

Tempi di ciclo e di reazione

5.1 Panoramica

Panoramica

Questo capitolo fornisce informazioni dettagliate sui seguenti argomenti:

- Tempo di ciclo
- Tempo di reazione
- Tempo di reazione all'allarme
- Calcoli di esempio

Riferimenti: Tempo di ciclo

Il tempo di ciclo del programma utente si può leggere con il PG. Per maggiori informazioni richiamare la *Guida in linea a STEP 7* oppure consultare il manuale *Configurazione hardware e progettazione di collegamenti con STEP 7*.

Riferimenti: Tempo di elaborazione

Vedere la *Lista operazioni della S7-300 delle CPU 31xC e 31x*. Essa riporta in forma di tabella i tempi di esecuzione relativi a

- Istruzioni STEP 7 elaborabili dalle rispettive CPU
- SFC e SFB integrati nelle CPU
- Funzioni IEC richiamabili in STEP 7.

5.2 Tempo di ciclo

5.2.1 Panoramica

Introduzione

Questo paragrafo spiega che cosa si intende per tempo di ciclo, da che cosa esso è costituito e in che modo lo si può calcolare.

Cosa significa tempo di ciclo

Il tempo di ciclo è il tempo impiegato dal sistema operativo per elaborare un ciclo di programma, cioè un'esecuzione dell'OB 1, nonché tutte le parti di programma e le attività di sistema che interrompono questa esecuzione. Il tempo di ciclo viene tenuto sotto controllo.

Modello a fasi temporali

L'elaborazione ciclica del programma e quindi anche l'elaborazione del programma utente si svolgono in fasi temporali. Per maggiore chiarezza, qui di seguito si presuppone che ogni fase temporale duri esattamente di 1 ms.

Immagine di processo

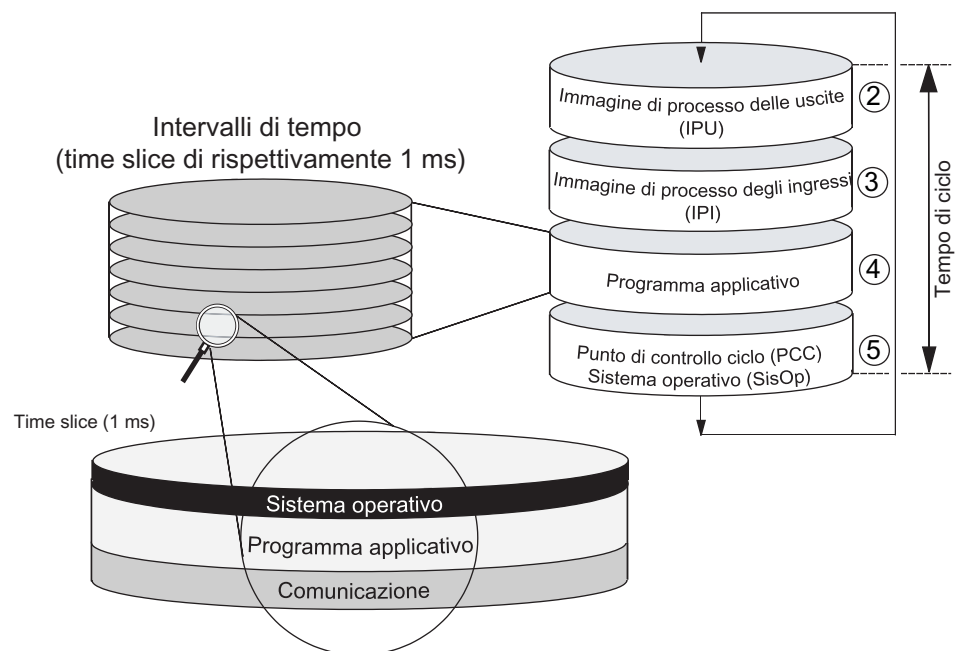
Perché la CPU abbia a disposizione un'immagine coerente dei segnali di processo per tutta la durata dell'elaborazione ciclica del programma, i segnali del processo vengono letti o scritti prima dell'elaborazione del programma. Quindi, con l'indirizzamento delle aree operandi degli ingressi (E) e delle uscite (A) nel corso dell'elaborazione del programma, la CPU non accede direttamente alle unità di ingresso/uscita ma all'area di memoria di sistema della CPU nella quale si trova l'immagine di processo degli ingressi e delle uscite.

Fasi di elaborazione ciclica del programma

La tabella e la figura seguenti mostrano le fasi dell'elaborazione ciclica del programma.

Tabella 5-1 Elaborazione ciclica del programma

Passo	Esecuzione
1	Il sistema operativo avvia il controllo del tempo di ciclo.
2	La CPU scrive i valori dell'immagine di processo delle uscite nelle unità di uscita.
3	La CPU legge lo stato degli ingressi nelle unità degli ingressi e aggiorna l'immagine di processo degli ingressi.
4	La CPU elabora il programma utente in fasi temporali ed esegue le operazioni indicate nel programma.
5	Alla fine di un ciclo, il sistema operativo esegue operazioni in attesa, come p. es. il caricamento o la cancellazione di blocchi.
6	Infine la CPU ritorna all'inizio del ciclo e riavvia il controllo del tempo di ciclo.



A differenza delle CPU S7-400, l'accesso ai dati con un OP/TP (funzioni di servizio e supervisione) nelle CPU S7-300 ha luogo esclusivamente nel punto di controllo del ciclo (coerenza dei dati: vedere capitolo Dati tecnici). L'elaborazione del programma utente non viene interrotta dalle funzioni di servizio e supervisione.

