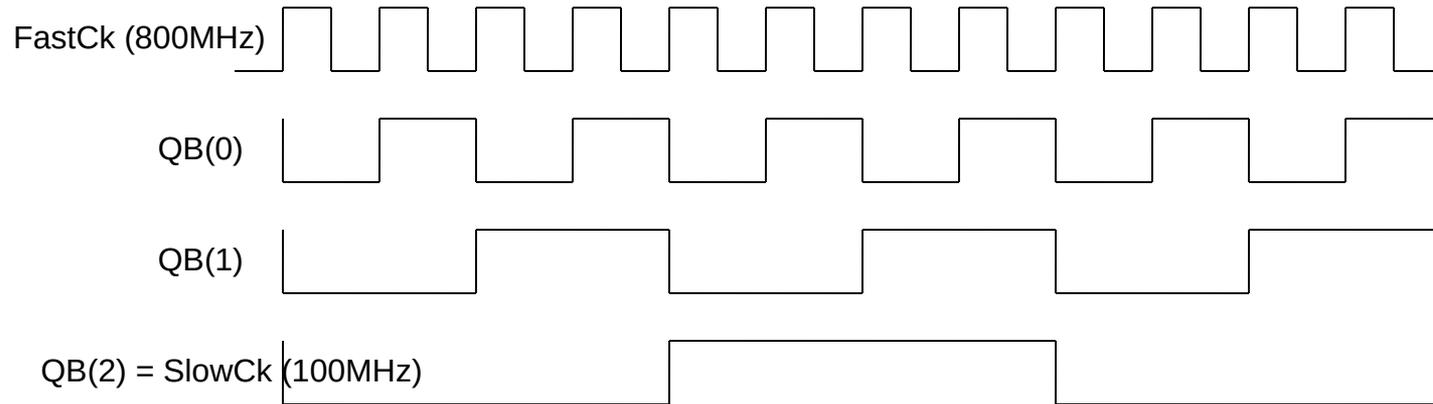
• ...

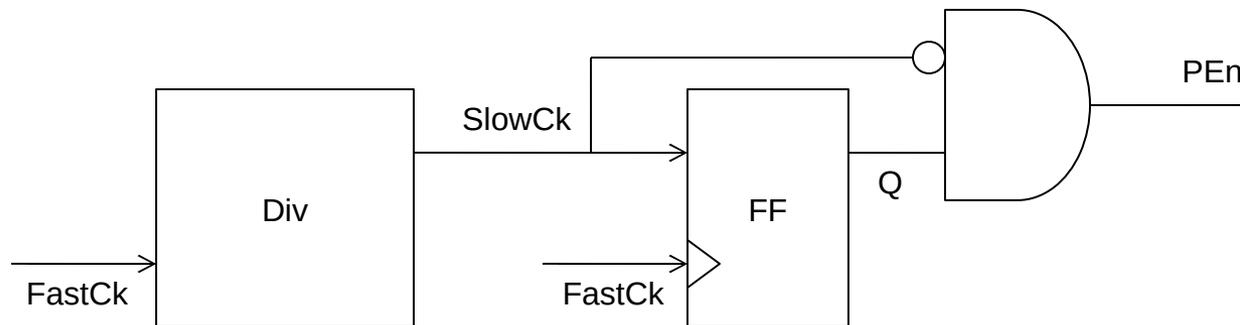
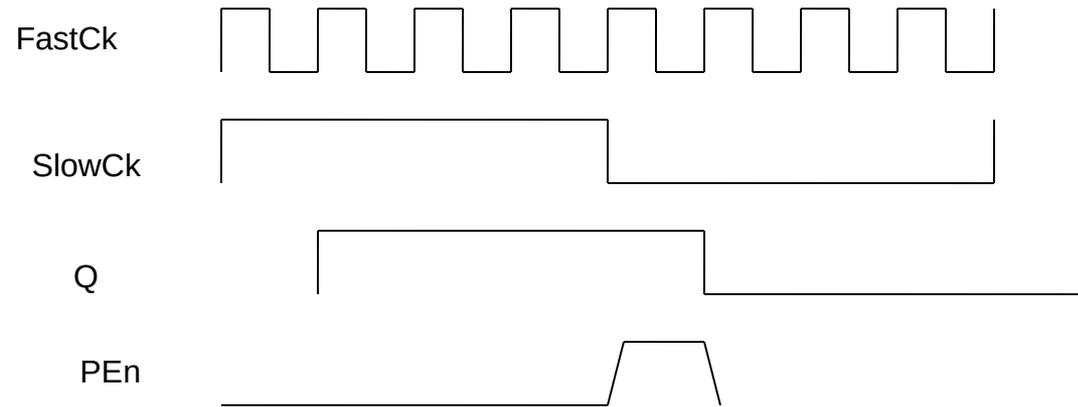




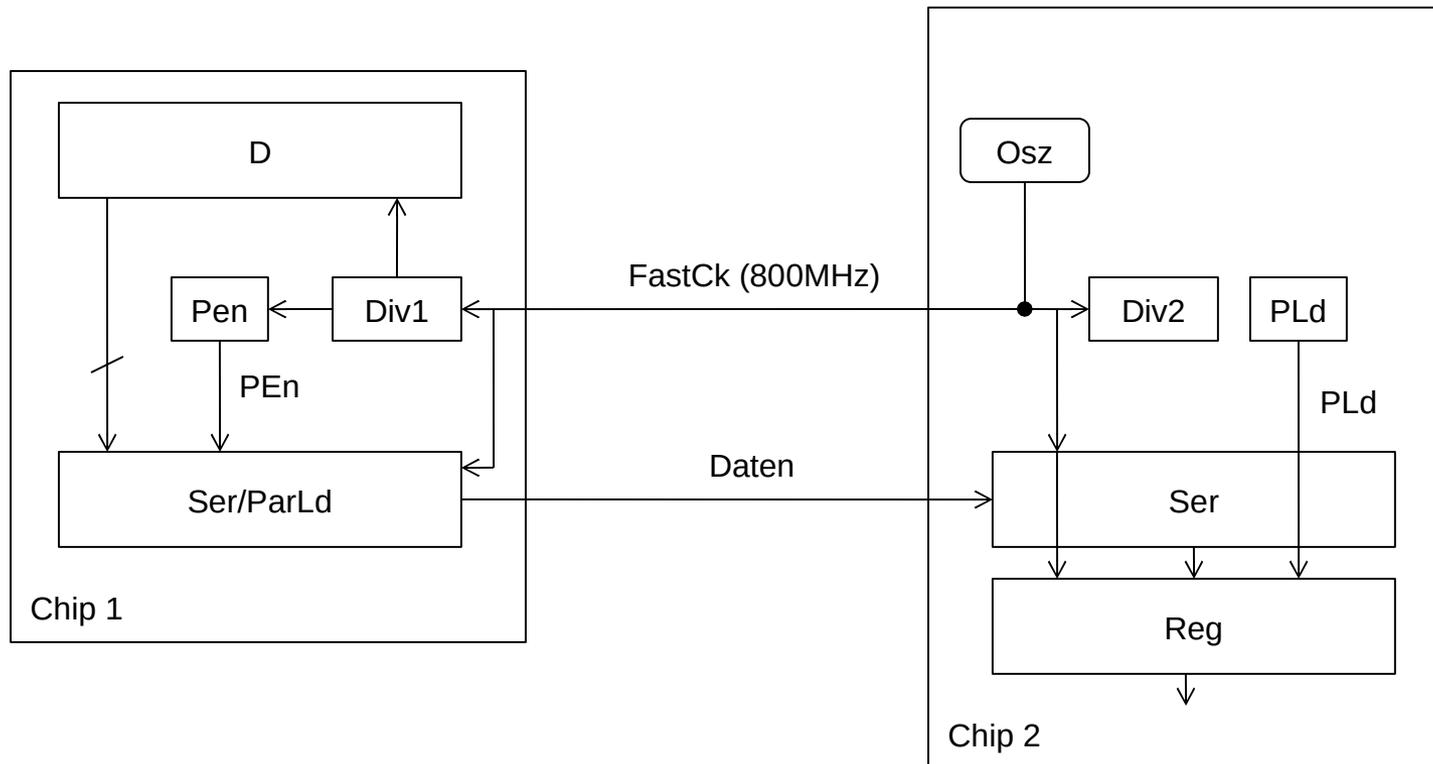
• ...



