18. M-AX-16/C1

Zählermodul mit 3 Zählkanälen à 20-Bit und integriertem Interrupt-Controller, Betriebsartenumschaltung per Software

Funktionsbeschreibung	18-2
Blockschaltbild	
Technische Daten	18-4
LieferumfangBetriebsarten	18-4
Betriebsarten	18-5
Konfiguration und Einbau	18-10
EEPROM-Inhalte	18-10
Steckerbelegung	18-11
Programmierung mit I/O-Zugriffen	18-12
Lokale I/O-Adressen	18-12

Funktionsbeschreibung

Das Modul M-AX-16/C1 ist ein M-AX-16 Modul mit einem Gate-Array XC3090 mit dem Logik-Design "C1.DLG". Es enthält 3 Zähler mit jeweils 20 Bit Breite. Jeder Zähler kann für folgende Betriebsarten per Software konfiguriert werden:

• Impulszähler

Das Modul zählt die eingehenden Impulse und speichert den aktuellen Zählerstand auf Befehl in einem internen Zwischenspeicher.

• Frequenzmessung

Es werden die eingehenden Impulse innerhalb einer Zeiteinheit (Referenzzeit) gezählt.

• Periodendauermessung

Für die Dauer einer Periode eines an einem Eingang anliegenden Meßsignals werden Impulse einer Referenzfrequenz gezählt.

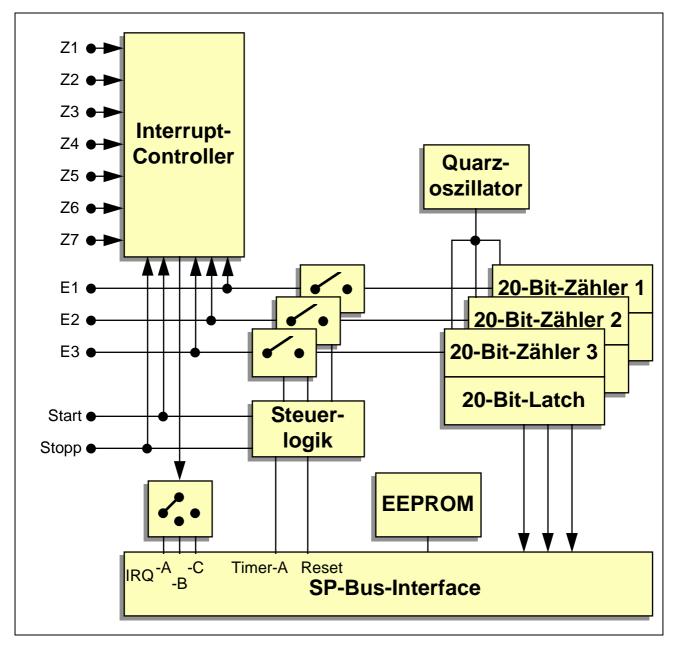
Alle 3 Zähler arbeiten immer in der gleichen Betriebsart. Sie können gleichzeitig per Software auf Null gesetzt werden.

Das Modul beinhaltet einen eigenen Interrupt-Controller, der die verschiedenen Interrupt-Quellen unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Priorität an einen Interrupt-Kanal der Basiskarte weitergibt. Der Interrupt-Kanal ist per Software einstellbar.

Jede Interrupt-Quelle kann per Software ein- bzw. abgeschaltet werden (Interrupt-Mask-Register).

Das Modul besitzt 3 Zählereingänge und weitere 9 digitale Eingänge. Zwei digitale Eingänge werden zu Start- und Stoppzwecken benutzt, die restlichen 7 Eingänge sind Interrupt-Eingänge. Alle Eingänge sind über Optokoppler galvanisch entkoppelt.

Blockschaltbild



Die Eingangs-Optokoppler und Schmitt-Trigger sind im Blockschaltbild wegen der besseren Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet.

Technische Daten

Die nachfolgenden technischen Daten ergänzen die technischen Daten, die in der allgemeinen Beschreibung des Moduls angegeben sind. Die genauen Daten der Optokoppler, Stromaufnahme und Abmessungen des Moduls etc., finden Sie dort.

