

Modulo-N Zähler

Ein Modulo-N Zähler liefert nur die Zählerstände, die man bei einer Modulo-Division mit dem Wert N erhält.

Ganz einfach: Ist beispielsweise $N = 10$, liefert der Modulo-10 Zähler die Zählfolge 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 und beginnt dann wieder mit der 0. Es sind also 10 Zählerzustände möglich; von 0 bis 9.

Ein Modulo-60 Zähler würde also von 0 bis 59 zählen und dann wieder bei 0 beginnen. Würde ein Modulo-60 Zähler mit einem Taktsignal der Frequenz 1 Hz angesteuert, würde man also die Sekunden zählen. Man kann jetzt damit einen zweiten Zähler ansteuern, der dann die Minuten zählt (von 0 bis 59) und mit dem zweiten Zähler einen Modulo-24 Zähler takten, der dann die Stunden (von 0 bis 23) zählt. Fertig ist die Uhr :-)

Die Anzahl der notwendigen Flipflops lässt sich mit dem „Logarithmus Dualis“ (Logarithmus zur Basis 2; abgekürzt: ld) ermitteln.

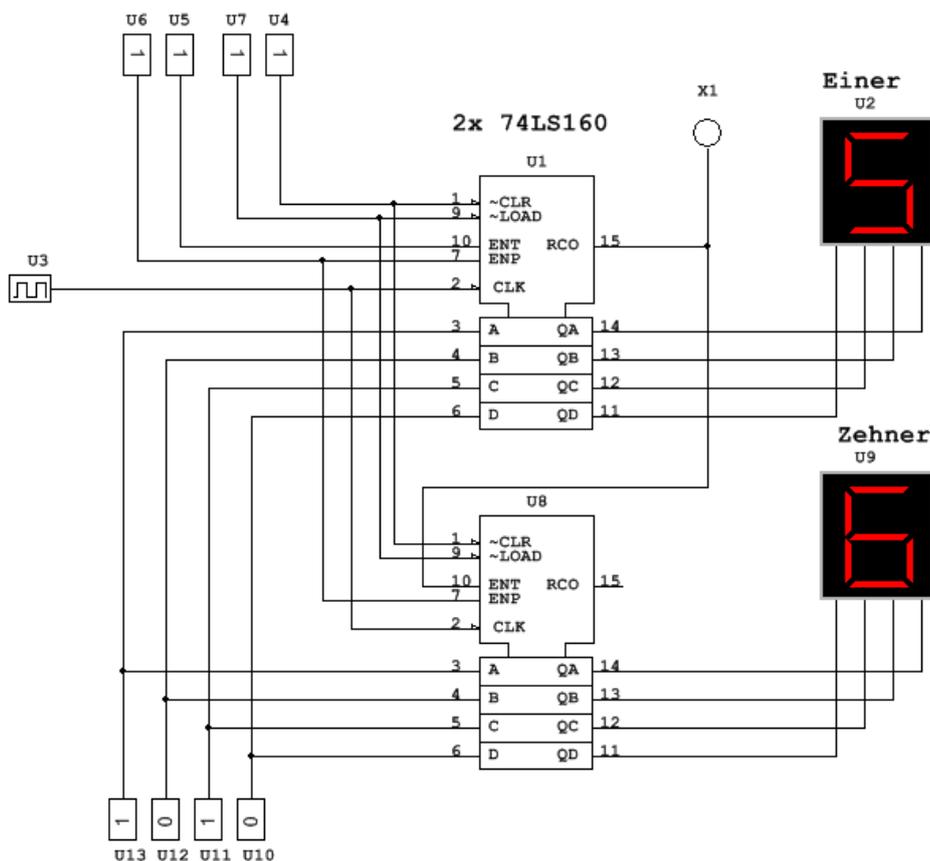
Beispiel: Wie viele Flipflops werden benötigt, um einen Modulo-60 Zähler zu realisieren?

$Anzahl\ Flipflops = \log_2(60) = 5,907$ Das wären dann also sechs Flipflops.

Beim Modulo-10 Zähler sind es vier Flipflops, da $\log_2(10) = 3,322$.

Für bestimmte Modulo-Werte gibt es in der „beliebten“ TTL-Familie 74LSXX oder in der CMOS Familie 40xx fertige Bausteine zu kaufen.

In der nachfolgenden Schaltung sind zwei Modulo-10 Zähler (enthalten im TTL-IC 74LS160) als Zähler von 0 bis 99 zusammen geschaltet.