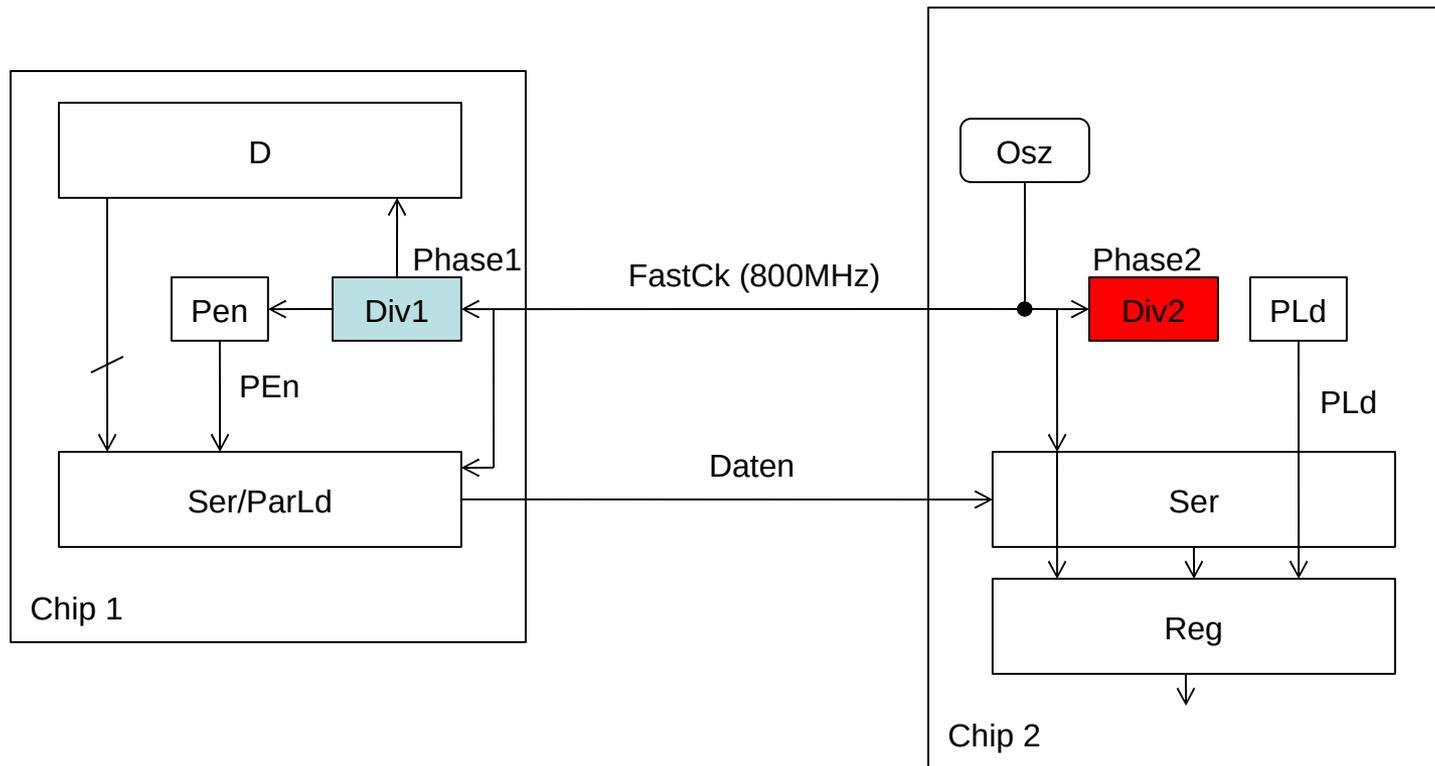




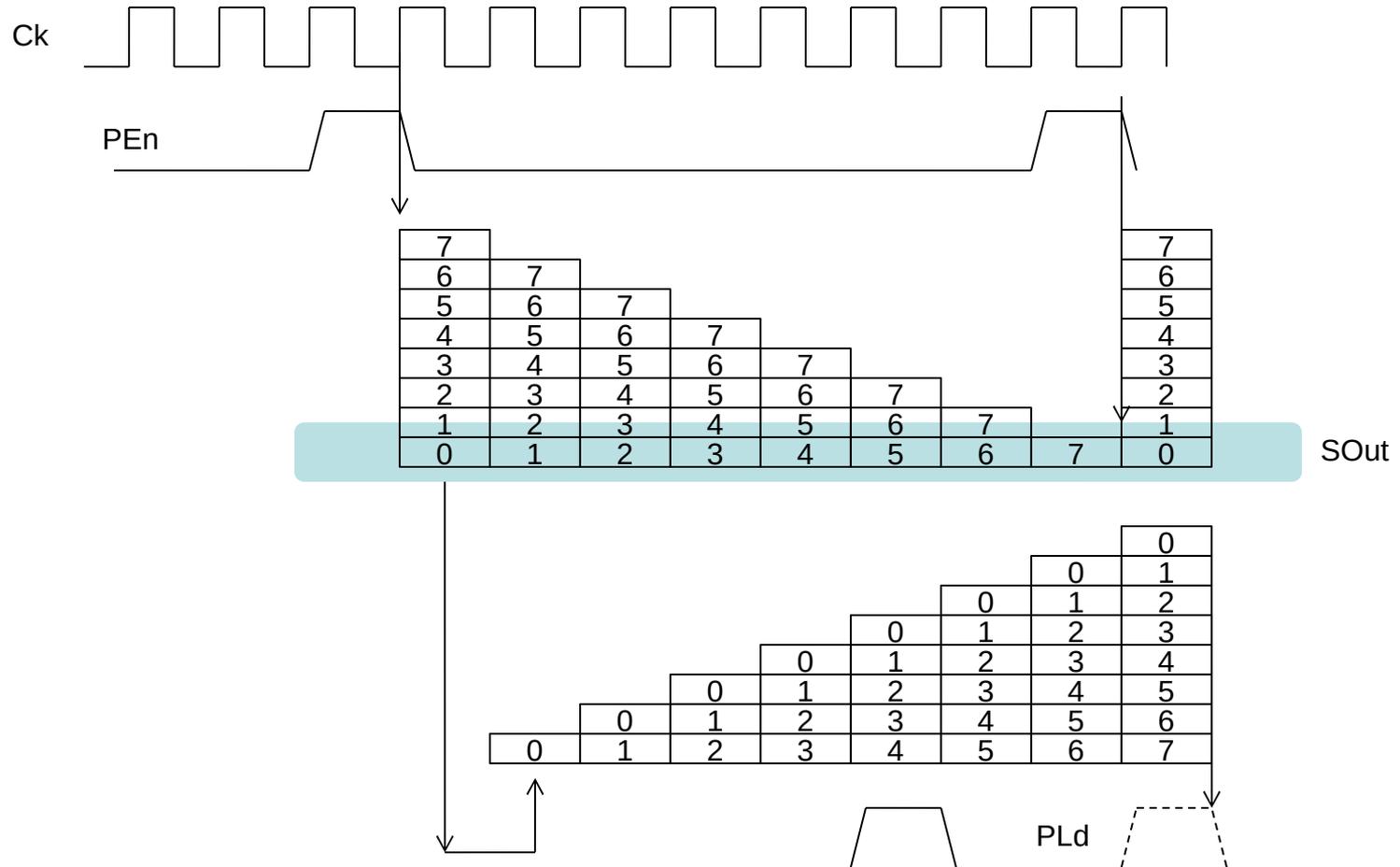
• ...



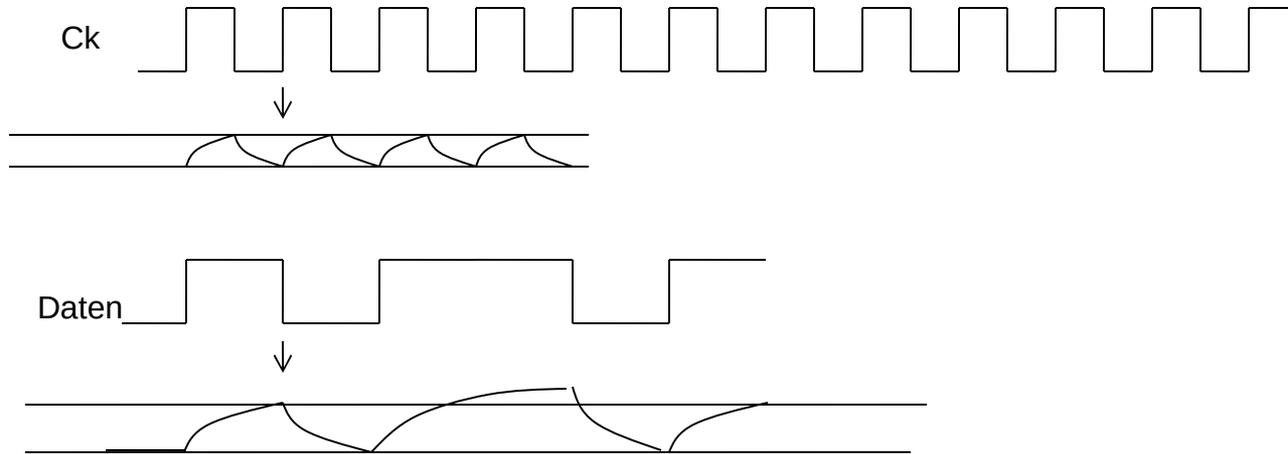
• ...



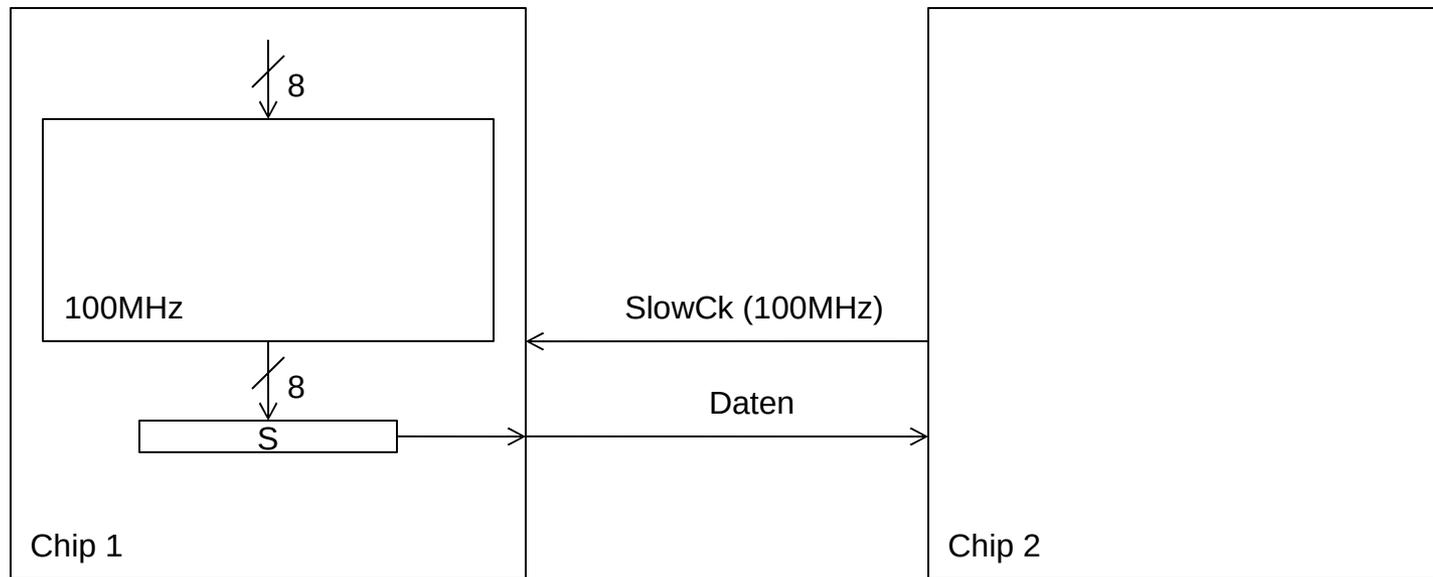
• ...