Parameter	Wert	Einheit
Anzahl der Zählerkanäle	3	
Auflösung je Kanal	20	Bit
Maximale Eingangsfrequenz der Zähler	1	MHz
Minimale Puls- bzw. Pausenbreite	400	ns
(E1-E3, Start, Stopp, Z1-Z7)		
Referenzzeit bei Frequenzmessung	Timer-A ¹	-
Referenzzählfrequenz bei Periodendauermessung	1,25	MHz
(wird auf dem Modul erzeugt)		
Zähleingänge, interruptfähig	ja	-
Betriebsarten:		
Zähler	ja	-
Frequenzmessung	ja	-
Periodendauermessung	ja	-
Betriebsarten per Software einstellbar	ja	-
Zusätzliche externe Interrupt-Eingänge (Z1 bis Z7)	7	-
Alle Interrupt-Kanäle einzeln maskierbar	ja	-
Per Software anwählbare Interrupt-Kanäle der	3	-
Basiskarte (IRQ-A, IRQ-B, IRQ-C, keiner)		

Lieferumfang

- Modul M-AX-16
- 34-poliger Pfostenstecker für Flachbandkabel
- Sortiment Widerstandsnetzwerke WN-1532
- Datenträger mit C1-Design

¹ Timer-A befindet sich auf der Basiskarte

Betriebsarten

Das Modul kann in drei verschiedenen Betriebsarten arbeiten. Diese Betriebsarten sind per Software einstellbar und für alle Kanäle gleich.

Eine Messung kann auf drei verschiedene Arten gestartet bzw. gestoppt werden, die per Software einstellbar sind (in allen Betriebsarten und für alle Zähler gleich):

- 1. Start und Stopp der Messung per Software.
- 2. Starten der Messung durch eine positive Flanke ¹ am Eingang "Start" und Stoppen der Messung durch eine positive Flanke am Eingang "Stopp".
- 3. Die Messung wird durch eine positive Flanke ¹ am Eingang "Start" gestartet und bei einer weiteren positiven Flanke am Eingang "Start" wieder gestoppt.

Impulszähler

Im Mode Impulszähler (Betriebsart = 0) zählt der Zähler nach dem Starten der Messung die Anzahl der negativen Flanken am Zähleingang.

Der Zählerstand kann zu beliebigen Zeiten ausgelesen werden. Dazu muß er vorher zwischengespeichert werden. Das "Latchen" geschieht explizit durch Schreiben eines Steuerwortes auf eine bestimmte I/O-Adresse (s. u.). Danach kann der gelatchte Zählerstand byteweise ausgelesen werden. Der Zähler zählt ohne Unterbrechung weiter, ein Überlauf wird ignoriert.

Außerdem lassen sich alle 3 Zähler per Software gleichzeitig auf 0 setzen.

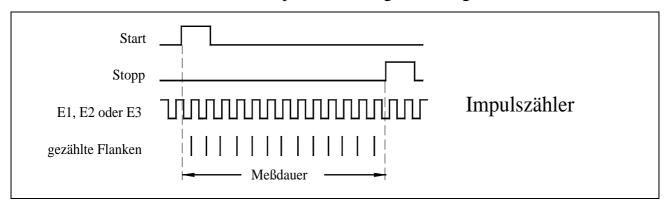


Abb. 18-1: Impulsdiagramm im Mode Impulszähler (Starten und Stoppen der Messung durch die Eingänge "Start" und "Stopp")

¹ Eine positive Flanke ist die Zustandsänderung eines Eingangs von log. 0 (stromloser Optokoppler) auf log. 1 (stromdurchflossener Optokoppler).

Frequenzmessung

In dieser Betriebsart (Betriebsart = 1) werden die eingehenden Impulse (Übergänge von "0" auf "1" der Zähleingänge) innerhalb einer genau definierten Zeit (Zeitbasis) gezählt. Durch die Anzahl der gemessenen Impulse pro Zeiteinheit läßt sich dann die Frequenz berechnen.

Die Zeitbasis wird dabei vom Timer-A der Basiskarte generiert. Jede Flanke vom Timer-A bewirkt ein Zwischenspeichern der 3 aktuellen Zählerstände und ein anschließendes Zurücksetzen aller 3 Zähler auf 0. Der Timer muß dazu in Mode 3 betrieben werden (mit **mlxrt_set_timer** einstellbar). Die Referenzzeit ergibt sich dabei aus folgender Formel:

$$T_{\text{Ref}} = \frac{Timer - Data}{2 \cdot Timer - Eingangsfrequenz}$$

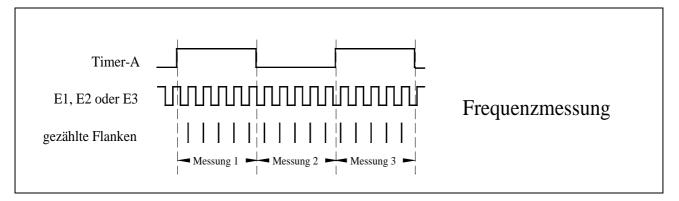


Abb. 18-2: Impulsdiagramm im Mode Frequenzmessung

M-AX-16/C1

Periodendauermessung

In dieser Betriebsart (Betriebsart = 2) werden die Impulse einer internen, auf dem Modul erzeugten Referenzfrequenz für die Zeit zwischen zwei positiven Flanken eines am Eingang liegenden Signals gezählt. Die interne Referenzfrequenz beträgt 1,25 MHz.