IEC-Symbolik

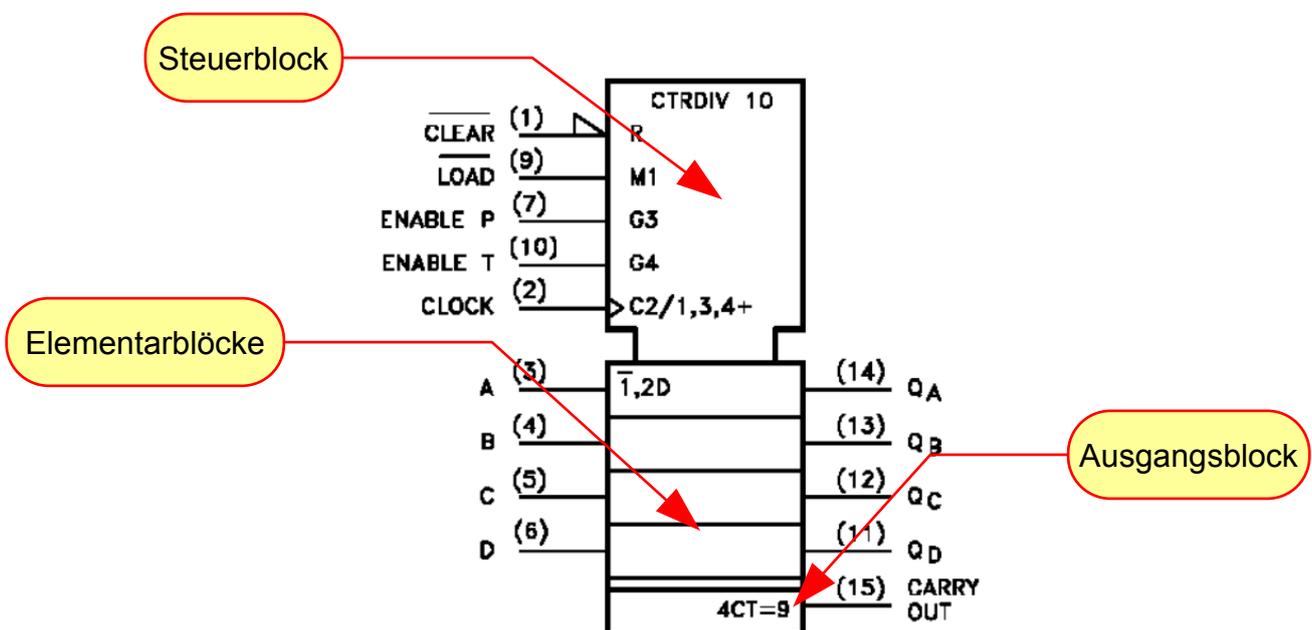
In der obigen Schaltung wird der Modulo-10 Zähler mit einem IEC¹-Symbol dargestellt. Diese Symbole werden auch von der DIN verwendet.

Diese IEC-Symbole nach einem festen Muster gebildet. Es gibt Elementarblöcke, ggf. einen Steuerblock sowie einen Ausgangsblock (hier nicht verwendet).

Nachfolgend sind zwei URLs genannt, mit deren Hilfe man sich die Symbolik genauer ansehen kann:

- https://www.hs-osnabrueck.de/fileadmin/HSOS/Forschung/Recherche/Labor-einrichtungen_und_Versuchsbetriebe/Labor_fuer_Digital_und_Mikroprozessortechnik/Buch/Anhang_DIN-Symbole_Gehrke_Winzker_Urbanski_Woitowitz.pdf
- <http://www.ti.com/lit/ml/sdyz001a/sdyz001a.pdf>

Das nächste Bild zeigt das IEC-Symbol aus einem Datenblatt von SGS Thomson für das IC 74HCT160 (die Anschlusspins sind in Klammern angegeben):



Im Steuerblock steht oben „CTR DIV 10“. Dies ist also eine Modulo-10 Zähler. Das unterste Eingangssignal im Steuerblock ist das Takt-Signal (CLK). ENABLE P und ENABLE T sind HIGH-aktive Steuersignale, mit denen der Zählvorgang angehalten werden kann. Mit dem LOW-aktiven Signal CLEAR kann der Zählerstand auf 0 gesetzt werden. Beim 74LS160 ist dieses Signal asynchron (unabhängig vom Taktsignal).

Mit dem ebenfalls LOW-aktiven Signal LOAD kann der Zähler mit den Eingangssignalen A, B, C und D voreingestellt werden. Die Ausgänge der vier Flipflops sind mit Q_A , Q_B , Q_C und Q_D bezeichnet. Sobald der Zähler den Zählerstand $1001_2 (=9_{10})$ erreicht hat, schaltet auch der Ausgang CARRY OUT. Dieser Ausgang kann zur Kaskadierung mehrerer Zählerbausteine verwendet werden.

¹ International Electrotechnical Commission

siehe auch https://de.wikipedia.org/wiki/International_Electrotechnical_Commission