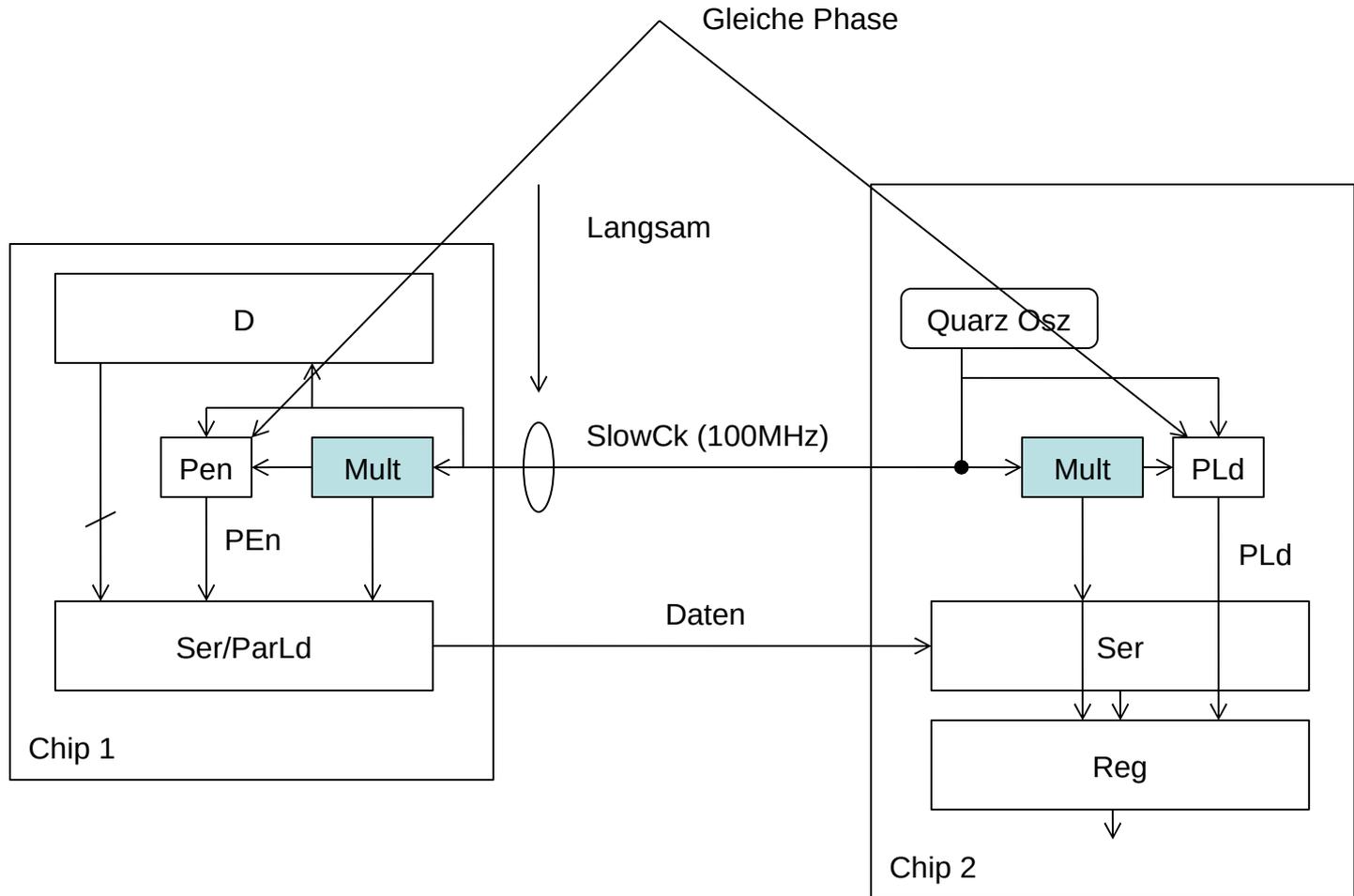
- ...



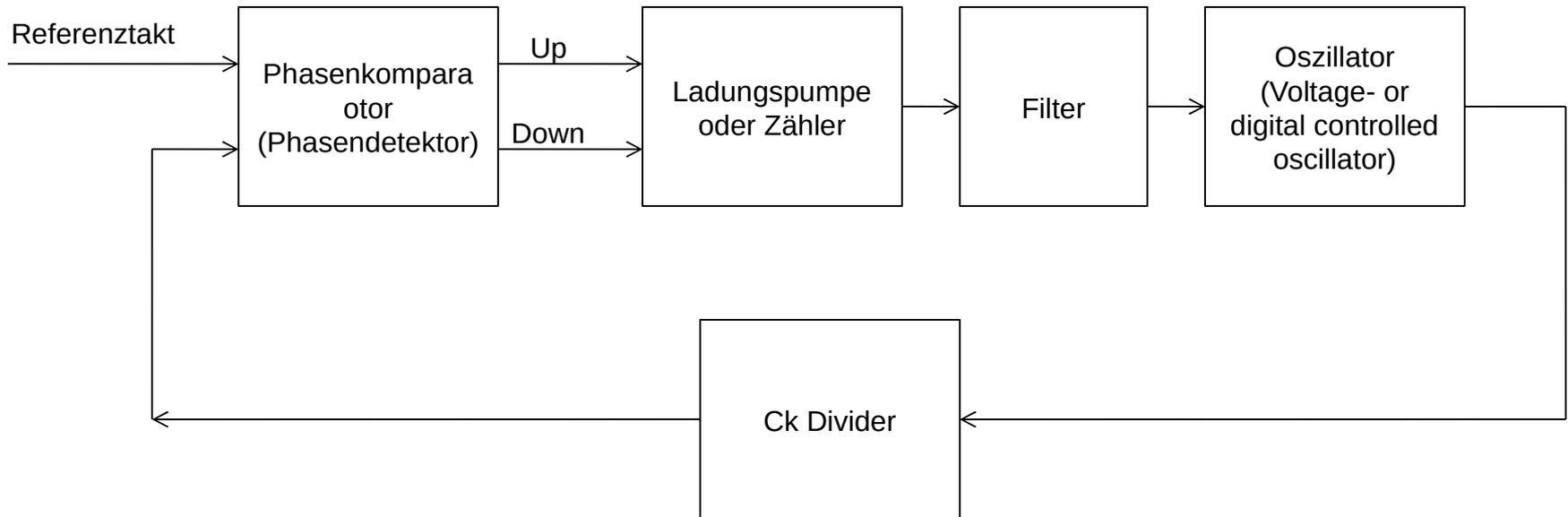
• ...



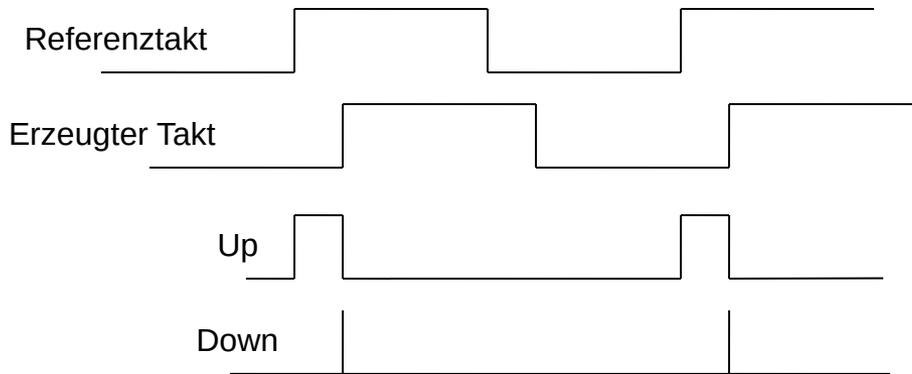
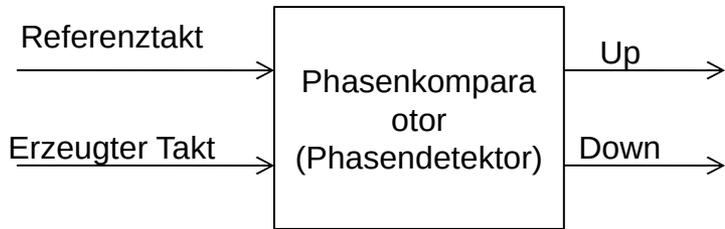
• ...



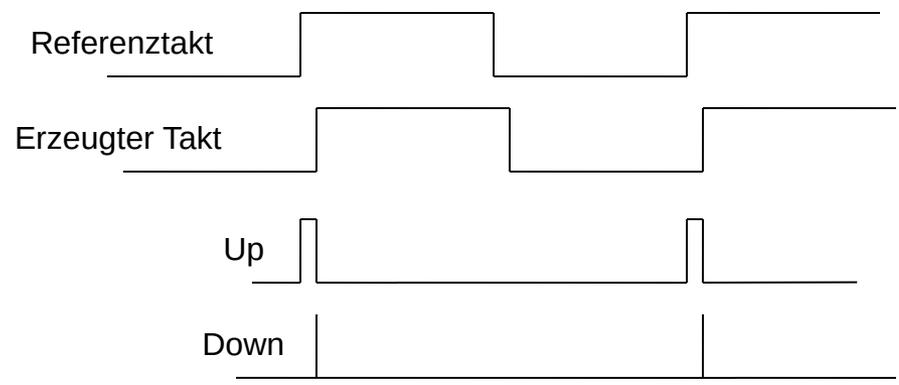
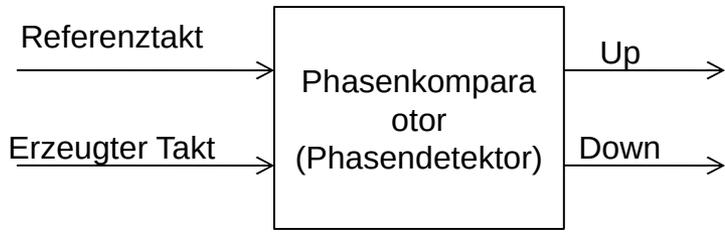
• ...