Prolungamento del tempo di ciclo

In linea di massima occorre osservare che il tempo di ciclo di un programma utente viene prolungato dai seguenti fattori:

- Elaborazione di allarmi a tempo
- Elaborazione dell'interrupt di processo
- Diagnostica ed elaborazione di errori
- Comunicazione con dispositivi di programmazione (PG), pannelli operatore (OP) e attraverso CP collegati (p. es. Ethernet, PROFIBUS DP)
- Funzioni di test e messa in servizio come controlla/comanda variabili o il controllo di blocchi
- Trasferimento e cancellazione di blocchi, compressione della memoria del programma utente
- Scrittura, lettura della MMC dal programma utente con le SFC 82 - 84
- Comunicazione S7 attraverso l'interfaccia PROFINET.
- Comunicazione CBA mediante l'interfaccia PROFINET (carico del sistema, richiamo delle SFC, aggiornamento nel punto di controllo del ciclo).
- Comunicazione PROFINET IO tramite interfaccia PROFINET (carico del sistema)

5.2.2 Calcolo del tempo di ciclo

Introduzione

Il tempo di ciclo risulta dalla somma dei fattori descritti qui di seguito.

Aggiornamento dell'immagine di processo

La tabella seguente contiene i tempi della CPU per l'aggiornamento dell'immagine di processo (tempo di trasferimento dell'immagine di processo). I tempi indicati possono prolungarsi con il verificarsi di allarmi o per la comunicazione della CPU. Il tempo di trasferimento per l'aggiornamento dell'immagine di processo si calcola nella maniera seguente:

Tabella 5-2 Formula di calcolo del tempo di trasferimento dell'immagine di processo (IP)

Il tempo di trasferimento dell'immagine di processo si calcola nella maniera seguente:	
Carico base K	+ numero di byte in IP nel telaio di montaggio 0 x (A) + numero di byte in IP nei telai di montaggio da 1 a 3 x (B) + numero di parole in IP tramite DP x (D) + numero di parole in IP tramite PROFINET x (P) = tempo di trasferimento dell'immagine di processo

Tabella 5-3 CPU 31xC: dati per il calcolo del tempo di trasferimento dell'immagine di processo

Cost.	Componenti	CPU	CPU	CPU	CPU	CPU	CPU
		312C	313C	313C - 2 DP	313C - 2 PtP	314C - 2 DP	314C - 2 PtP
K	Carico base	150 µs	100 µs	100 µs		100 µs	
A	Per ciascun byte nel telaio di montaggio 0	37 µs	35 µs	37 µs		37 µs	
B	Per ciascun byte nel telaio di montaggio da 1 a 3 *	-	43 µs	47 µs		47 µs	
D (solo DP)	Per ciascuna parola nell'area DP per l'interfaccia integrata DP	-	-	1 µs	-	1 µs	-

Tabella 5-4 CPU 31x: dati per il calcolo del tempo di trasferimento dell'immagine di processo

Cost.	Componenti	CPU 312	CPU 314	CPU 315	CPU 317
K	Carico base	150 μ s	100 μ s	100 μ s	50 μ s
A	Per ciascun byte nel telaio di montaggio 0	37 μ s	35 μ s	37 μ s	15 μ s
B	Per ciascun byte nel telaio di montaggio da 1 a 3 *	-	43 μ s	47 μ s	25 μ s
D (solo DP)	Per ciascuna parola nell'area DP per l'interfaccia integrata DP	-	-	1 μ s	1 μ s
P (solo PROFINET)	Per ciascuna parola nell'area PROFINET per l'interfaccia integrata PROFINET	-	-	46 μ s	46 μ s

* + 60 μ s per telaio di montaggio

* + 60 μ s per telaio di montaggio

Prolungamento del tempo di elaborazione del programma utente

Oltre all'elaborazione vera e propria del programma utente, il sistema operativo della CPU esegue altri processi simultanei

(p. es. gestione dei temporizzatori del sistema operativo centrale). Questi processi prolungano il tempo di esecuzione del programma utente. La tabella seguente mostra i fattori per i quali moltiplicare il tempo di elaborazione del programma utente.

Tabella 5-5 Prolungamento del tempo di elaborazione del programma utente

CPU	Fattore
312C	1,06
313C	1,10
313C-2 DP	1,10
313C-PtP	1,06
314C-2 DP	1,10
314C-2PtP	1,09
312	1,06
314	1,10
315	1,10
317	1,07

Tempo di elaborazione del sistema operativo nel punto di controllo del ciclo

La tabella seguente mostra i tempi di elaborazione del sistema operativo nel punto di controllo del ciclo delle CPU. I tempi valgono senza:

- Funzioni di test e messa in servizio come controlla/comanda variabili o il controllo di blocchi
- Trasferimento e cancellazione di blocchi, compressione della memoria del programma utente
- Comunicazione
- Scrittura, lettura della MMC con le SFC 82 - 84

Tabella 5-6 Tempo di elaborazione del sistema operativo nel punto di controllo del ciclo

CPU	Comando del ciclo nel punto di controllo del ciclo
312C	500 µs
313C	500 µs
313C-2	500 µs
314C-2	500 µs
312	500 µs
314	500 µs
315	500 µs
317	150 µs

Prolungamento del tempo di ciclo dovuto all'annidamento di allarmi

Il tempo di ciclo viene ulteriormente prolungato dall'attivazione di allarmi. Maggiori dettagli sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 5-7 Prolungamento del ciclo dovuto all'annidamento di allarmi

Tipo di allarme	Interrupt di processo	Allarme di diagnostica	Allarme dall'orologio	Allarme di ritardo	Schedulazione orologio
312C	700 µs	700 µs	600 µs	400 µs	250 µs
313C	500 µs	600 µs	400 µs	300 µs	150 µs
313C-2	500 µs	600 µs	400 µs	300 µs	150 µs
314C-2	500 µs	600 µs	400 µs	300 µs	150 µs
312	700 µs	700 µs	600 µs	400 µs	250 µs
314	500 µs	600 µs	400 µs	300 µs	150 µs
315	500 µs	600 µs	400 µs	300 µs	150 µs
317	190 µs	240 µs	200 µs	150 µs	90 µs

A questo prolungamento va aggiunto il tempo di esecuzione del programma sul livello dell'allarme.