Eine positive Flanke am Eingang bewirkt, daß der aktuelle Zählerstand gelatcht und der Zähler wieder auf 0 gesetzt wird. Gleichzeitig kann ein Interrupt zur Basiskarte ausgelöst werden. Das Ergebnis kann dann aus dem Latch gelesen werden. Es muß jedoch darauf geachtet werden, daß das Ergebnis nicht während des Latchens ausgelesen wird (das kann z. B. dadurch vermieden werden, daß sofort nach der Interrupt-Auslösung das Latch ausgelesen wird.)!

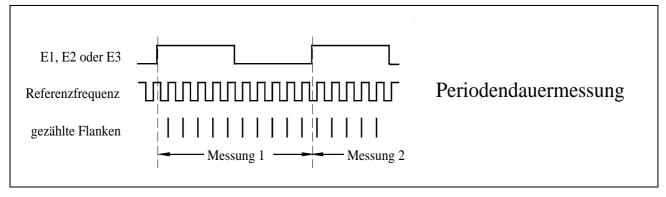


Abb. 18-3: Impulsdiagramm im Mode Periodendauermessung

Interrupt-Controller

Auf dem Modul ist ein Interrupt-Controller integriert, der es ermöglicht, daß mehrere Interrupt-Quellen des Moduls nur einen Interrupt-Kanal der Basiskarte benutzen. Dieser Interrupt-Kanal kann per Software eingestellt werden. Folgende Interrupt-Kanäle sind einstellbar:

Interrupt-Kanal-Register	angewählter Interrupt der Basiskarte
0	kein Interrupt-Kanal angewählt
1	IRQ-A
2	IRQ-B
3	IRQ-C

Priorität der Interrupt-Quellen

Das Modul M-AX-16/C1 besitzt insgesamt 12 verschiedene Interrupt-Quellen, die unterschiedliche Prioritäten haben. Die unten abgebildete Tabelle zeigt die einzelnen Interrupts mit ihren Quellen und ihrer Priorität.

INT	Quelle	Priorität	Flanke zur Auslösung des Interrupts
12	Z7	hoch	negativ
11	Z6	hoch	negativ
10	Z 5	hoch	negativ
9	Z4	hoch	negativ
8	Z3	hoch	negativ
7	Z 2	hoch	negativ
6	Z1	hoch	negativ
5	Stopp	hoch	positiv
4	Start	hoch	positiv
3	E3	hoch	positiv
2	E2	hoch	positiv
1	E1	niedrig	positiv
0	kein Interrupt registriert	_	_

Interrupt-Service-Register

Wird ein Interrupt zur Basiskarte ausgelöst, so kann in einem Register auf dem Modul (Interrupt-Service-Register = ISR) die Interrupt-Quelle ermittelt werden, die den

-AX-16/C1

Interrupt ausgelöst hat. Die Bits 0 bis 3 des ISR geben die Nummer des aufgetretenen Interrupts an, Bit-4 bis Bit-7 sind undefiniert (siehe Tabelle 'Priorität der Interrupt-Quellen'). Mit dem Auslesen der Interrupt-Quelle wird automatisch das ISR gelöscht.

Wenn vor dem Auslesen des ISR ein weiterer Interrupt an einer anderen Quelle auftritt, wird das ISR beim Lesen nicht auf Null gesetzt, sondern sofort die neue Interrupt-Quelle eingetragen. Auf der Basiskarte wird dabei kein neuer Interrupt ausgelöst. Bevor die Interrupt-Service-Routine beendet wird, muß also geprüft werden, ob ISR (Bit-0 bis Bit-3) = 0 ist. Wenn nicht, muß zuerst der noch anstehende und evtl. weitere Interrupts bedient werden. Das geht solange, bis die Interruptleitung inaktiv ist.

Interrupt-Mask-Register

Jeder Interrupt-Quelle ist ein Maskierungs-Bit zugeordnet. Wenn dieses Bit = 0 gesetzt ist, ist der Interrupt gesperrt (maskiert). Falls dann ein Interrupt auftritt, wird er nicht ins ISR eingetragen und natürlich auch kein Interrupt zur Basiskarte erzeugt. Der Interrupt ist demaskiert, wenn das Bit = 1 gesetzt ist.

Die folgende Tabelle zeigt, welches Bit des entsprechenden Interrupt-Mask-Registers welcher Interrupt-Quelle zugeordnet ist.