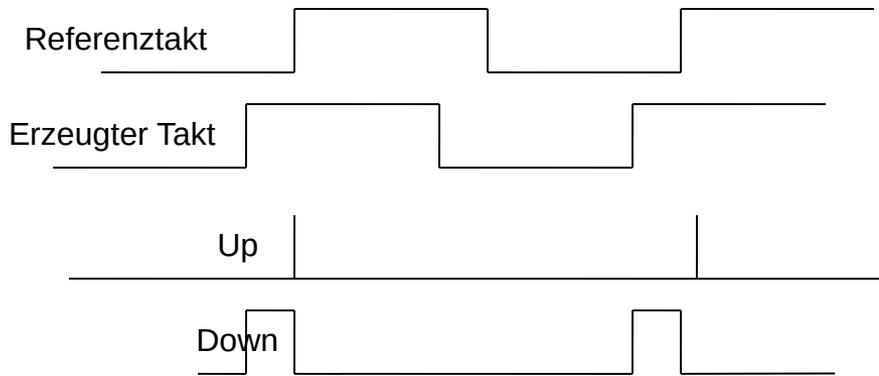
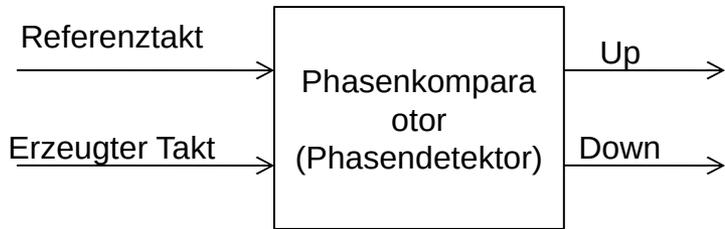
- ...



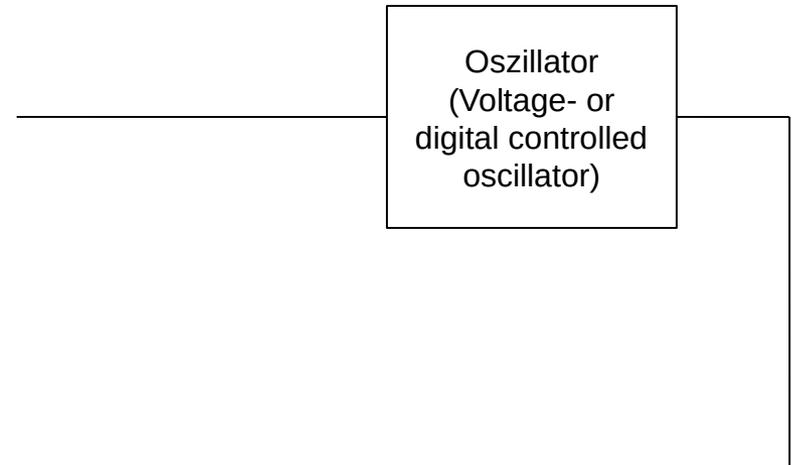
- ...



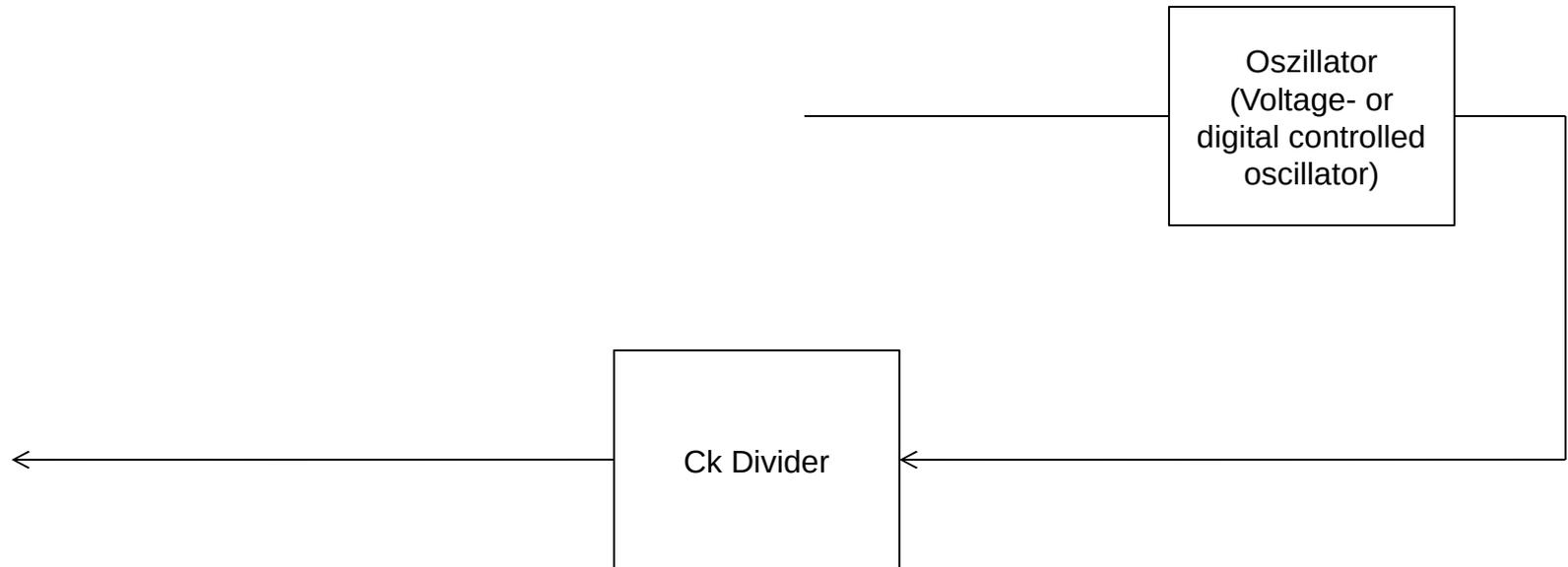
- ...



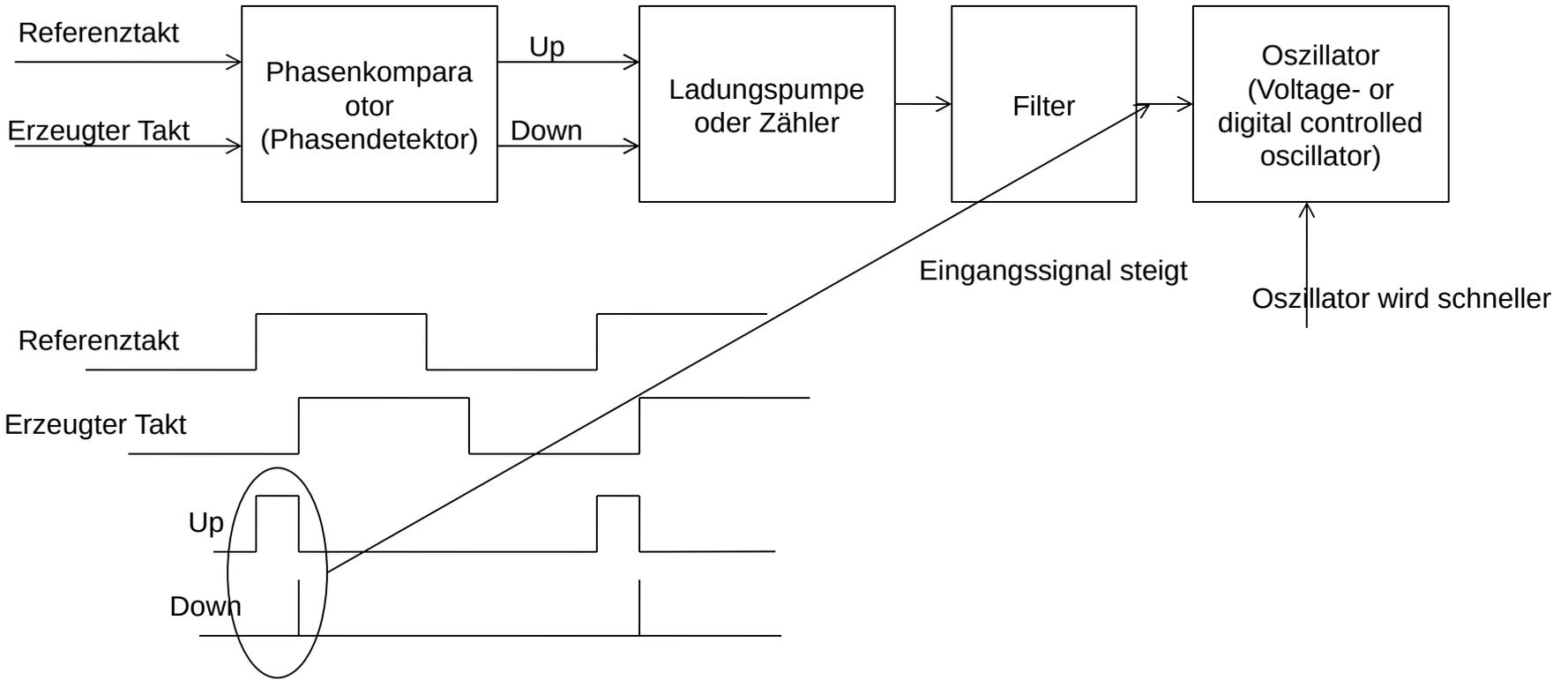
- ...