Prolungamento del tempo di ciclo in seguito a errori

Tabella 5-8 Prolungamento del ciclo a causa di errori

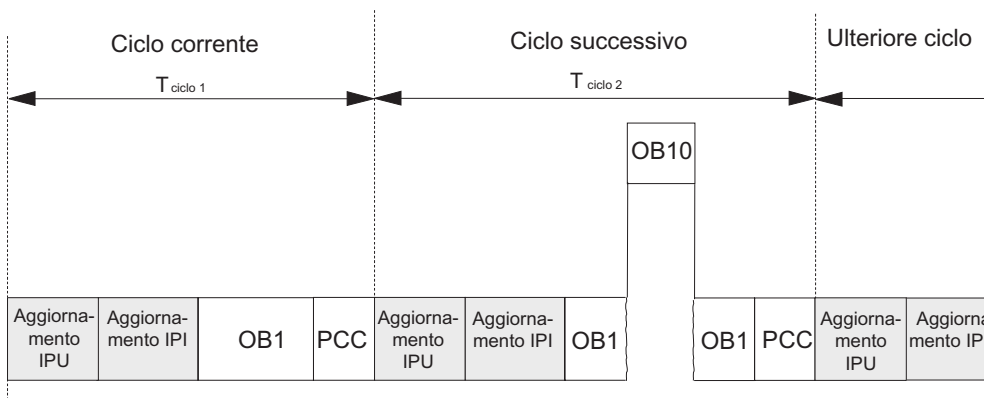
Tipo di errore	Errore di programmazione	Errore di accesso alla periferia
312C	600 µs	600 µs
313C	400 µs	400 µs
313C2	400 µs	400 µs
314C-2	400 µs	400 µs
312	600 µs	600 µs
314	400 µs	400 µs
315	400 µs	400 µs
317	100 µs	100 µs

A questo prolungamento va aggiunto il tempo di esecuzione del programma dell'OB di allarme. A seconda dell'annidamento di più OB di errore/allarme, aggiungere i tempi corrispondenti.

5.2.3 Tempi di ciclo diversi

Panoramica

Il tempo di ciclo (T_{ciclo}) non è lo stesso per tutti i cicli. La figura seguente mostra diversi tempi di ciclo T_{ciclo1} e T_{ciclo2} . T_{ciclo2} è maggiore di T_{ciclo1} perché l'OB 1 elaborato ciclicamente viene interrotto da un OB di allarme dall'orologio (qui: OB 10).



Il tempo di elaborazione dei blocchi può variare

Un altro motivo per cui i tempi di ciclo sono diversi tra loro è il fatto che il tempo di elaborazione di blocchi (p. es. OB 1) può variare a causa dei fattori seguenti:

- Comandi condizionati
- Richiami di blocchi condizionati
- Percorsi diversi dei programmi
- Loop ecc.

Tempo di ciclo massimo

Con l'aiuto di STEP 7 è possibile modificare il tempo di ciclo massimo preimpostato. Una volta trascorso questo tempo, viene richiamato l'OB 80, nel quale è possibile stabilire in che modo la CPU deve reagire all'errore temporale. Se nella memoria della CPU manca l'OB 80, questa entra in STOP.

5.2.4 Carico di comunicazione

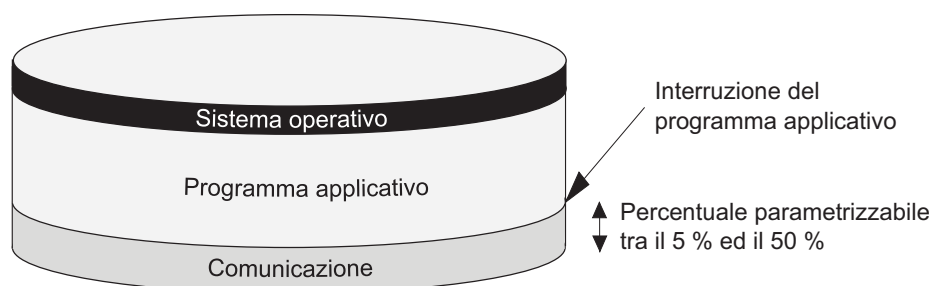
Carico di comunicazione progettato per la comunicazione PG/OP, la comunicazione S7 e CBA

Il sistema operativo della CPU rende costantemente disponibile, ai fini della comunicazione, la percentuale progettata dall'utente sulla capacità di elaborazione complessiva della CPU (tecnica delle fasi temporali). Se questa capacità di elaborazione non viene utilizzata per la comunicazione, essa è disponibile per l'ulteriore elaborazione. Nella configurazione hardware è possibile impostare il carico dovuto alla comunicazione tra il 5% e il 50%. Per default è impostato il 20%.

Per calcolare il fattore di prolungamento del tempo di ciclo, è possibile ricorrere alla formula seguente:

$$100 / (100 - \text{carico di comunicazione progettato in \%})$$

Time slice (1 ms)



Esempio: carico di comunicazione 20 %

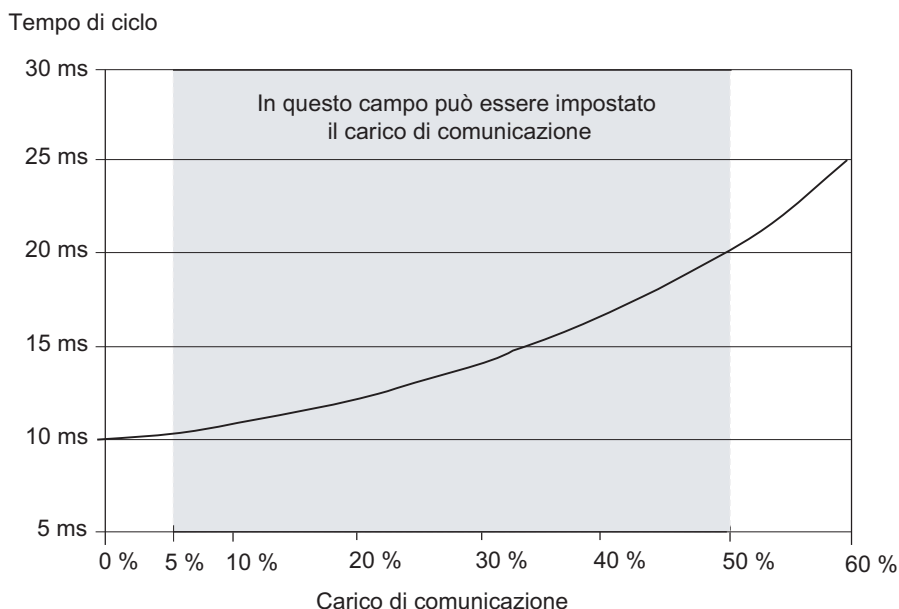
Nella configurazione hardware l'utente ha progettato un carico di comunicazione del 20 %. Il tempo di ciclo calcolato è di 10 ms. Utilizzando la formula sopraindicata, il tempo di ciclo viene prolungato del fattore 1,25.