Inte	Interrupt-Mask-Register #1		Interrupt-Mask-Register #2	
Bit	Interrupt-Quelle	Bit	Interrupt-Quelle	
0	E0	0	Z4	
1	E1	1	Z 5	
2	E2	2	Z 6	
3	Start	3	Z 7	
4	Stopp	4	ohne Bedeutung	
5	Z1	5	ohne Bedeutung	
6	Z 2	6	ohne Bedeutung	
7	Z 3	7	ohne Bedeutung	

Konfiguration und Einbau

Nach dem Einschalten ist das Modul bereits standardmäßig mit dem C1-Design aus dem EPROM konfiguriert. Wenn ein aktuelleres Design verwendet werden soll, muß- wie in der Beschreibung zum Modul M-AX-16 im Abschnitt 'Laden eines Logik-Designs' beschrieben - das Logik-Design "C1.DLG" geladen werden. Erst danach stehen die beschriebenen Funktionen zur Verfügung.

EEPROM-Inhalte

Die Einstellung der EEPROM-Worte 0 bis 15 entnehmen Sie bitte der allgemeinen Modulbeschreibung.

Werkseitig sind die EEPROM-Worte 16 bis 31 auf 0 gesetzt. Diese Konfiguration darf nicht geändert werden.

M-AX-16/C

Steckerbelegung

Das Modul wird über einen 34-poligen Stecker und ein entsprechendes Flachbandkabel mit der Außenwelt verbunden. Ein an die Bezeichnung des Eingangs angehängtes "+" bedeutet, daß dieser Eingang mit der Anode der LED des Eingangsoptokopplers verbunden ist (positiver Pol der Signalquelle), ein angehängtes "-" steht entsprechend für eine Verbindung mit der Kathode (negativer Pol der Signalquelle).

Pin	Signal	Pin	Signal
1	nichts anschließen	17	Stopp- (= IP-4)
2	nichts anschließen	18	Stopp+
3	nichts anschließen	19	Z1- (= IP-5)
4	nichts anschließen	20	Z1+
5	nichts anschließen	21	Z2- (= IP-6)
6	nichts anschließen	22	Z2+
7	nichts anschließen	23	Z3- (= IP-7)
8	nichts anschließen	24	Z3+
9	E1- (= IP-0)	25	Z4- (= IP-8)
10	E1+	26	Z4+
11	E2- (= IP-1)	27	Z5- (= IP-9)
12	E2+	28	Z5+
13	E3- (= IP-2)	29	Z6- (= IP-10)
14	E3+	30	Z6+
15	Start- (= IP-3)	31	Z7- (= IP-11)
16	Start+	32	Z7+
33	nicht	34	nicht
	angeschlossen		angeschlossen

Programmierung mit I/O-Zugriffen

Lokale I/O-Adressen

Adresse	Zugr.	Funkt	ion		
MBA+00h	R8	Kanal	Kanal 1, Bit 0 bis 7		
MBA+01h	R8	Kanal	Kanal 1, Bit 8 bis 15		
MBA+02h	R8	Kanal	1, Bit 16 bis 19		
MBA+03h	R8	Kanal	2, Bit 0 bis 7		
MBA+04h	R8	Kanal	2, Bit 8 bis 15		
MBA+05h	R8	Kanal	2, Bit 16 bis 19)	
MBA+06h	R8	Kanal	3, Bit 0 bis 7		
MBA+07h	R8	Kanal	3, Bit 8 bis 15		
MBA+08h	R8	Kanal	3, Bit 16 bis 19)	
MBA+09h	W8	Kontro	Kontrollregister für Start und Stopp		
		Bit-0:	Eingang "Sto	ppimpuls. Dieses Bit entspricht dem pp". Solange dieses Bit gesetzt ist, kön- nuf dem "Start"-Eingang keine Messung	
		Bit-1:	gang "Start".	timpuls. Dieses Bit entspricht dem Ein- Solange dieses Bit gesetzt ist, können dem "Stopp"-Eingang keine Messung	
		Bit-2:		gesetzt, so wird die Messung mit einem art" gestartet und mit dem nächsten Im- " gestoppt.	
MBA+0ah	W8	Betrie	bsart		
		Bit-0	Bit-1		
		0	0	Zählermode	
		1	0	Frequenzmessung	
		0	1	Periodendauermessung	
		1	1	reserviert	
		Die Bi	its 2 bis 7 habe	en keine Bedeutung und sind nicht defi-	

Zugr.

R8

Funktion

Interrupt-Service-Register

Adresse

MBA+0bh

MBA+0ch	W8x	Alle Zähler latchen
MBA+0dh	W8x	Modulreset
MBA+0eh	W8x	Alle Zähler auf 0
MBA+0fh	W8	Interrupt-Kanal anwählen $1 = IRQ-A$ $2 = IRQ-B$ $3 = IRQ-C$
MBA+00h	W8	Interrupt-Mask-Register 1 setzen
MBA+01h	W8	Interrupt-Mask-Register 2 setzen