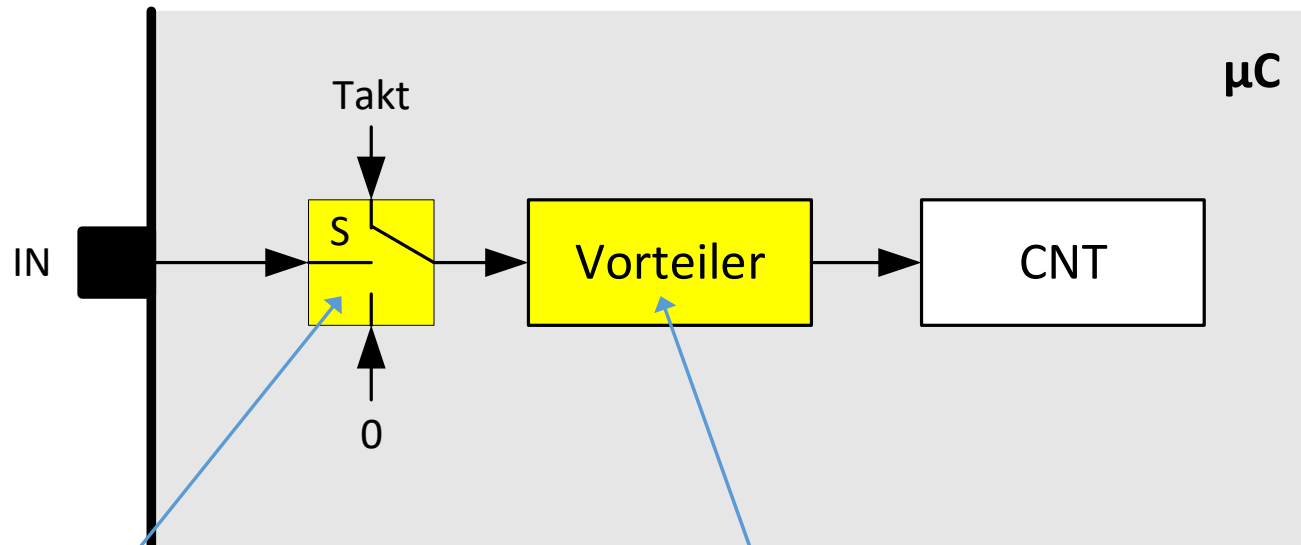


T/C: Taktquellen



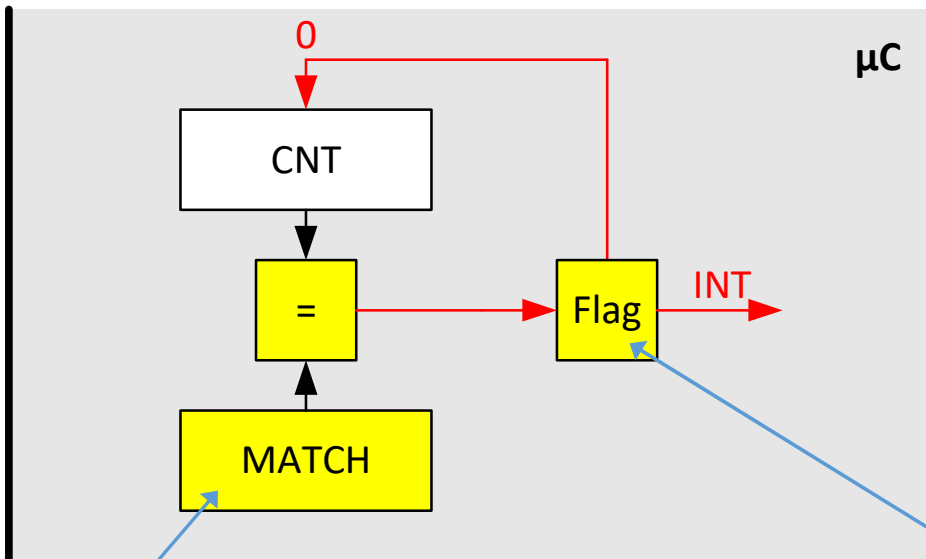
Taktwahl:

- Arbeitstakt oder ein Derivat davon
- Externe Quelle
- Stopp

Vorteiler:

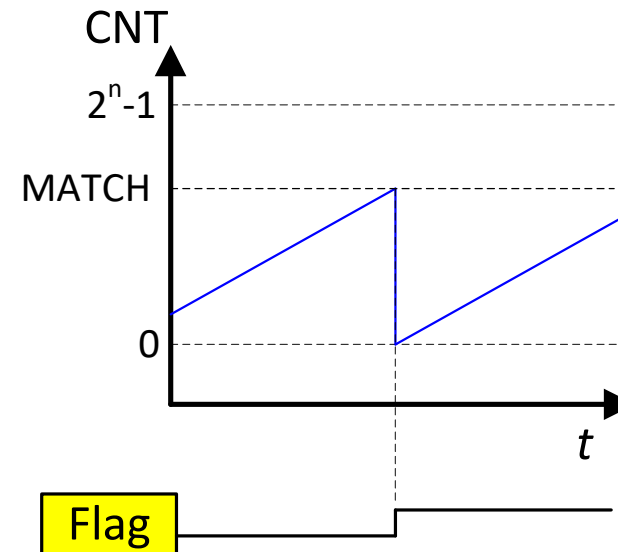
- Auch ein Zähler
- Endwert heute meist frei einstellbar
- Einstellung des Arbeitsbereichs des Hauptzählers

T/C: variabler Endwert



- **Ein** Vergleichsregister pro Zähler
- Typische Aktionen beim Erreichen des Werts
 - Neustart bei 0
 - Richtungswechsel (dann ab 0 wieder Wechsel)
 - Stopp

Nullsetzen bei Match



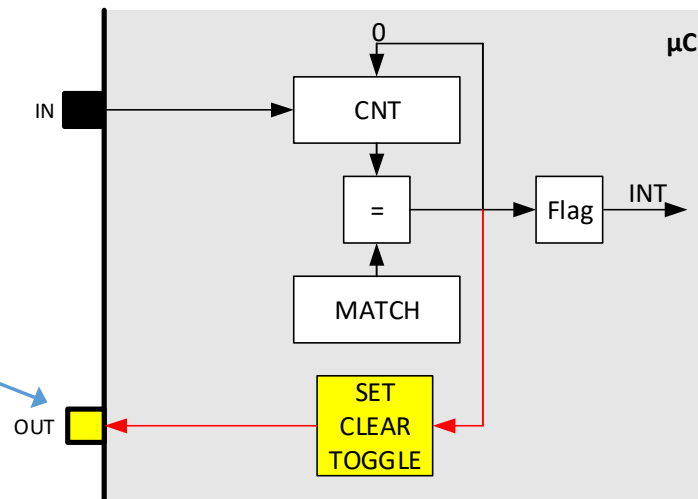
Typische Namen für das Flag

- Compare
- Match

T/C: Aktionen beim Endwert

Typische Aktionen beim Erreichen des Werts

- Pin wird auf 0 gesetzt
- Pin wird auf 1 gesetzt
- Pin wechselt Wert (Toggle)



Anwendungen

- Erzeugen von Einzelimpulsen definierter Länge (one shot)
- Frequenzerzeugung (z.B. Töne, Frequenzmodulation)

PWM 1

PWM: Pulsweitenmodulation

Anwendungen

- Anwendung: Leistungsregelung
- Helligkeit (LED)
- Motoren (Geschwindigkeit und Leistung)
- Servomotor (Position)
- Audio (Signalform)
- D/A-Wandler

Vorteile gegenüber analoger Technik

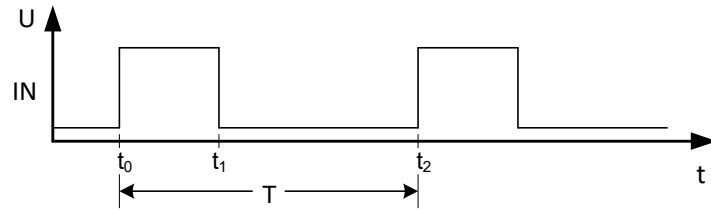
- Erzeugung mit billigem T/C
- Evtl. keine Zusatzbeschaltung außen nötig
- Keine Leistungsverluste vor dem Verbraucher