Esempio: carico di comunicazione 50 %

Nella configurazione hardware l'utente ha progettato un carico di comunicazione del 50%. Il tempo di ciclo calcolato è di 10 ms. Utilizzando la formula sopraindicata, il tempo di ciclo viene prolungato del fattore 2.

Rapporto di dipendenza del tempo di ciclo reale dal carico di comunicazione

La figura seguente mostra la dipendenza non lineare del tempo di ciclo reale dal carico della comunicazione. Come esempio è stato scelto un tempo di ciclo di 10 ms.



Effetto sul tempo di ciclo reale

Statisticamente parlando, il prolungamento del tempo di ciclo a causa del carico di comunicazione comporta anche il verificarsi di più eventi asincroni, come p. es. gli allarmi, all'interno di un ciclo dell'OB 1. In questo modo il ciclo dell'OB 1 viene prolungato ulteriormente. Questo prolungamento dipende da quanti eventi si verificano per ciascun ciclo di OB 1 e dalla durata dell'elaborazione di questi eventi.

Nota

Verificare le conseguenze di una modifica del valore del parametro "Carico del ciclo a causa della comunicazione" con l'impianto in funzione. Il carico della comunicazione deve essere tenuto in considerazione quando si imposta il tempo di ciclo massimo poiché altrimenti potrebbero verificarsi errori temporali.

Suggerimenti

- Applicare possibilmente il valore preimpostato.
- Aumentare il valore soltanto se la CPU viene impiegata principalmente per la comunicazione e il programma utente non è critico dal punto di vista temporale.
- In tutti gli altri casi è preferibile soltanto diminuire il valore.

5.2.5 Prolungamento del ciclo dovuto a funzioni di test e messa in servizio

Tempi di esecuzione

I tempi di esecuzione delle funzioni di test e di messa in servizio sono tempi di esecuzione del sistema operativo. Essi sono perciò gli stessi in ogni CPU. In un primo momento non vi è nemmeno una differenza tra processo e test. Il prolungamento del ciclo a causa di funzioni attive di test e messa in servizio è indicato nella tabella seguente.

Tabella 5-9 Prolungamento del ciclo dovuto a funzioni di test e messa in servizio

Funzione	CPU 31xC/ CPU 31x
Controlla variabile	50 μ s per ciascuna variabile
Comanda variabile	50 μ s per ciascuna variabile
Controlla blocco	200 μ s per ciascuna riga controllata

Impostazioni in fase di parametrizzazione

In fase di **processo**, il carico massimo consentito del ciclo a causa della comunicazione non va impostato soltanto con la funzione "Carico del ciclo a causa della comunicazione", ma anche con "Incrementi ammessi del tempo di ciclo con le funzioni di test ". In questo modo il tempo parametrizzato viene controllato in modo assoluto in fase di processo e, in caso di superamento, si conclude la raccolta di dati. Così p. es. STEP 7, in caso di loop, limita la richiesta di dati prima della fine del loop. In caso di loop in fase di **test**, il loop viene elaborato completamente con ogni esecuzione. In questo modo il tempo di ciclo può essere notevolmente prolungato.

5.2.6 Prolungamento del ciclo tramite la Component based Automation (CbA)

Per default il sistema operativo della CPU aggiorna sia l'interfaccia PROFINET che le interconnessioni DP nel punto di controllo del ciclo. Tuttavia, se durante la progettazione si disattiva la funzione di aggiornamento automatico (ad es. per poter influire meglio sul comportamento di tempo della CPU) è necessario eseguire l'aggiornamento manualmente. Per farlo si devono richiamare le SFC da 112 a 114 nei momenti appropriati.

Riferimenti

Per informazioni sulle SFC da 112 a 114 consultare la *Guida in linea a STEP7*.

Incremento del ciclo dell'OB1

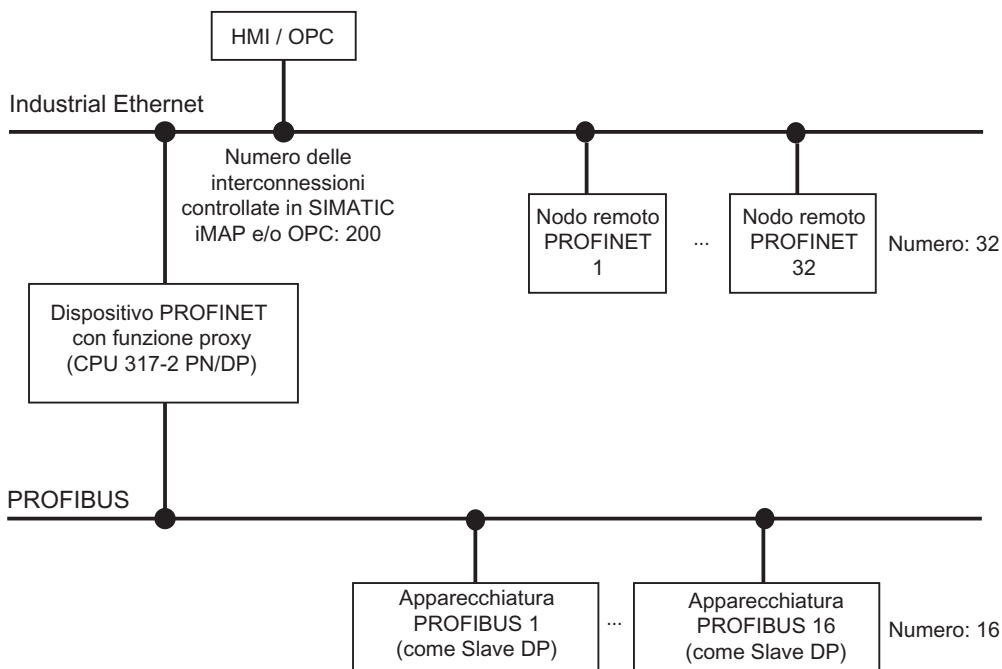
I fattori che determinano l'incremento della durata del ciclo dell'OB1 sono i seguenti:

- l'aumento del numero di interconnessioni PROFINET CBA
- l'aumento del numero di partner remoti
- l'aumento del numero di dati e
- l'aumento della frequenza di trasmissione

Nota

In caso di impiego di CBA con interconnessioni PROFINET CBA cicliche, per mantenere invariate le prestazioni vengono utilizzati degli switch. Inoltre, nelle interconnessioni PROFINET CBA cicliche è assolutamente necessario l'utilizzo del sistema full duplex da 100 MBit.

Il grafico seguente mostra la configurazione utilizzata per le misurazioni.



Il grafico illustra i collegamenti remoti in entrata/uscita	Numero
Interconnessione ciclica attraverso Ethernet	200, frequenza di campionamento: ogni 10 ms
Interconnessione aciclica attraverso Ethernet	50, frequenza di campionamento: ogni 500 ms
Interconnessioni tra dispositivo PROFINET con funzionalità proxy (CPU 317-2 PN/DP) e apparecchiature PROFIBUS.	16 x 4
Interconnessioni tra le apparecchiature PROFIBUS.	16 x 6

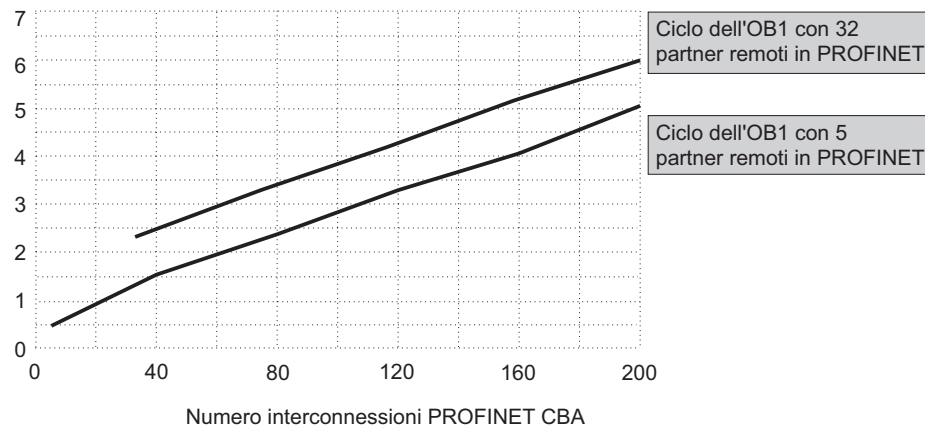
Ulteriori condizioni generali

Il massimo carico del ciclo determinato dalla comunicazione è del 20 %.

Il grafico seguente mostra innanzitutto che il ciclo dell'OB1 viene influenzato dall'aumento delle interconnessioni PROFINET CBA cicliche con partner remoti in PROFINET:

Dipendenza del ciclo dell'OB1 dal numero di interconnessioni PROFINET CBA

Tempo di ciclo in ms



Carico base determinato dalle apparecchiature PROFIBUS

Le 16 unità PROFIBUS con le relative interconnessioni costituiscono un carico base **aggiuntivo** fino a 1,0 ms.

Suggerimenti ed avvisi

Nel grafico sopra riportato tiene conto dell'impiego di valori unitari per la frequenza di trasferimento di tutte le interconnessioni verso un utente.

- La distribuzione dei valori su livelli di frequenza diversi può ridurre le prestazioni fino al 50 %.
- L'utilizzo di strutture di dati e array all'interno di un'interconnessione invece che in molte interconnessioni singole con strutture di dati semplici aumenta le prestazioni.

5.3 Tempo di reazione

5.3.1 Panoramica

Definizione del tempo di reazione

Il tempo di reazione è il tempo che trascorre dal riconoscimento di un segnale d'ingresso alla variazione di un segnale d'uscita ad esso correlato.

Variabilità

Il tempo di reazione effettivo è compreso tra il tempo di reazione più breve e quello più lungo. Nella progettazione di un impianto si deve sempre fare riferimento al tempo di reazione più lungo.

Qui di seguito vengono trattati sia il tempo di reazione più breve che quello più lungo per rendere un'idea della variabilità del tempo di reazione.

Fattori

Il tempo di reazione dipende dal tempo di ciclo e dai seguenti fattori:

- Ritardo degli ingressi e delle uscite delle unità di ingresso/uscita o degli ingressi e delle uscite integrati
- Ulteriori tempi di aggiornamento in PROFINET IO
- Ulteriori tempi di ciclo DP nel PROFIBUS DP
- Elaborazione nel programma utente

Riferimenti

- I tempi di ritardo sono specificati nei dati tecnici delle unità di ingresso/uscita (Manuale di riferimento *Caratteristiche delle unità modulari*)