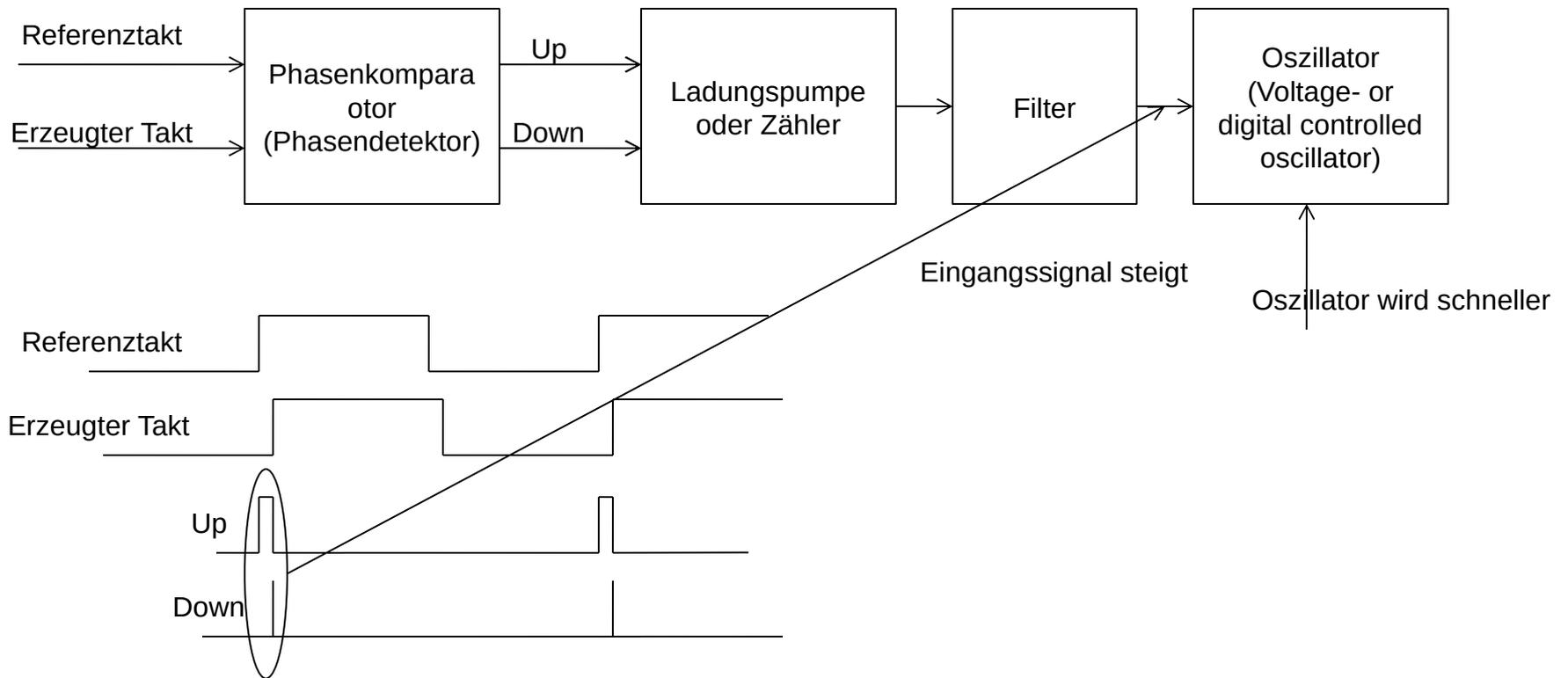
- ...



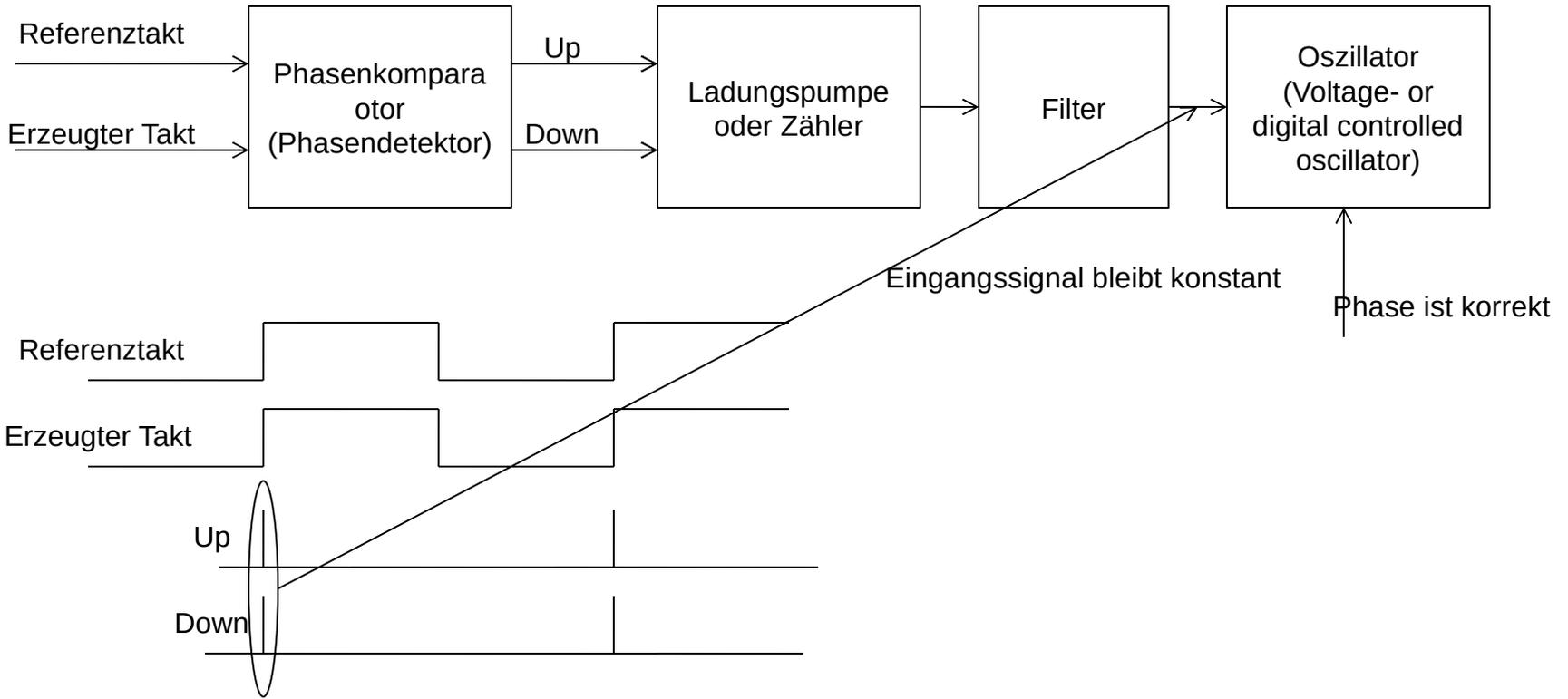
• ...



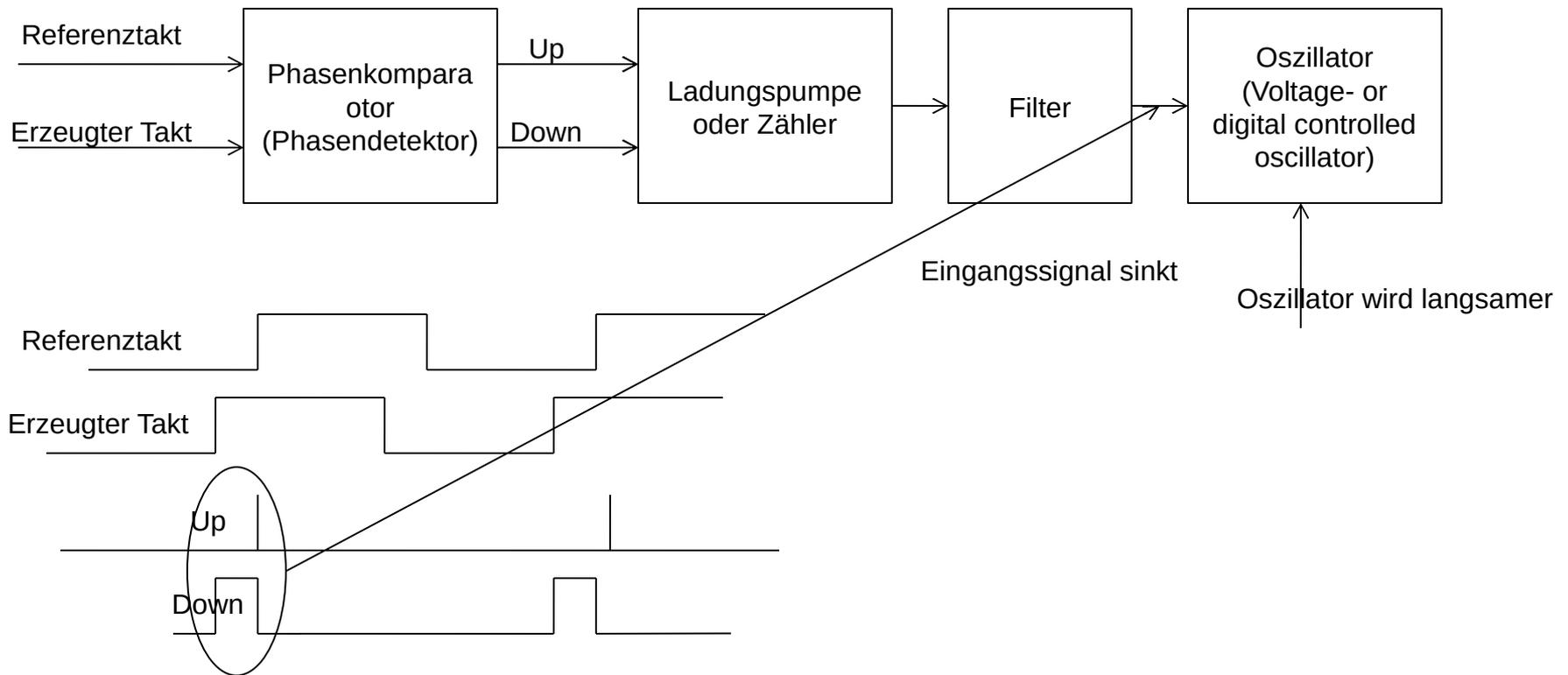
- ...