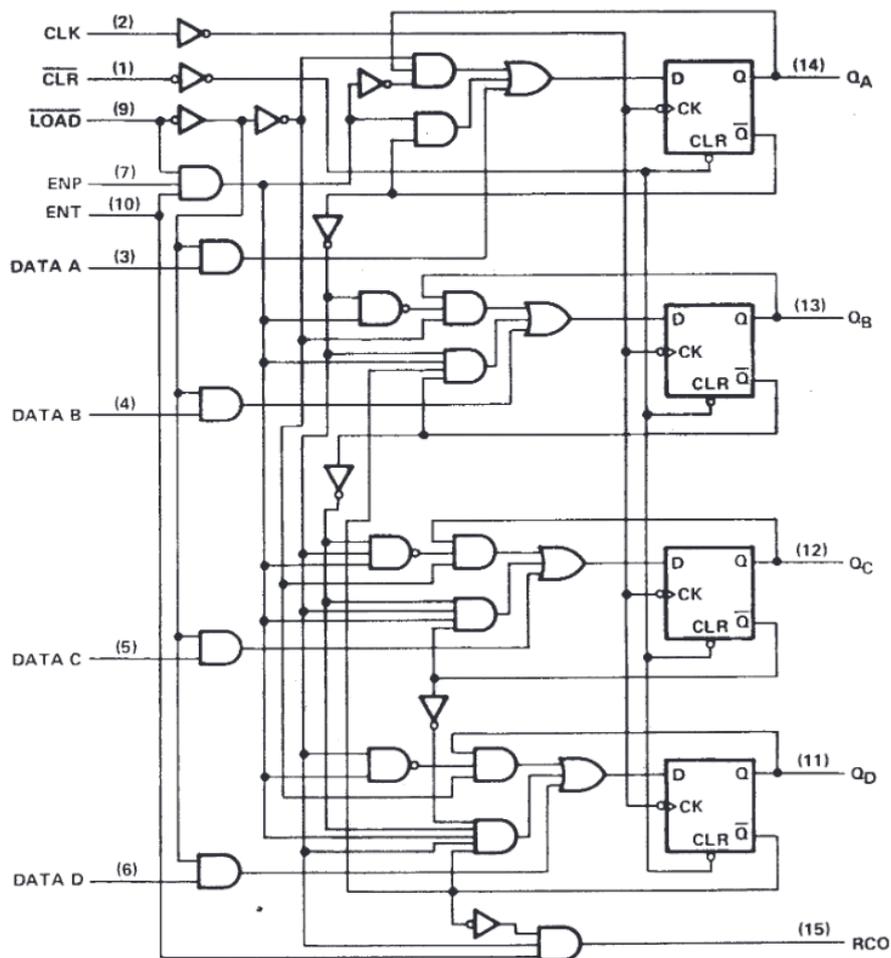
Über die Funktion der Steuereingänge gibt die Wahrheitstabelle Auskunft.

TRUTH TABLE

M54/74HCT160/161					M54/74HCT162/163					OUTPUTS				FUNCTION
INPUTS					INPUTS					QA	QB	QC	QD	
CLR	LD	PE	TE	CK	CLR	LD	PE	TE	CK	QA	QB	QC	QD	
L	X	X	X	X	L	X	X	X	⌋	L	L	L	L	RESET TO "0"
H	L	X	X	⌋	H	L	X	X	⌋	A	B	C	D	PRESET DATA
H	H	X	L	⌋	H	H	X	L	⌋	NO CHANGE				NO COUNT
H	H	L	X	⌋	H	H	L	X	⌋	NO CHANGE				NO COUNT
H	H	H	H	⌋	H	H	H	H	⌋	COUNT UP				COUNT
H	X	X	X	⌋	X	X	X	X	⌋	NO CHANGE				NO COUNT

Note: X : Don't Care
 A, B, C, D : Logi level of data inputs
 Carry : CARRY = TE · QA · QB · QC · QD (M54/74HCT160/162)
 : CARRY = TE · QA · QB · QC · Qb (M54/74HCT161/163)

Nachfolgend ist der tatsächliche interne Aufbau eines 74LS160 von Texas Instruments dargestellt:



Aber lassen Sie sich nicht von dem Innenleben verwirren oder beeindruckt. Der Baustein lässt sich besser anhand des übersichtlicheren IEC-Symbols benutzen.

Arbeitsblatt Nr. 07	Q2 Technikwissenschaft: Digitale Steuerungstechnik		B S G G
Datum:	Thema: Modulo-N Zähler		
Seite 4 von 5	Name:		

Übungen

1. Bauen Sie mit Multisim die Schaltung von Seite 1 (zwei Modulo-10 Zähler in Kaskade) auf. Testen Sie systematisch die Funktionsweise der vier Steuereingänge durch Umschalten zwischen „0“ und „1“. Vergleichen Sie die Ergebnisse mit der Wahrheitstabelle auf Seite 3.
2. Ein Zählerbaustein kann mit dem LOW-aktiven CLEAR Eingang asynchron auf den Zählerstand 0 gesetzt werden. Überlegen Sie, wie der Zählerbaustein für die Zehnerstelle bei Erreichen des Wertes 6_{10} auf 0 gesetzt werden kann, so dass von 0 bis 59 gezählt wird. Modifizieren Sie die Schaltung und überprüfen Sie ihre Überlegungen.
3. Analysieren Sie die nachfolgende Schaltung.
Informieren Sie sich über die Funktion des TTL-ICs 74LS47.
Ermitteln Sie die Aufgabe dieses Schaltkreises.
Bestimmen Sie mittels Datenblatt die Funktion der Steuereingänge LT, RBI und RBO.
Ermitteln Sie, welcher Zähler bei welchem Zählerstand zurück gesetzt wird.
Bestimmen Sie die mögliche Funktionalität dieser Schaltung.