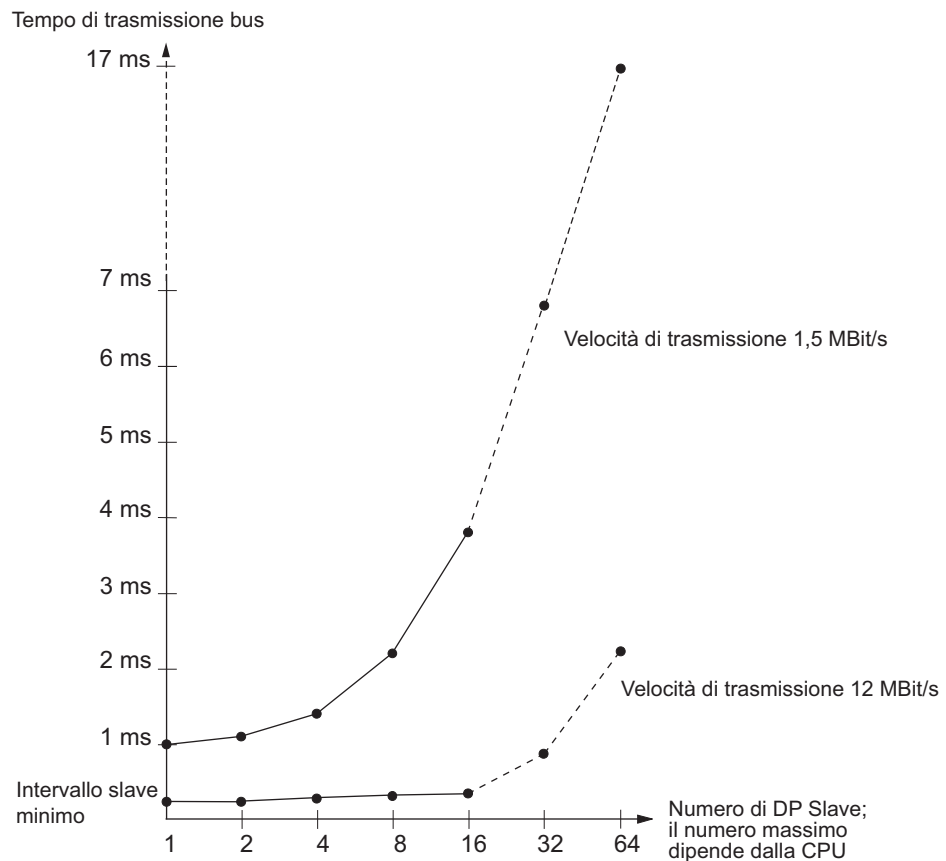
Tempo di aggiornamento per PROFINET IO

Dopo aver configurato il sistema PROFINET IO con STEP 7, quest'ultimo calcola il tempo di aggiornamento per PROFINET IO. Il tempo di aggiornamento di PROFINET IO può essere quindi visualizzato sul PG.

Tempi di ciclo DP nella rete PROFIBUS DP

Dopo aver configurato con STEP 7 il sistema master PROFIBUS DP, STEP 7 calcola il tempo di ciclo tipico DP previsto. Il tempo di ciclo DP della configurazione può quindi essere visualizzato sul PG.

La figura seguente mostra una visione generale del tempo di ciclo DP. In questo esempio si suppone che ogni slave DP in media abbia 4 byte di dati.

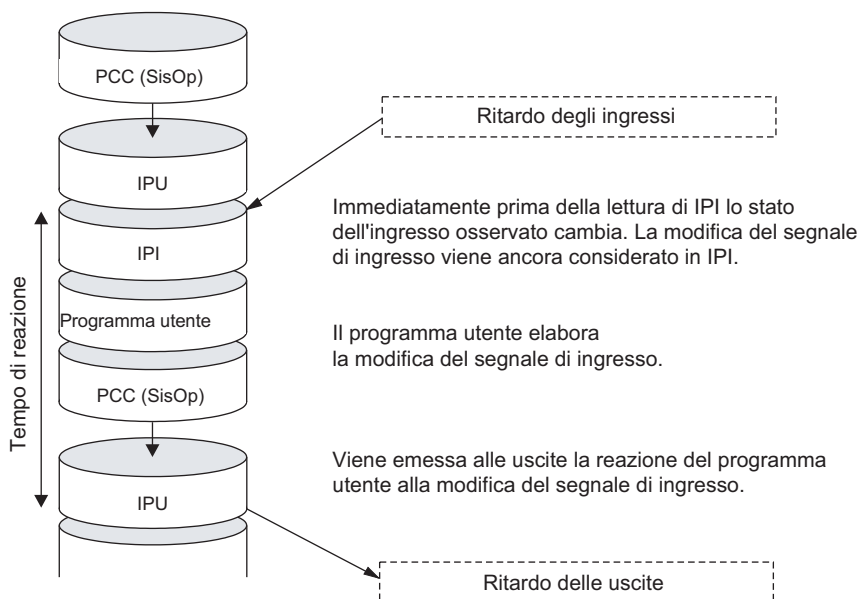


Se si impiega una rete PROFIBUS DP con più master, occorre tenere in considerazione il tempo di ciclo DP per ciascun master. Ciò significa creare e aggiungere separatamente il calcolo per ogni master.

5.3.2 Tempo di reazione più breve

Condizioni per il tempo di reazione più breve

La figura seguente mostra le condizioni che permettono di ottenere il tempo di reazione più breve.



Calcolo

Il tempo di reazione (più breve) è costituito da:

Tabella 5-10 Formula: tempo di reazione più breve

- 1 × tempo di trasferimento dell'immagine di processo degli ingressi
- + 1 × tempo di trasferimento dell'immagine di processo delle uscite
- + 1 × tempo di elaborazione del programma
- + 1 × tempo di elaborazione del sistema operativo nel punto di controllo del ciclo
- + Ritardo degli ingressi e delle uscite
- = **tempo di reazione più breve**

Ciò corrisponde alla somma del tempo di ciclo e del ritardo degli ingressi e delle uscite.