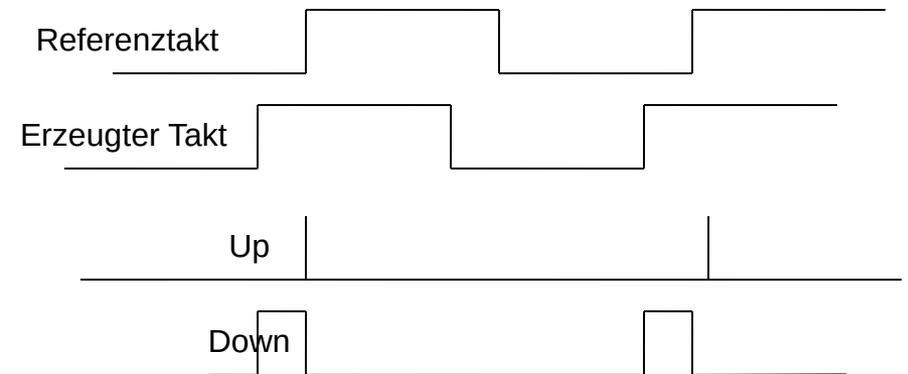
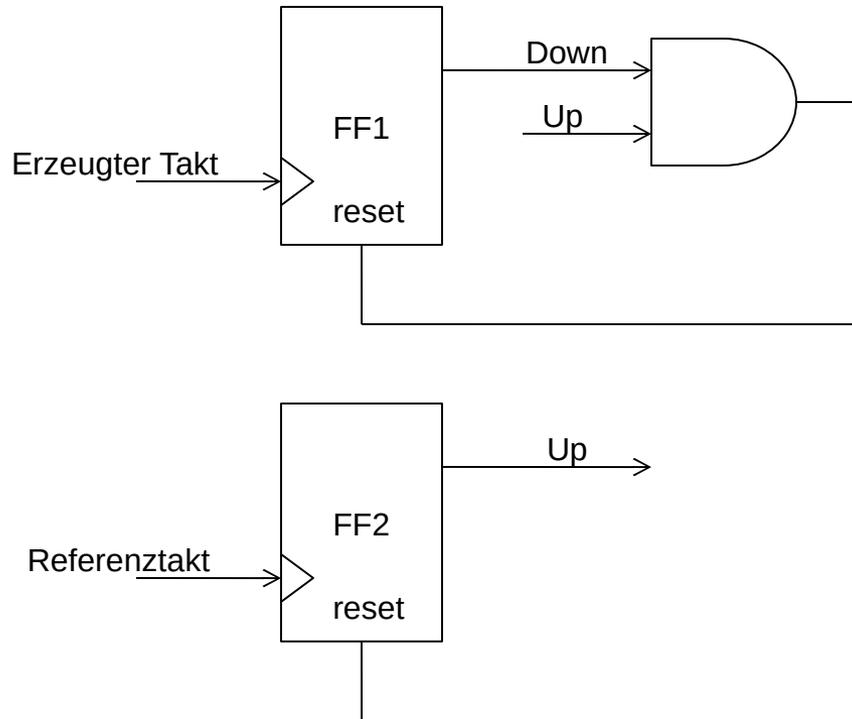
• ...



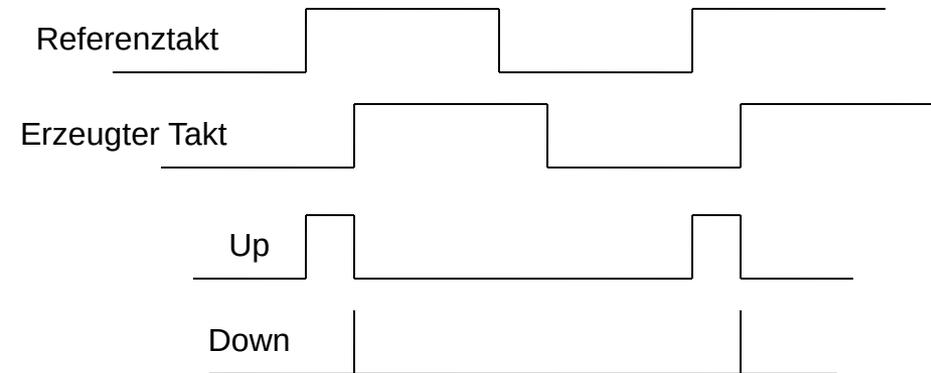
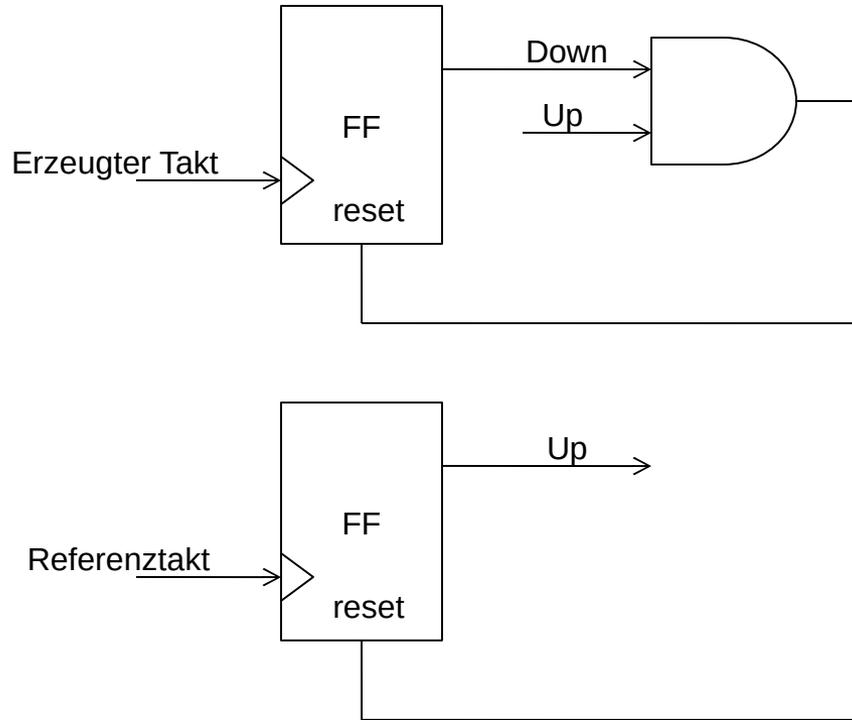
• ...



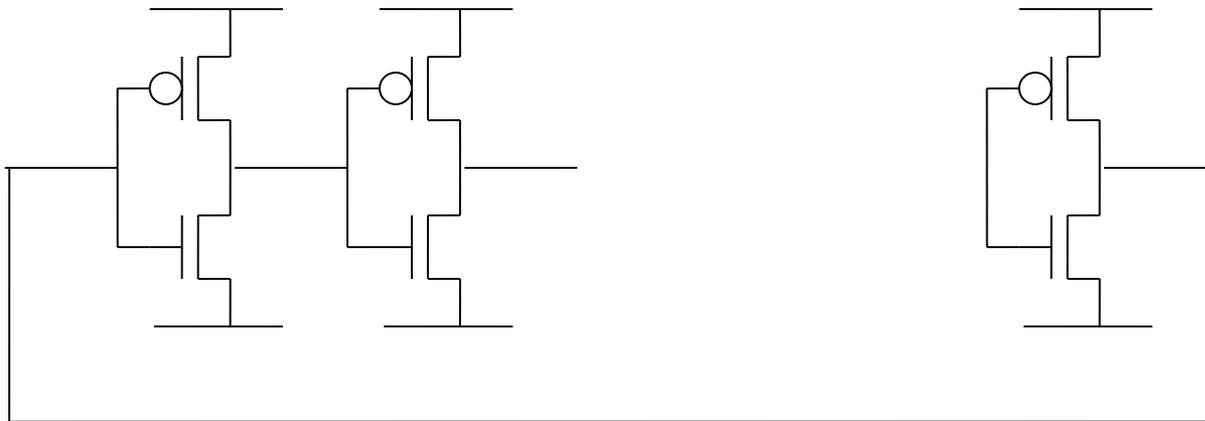
• ...



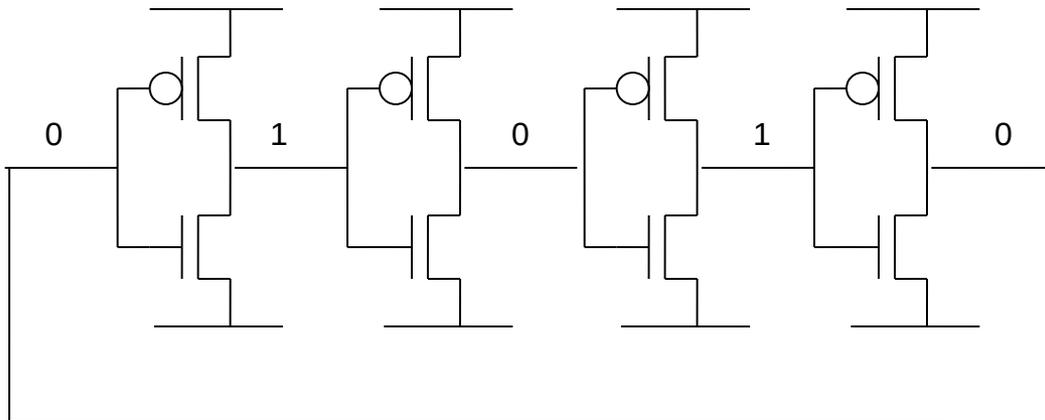
• ...