Nachteile

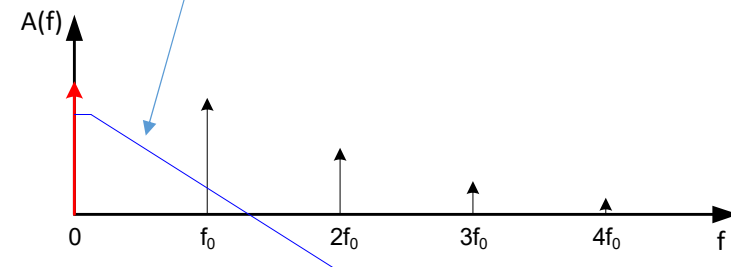
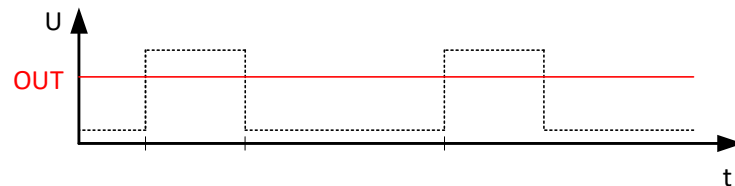
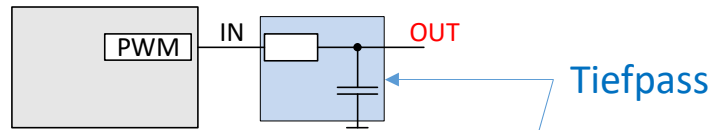
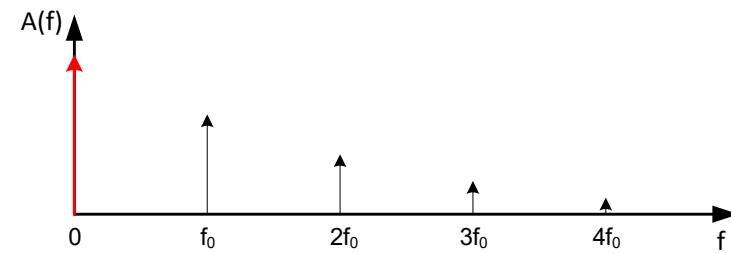
- Erzeugung eines Störspektrums
- Restwelligkeit im Signal unvermeidbar
- Lastspitzen möglich
 - Abhilfen
 - Center Aligned PWM
 - Rauscheinfügung (zeitliches „Zittern“)

PWM 2

Zeitbereich



Frequenzbereich

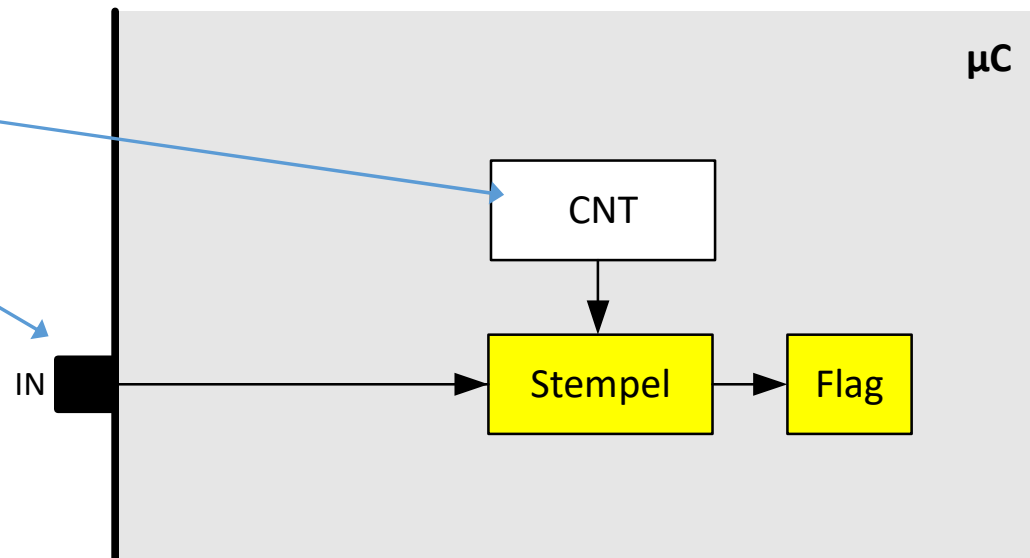


T/C: Zeitstempel

Mehrere Capture-Register pro Zähler

Bei Ereignis an einem Eingang

- Zählerwert wird gespeichert
- Ein Flag wird gesetzt
- Zähler läuft weiter



Anwendungen

- genaue Zeitstempel für Ereignisse
- Frequenzmessung

Watchdog

Watchdog = Wachhund

- Dient der Überwachung des Programmablaufs
- Zähler mit speziellen Eigenschaften
 - Zuverlässige Taktquelle (intern)
 - Nach dem Start nicht mehr anhaltbar
 - Rückstellen auf 0 nur durch das Programm
 - Bei Überlauf
 - Erste Mahnung: Warnung per Interrupt
 - Zweite Mahnung: Reset

Takte in einem μC

Taktquellen

- von außen oder von innen
- stabilisiert oder freilaufend (Quarz, keramischer Oszillator, MEMS, RC)
- Ableitungen über
 - Teiler (Zähler)
 - Multiplizierer (PLL)

Auswirkungen

- Je höher der Takt, desto mehr Energie verbraucht der μC
- Für einen höheren Takt ist eventuell eine höhere Betriebsspannung nötig
- Pro Modul in einem μC (auch der Rechenkern ist ein Modul) gilt in guter Näherung:

$$P(n, f, U) = P_0 + n * f * U^2$$

n:	Anzahl der schaltenden Elemente
f:	Betriebsfrequenz
U:	Betriebsspannung
P ₀ :	Ruheverbrauch