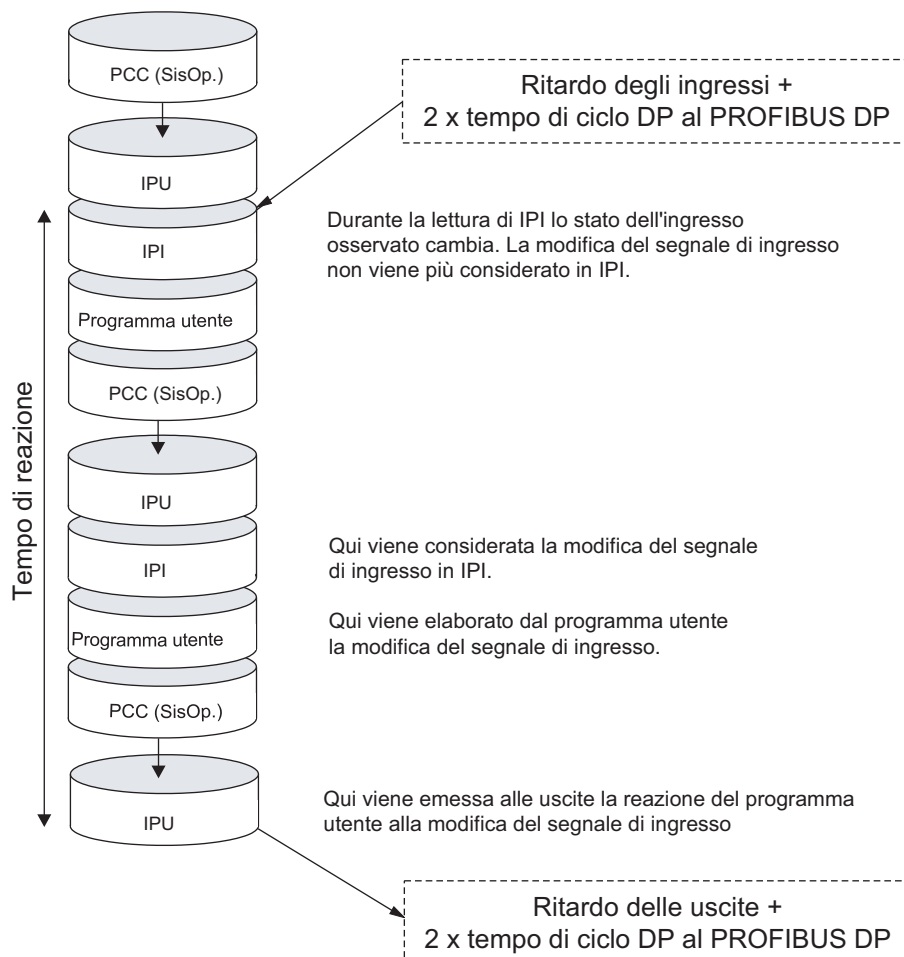
Vedere anche

Panoramica (Pagina 5-14)

5.3.3 Tempo di reazione più lungo

Condizioni per il tempo di reazione più lungo

La figura seguente mostra come si forma il tempo di reazione più lungo.



Calcolo

Il tempo di reazione (più lungo) è costituito da:

Tabella 5-11 Formula: tempo di reazione più lungo

	2 × tempo di trasferimento dell'immagine di processo degli ingressi
+	2 × tempo di trasferimento dell'immagine di processo delle uscite
+	2 × tempo di elaborazione del programma
+	2 × tempo di elaborazione del sistema operativo
+	2 x tempo di elaborazione del programma
+	4 x tempo di aggiornamento per PROFINET IO (solo se si utilizza PROFINET IO).
+	4 x tempo di ciclo DP nel PROFIBUS DP (solo se si utilizza PROFIBUS DP).
+	Ritardo degli ingressi e delle uscite
=	tempo di reazione più lungo

Esso corrisponde alla somma data da doppio tempo di ciclo e ritardo degli ingressi e delle uscite più il tempo di aggiornamento quadruplicato per PROFINET IO o il tempo di ciclo DP quadruplicato nel PROFIBUS DP.

Vedere anche

Panoramica (Pagina 5-14)

5.3.4 Riduzione del tempo di reazione dovuta ad accessi alla periferia

Riduzione del tempo di reazione

È possibile accelerare i tempi di reazione con l'accesso diretto alla periferia nel programma utente, per esempio con

- L PEB o
- T PAW

è possibile evitare in parte i tempi di reazione descritti precedentemente.

Nota

È possibile accelerare i tempi di reazione anche utilizzando interrupt di processo.

Vedere anche

Tempo di reazione più breve (Pagina 5-16)

Tempo di reazione più lungo (Pagina 5-17)

5.4 Modalità di calcolo del tempo di ciclo e di reazione

Introduzione

Questo capitolo fornisce una visione generale del calcolo del tempo di ciclo e di reazione.

Tempo di ciclo

1. Determinare il tempo di esecuzione del programma utente con l'aiuto della *Lista operazioni*.
2. Moltiplicare il valore ottenuto per il fattore specifico della CPU indicato nella tabella *Prolungamento del tempo di elaborazione del programma utente*.
3. Calcolare e aggiungere il tempo di trasferimento dell'immagine di processo. I dati orientativi sono contenuti nella tabella *Dati per il calcolo del tempo di trasferimento dell'immagine di processo*.
4. Aggiungere il tempo di elaborazione nel punto di controllo del ciclo. I dati orientativi sono contenuti nella tabella *Tempo di elaborazione del sistema operativo nel punto di controllo del ciclo*.
5. Includere nel calcolo il prolungamento dovuto a funzioni di test e messa in servizio nonché attraverso interconnessioni cicliche PROFINET. I valori sono indicati nella tabella *Prolungamento del ciclo dovuto a funzioni di test e messa in servizio*. Il risultato quindi costituisce il tempo di ciclo.

Prolungamento del tempo di ciclo dovuto ad allarmi e comunicazione

100 / (100 - carico di comunicazione progettato in %)

1. Moltiplicare il tempo di ciclo per il fattore corrispondente alla formula sopraindicata.
2. Con l'aiuto della Lista operazioni, calcolare il tempo di esecuzione delle parti di programma che elaborano gli allarmi. Aggiungere il rispettivo valore ripreso dalla tabella seguente.
3. Moltiplicare entrambi i valori per il fattore specifico della CPU per il prolungamento del tempo di elaborazione del programma utente.
4. Aggiungere il valore delle sequenze di programma che elaborano gli allarmi al tempo di ciclo teorico per tutte le volte che l'allarme viene attivato o che si prevede venga attivato. Il risultato è approssimativamente il **tempo di ciclo reale**. Prendere nota del risultato.