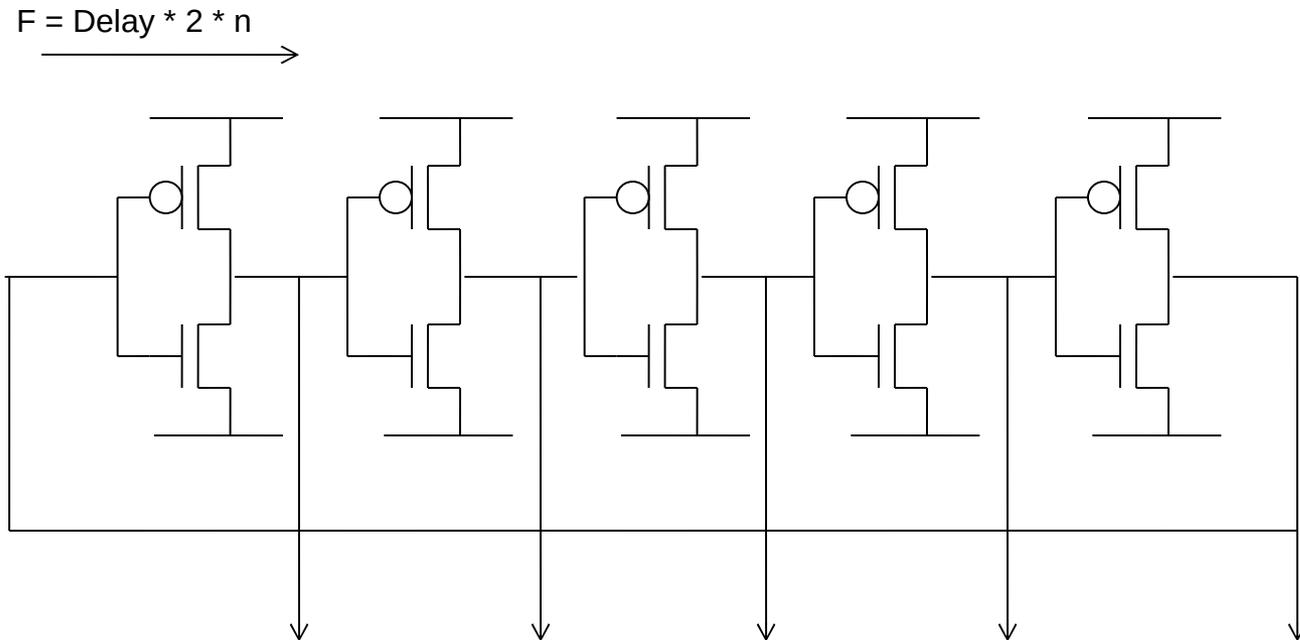
- ...



- Oszilliert nicht!

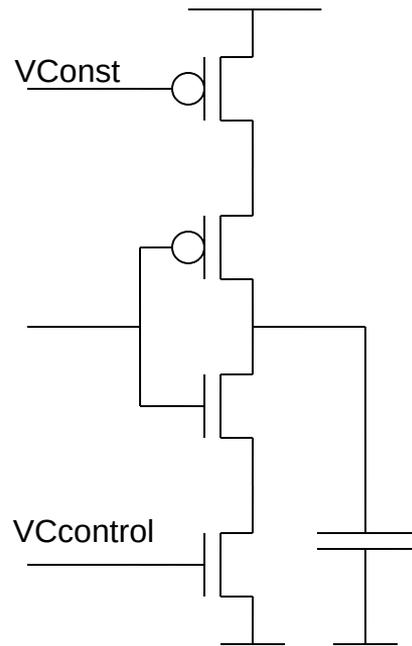


- Oszilliert [∞]

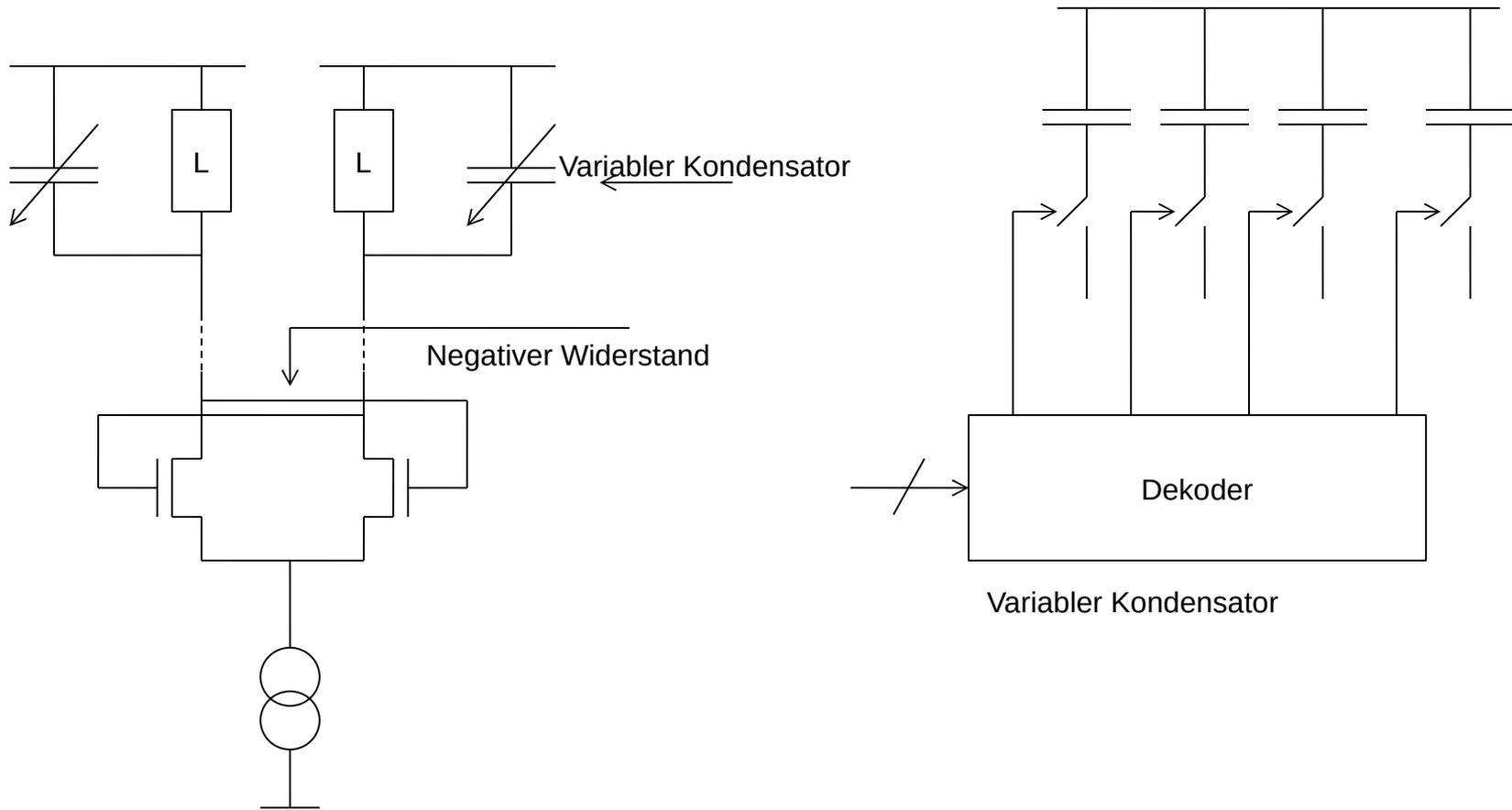


01010 11010 10010 10110 10100 10101 00101 01101 01001 01011

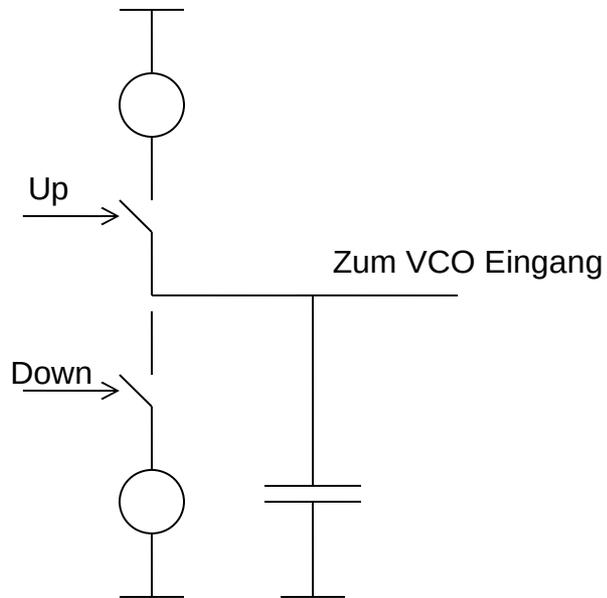
• ...



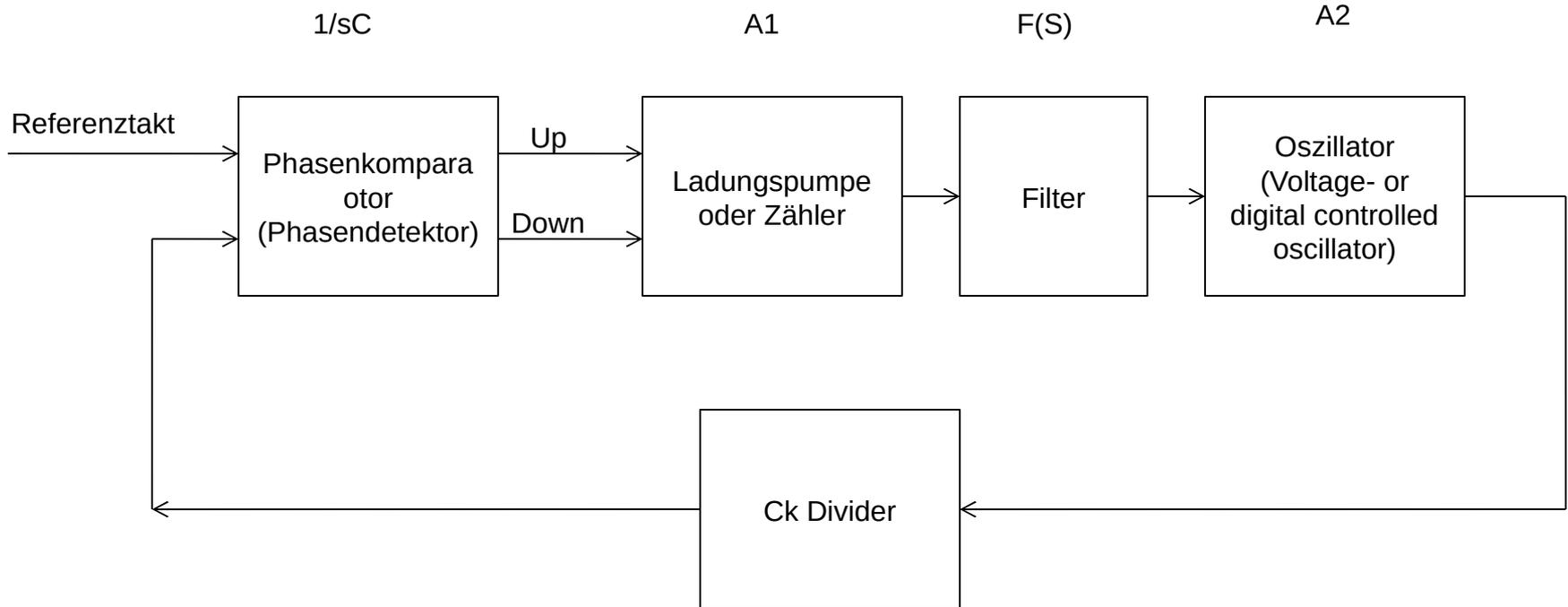
- LC



Ladungspumpe
oder Zähler



• ...

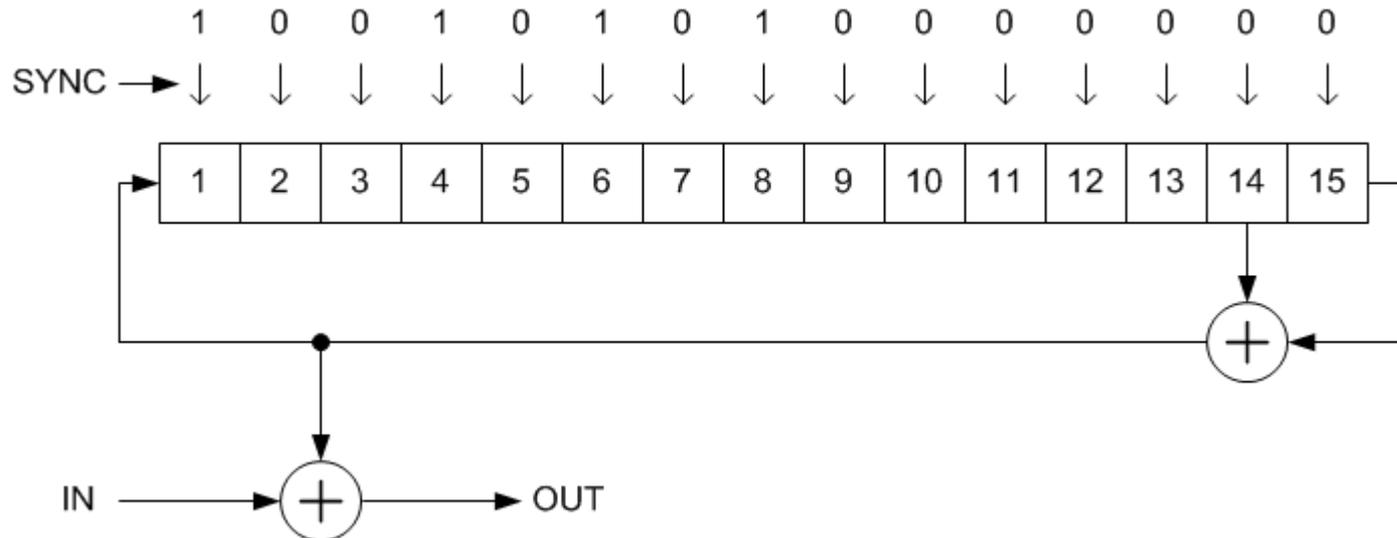


• ...

- Ein **Scrambler** (deutsch *Verwürfler*) verwendet [linear rückgekoppelte Schieberegister](#) (LFSR) oder fixe Tabellen, um ein [Digitalsignal](#) nach einem relativ einfachen [Algorithmus](#) umkehrbar umzustellen.
- Ein Scrambler basierend auf fixen Tabellen bzw. LFSR stellt wegen der einfachen und bekannten Verfahren keine brauchbare [Verschlüsselung](#) von Daten dar.
- Ein Scrambler wird durch [linear rückgekoppelte Schieberegister](#) (LFSR) realisiert. Dabei wird meistens die pro Schieberegisterlänge maximal mögliche Codelänge verwendet.

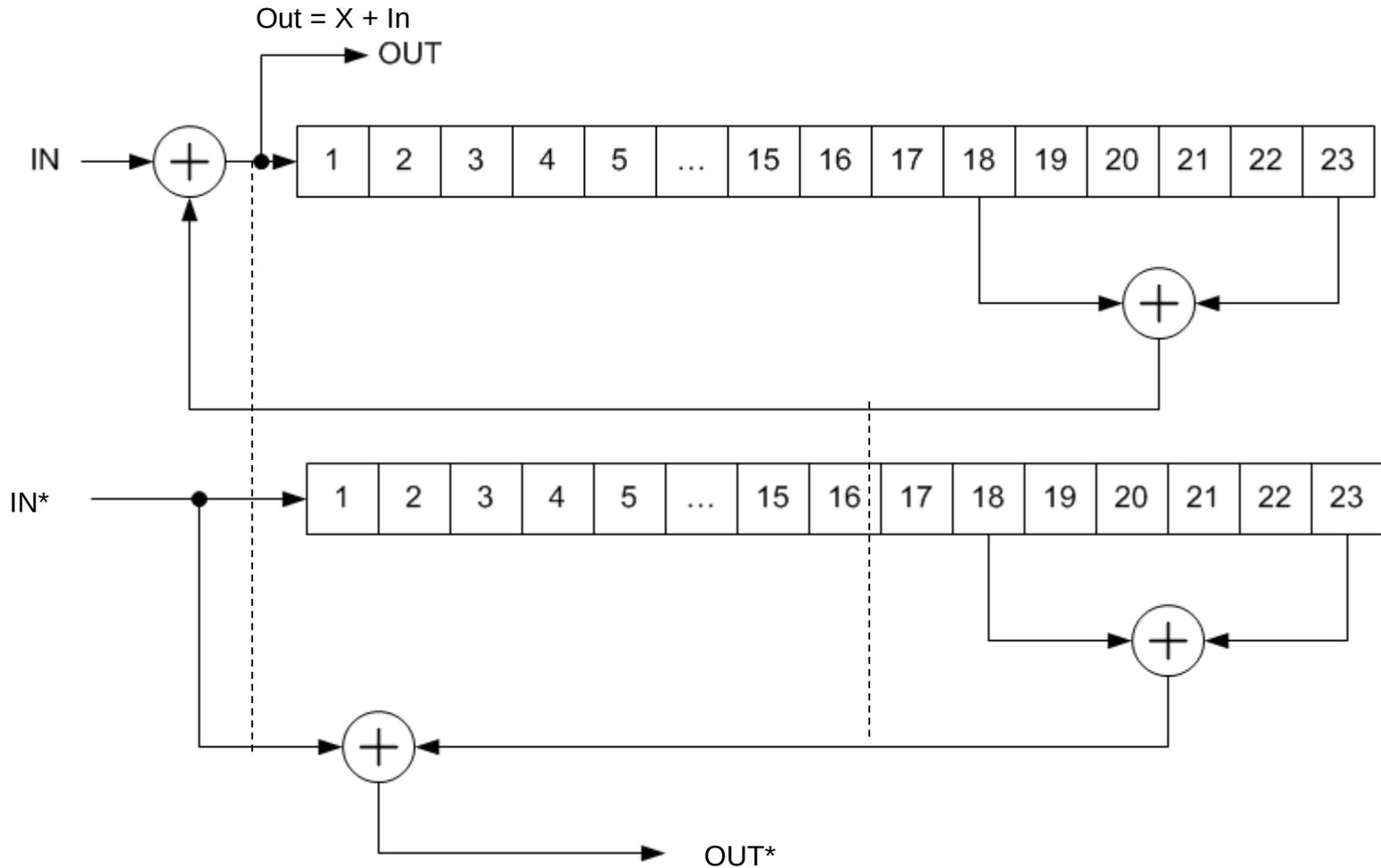


- Synchrone oder auch additive Scrambler benötigen einen definierten Startwert ungleich 0 im LFS-Register, und der Empfänger muss durch geeignete Maßnahmen, wie beispielsweise einem speziellen Sync-Wort, die genaue Codephasenlage des Senders mitgeteilt bekommen.
- Ist dem Empfänger die korrekte Codephasenlage nicht bekannt, kann er das gescrambelte Datensignal nicht richtig dekodieren.
- Vorteil: Fehler werden nicht multipliziert
- Nachteil: Synchronisierung nötig



- Selbstsynchronisierende oder auch multiplikative Scrambler benötigen keinen definierten Startwert und auch kein Sync-Wort, um die Codephase des Empfängers mit der Codephase des Senders abzugleichen. Auch kann der Startwert des LFSR beliebig sein.
- Erreicht wird die Funktion der Selbstsynchronität dadurch, dass die Nutzdatenfolge direkt auf den Inhalt des LFSR einwirkt.
- Nachteilig ist die Abhängigkeit des Scramblers von der Nutzdatenfolge. So können bestimmte Nutzdatenfolgen den Scrambler vollständig "auslöschen".
- Darüber hinaus pflanzen sich Übertragungsfehler bei selbstsynchronisierenden Scramblern fort.

- ...



$$Out^* = X + Out = X + X + In = In$$