Vedere anche

Prolungamento del ciclo tramite la Component based Automation (CbA) (Pagina 5-11)

Tempo di reazione

Tabella 5-12 Calcolo del tempo di reazione

Tempo di reazione più breve	Tempo di reazione più lungo
-	Moltiplicare il tempo di ciclo reale per il fattore 2.
Includere ora nel calcolo i ritardi degli ingressi e delle uscite.	Includere ora nel calcolo i ritardi degli ingressi e delle uscite, i tempi di ciclo DP nel PROFIBUS DP o i tempi di aggiornamento per PROFINET IO.
Il risultato è il tempo di reazione più breve.	Il risultato è il tempo di reazione più lungo.

Vedere anche

Tempo di reazione più lungo (Pagina 5-17)

Tempo di reazione più breve (Pagina 5-16)

Calcolo del tempo di ciclo (Pagina 5-5)

Prolungamento del ciclo tramite la Component based Automation (CbA) (Pagina 5-11)

5.5 Tempo di reazione all'allarme

5.5.1 Panoramica

Definizione del tempo di reazione a un allarme

Il tempo di reazione a un allarme è il tempo che trascorre dalla prima comparsa di un segnale di allarme fino al richiamo della prima istruzione nell'OB di allarme. In linea generale vale quanto segue: gli allarmi con priorità maggiore vengono elaborati per primi. Questo significa che il tempo di reazione a un allarme aumenta del tempo di elaborazione del programma dell'OB di allarme con priorità superiore e degli OB di allarme di uguale priorità non ancora elaborati comparsi precedentemente (coda di attesa).

Tempi di reazione agli interrupt di processo e agli allarmi di diagnostica della CPU

Tabella 5-13 Tempi di reazione agli interrupt di processo e agli allarmi di diagnostica

CPU	Tempi di reazione agli interrupt di processo			Tempi di reazione agli allarmi di diagnostica	
	Esterno min.	Esterno max.	Periferia integrata max.	min.	max.
CPU 312	0,5 ms	0,8 ms	-	0,5 ms	1,0 ms
CPU 312C	0,5 ms	0,8 ms	0,6 ms	0,5 ms	1,0 ms
CPU 313C	0,4 ms	0,6 ms	0,5 ms	0,4 ms	1,0 ms
CPU 313C-2	0,4 ms	0,7 ms	0,5 ms	0,4 ms	1,0 ms
CPU 314	0,4 ms	0,7 ms	-	0,4 ms	1,0 ms
CPU 314C-2	0,4 ms	0,7 ms	0,5 ms	0,4 ms	1,0 ms
CPU 315-2 DP CPU 315-2 PN/DP	0,4 ms	0,7 ms	-	0,4 ms	1,0 ms
CPU 317-2 DP CPU 317-2 PN/DP	0,2 ms	0,3 ms	-	0,2 ms	0,3 ms

Calcolo

Le formule seguenti mostrano come calcolare il tempo minimo e massimo di reazione a un allarme.

Tabella 5-14 Tempi di reazione agli interrupt di processo e agli allarmi di diagnostica

Calcolo del tempo minimo e massimo di reazione a un allarme	
Tempo minimo di reazione a un allarme della CPU + tempo minimo di reazione a un allarme delle unità di ingresso/uscita + tempo di aggiornamento per PROFINET IO (solo se si utilizza PROFINET IO) + tempo di ciclo DP nel PROFIBUS DP (solo se si utilizza PROFIBUS DP) = tempo di reazione più breve	Tempo massimo di reazione a un allarme della CPU + tempo massimo di reazione a un allarme delle unità di ingresso/uscita + 2 x tempo di aggiornamento per PROFINET IO (solo se si utilizza PROFINET IO) + 2 x tempo di ciclo DP nel PROFIBUS DP (solo se si utilizza PROFIBUS DP) Il tempo massimo di reazione a un allarme viene prolungato se vi sono funzioni di comunicazione attive. Il prolungamento si calcola secondo la formula seguente: tv: 200 µs + 1000 µs x n% n=impostazione del carico di ciclo dovuto alla comunicazione

Prolungamento del tempo di reazione a un allarme nelle interconnessioni PROFINET cicliche

Utilizzando interconnessioni cicliche PROFINET con un partner remoto, il tempo di reazione all'allarme può superare il tempo sopra indicato prolungandosi fino a un massimo di 1,2 ms:

- Sono stati progettate più di 10 interconnessioni cicliche all'utente remoto oppure
- i dati di interconnessione al partner remoto sono superiori a 100 byte.

Unità di ingresso/uscita

Il tempo di reazione agli interrupt di processo delle unità di ingresso/uscita è costituito da quanto segue:

- Unità di ingresso digitali

Tempo di reazione agli interrupt di processo = tempo interno di preparazione dell'allarme + ritardo dell'ingresso

I tempi sono indicati nei dati tecnici dell'unità digitale di ingresso corrispondente.

- Unità di ingresso analogiche

Tempo di reazione agli interrupt di processo = tempo interno di preparazione dell'allarme + ritardo dell'ingresso

Il tempo interno di preparazione dell'allarme dell'unità di ingresso analogica è trascurabile. I tempi di conversione sono indicati nei dati tecnici della singola unità di ingresso analogica.

Il tempo di reazione agli allarmi di diagnostica delle unità di ingresso/uscita è il tempo che trascorre dal riconoscimento di un evento di diagnostica da parte dell'unità di ingresso/uscita fino alla generazione di un allarme da parte dell'unità stessa. Questo tempo è trascurabile.

Elaborazione dell'interrupt di processo

L'interrupt di processo viene elaborato con il richiamo dell'OB 40 (per interrupt di processo). Gli allarmi con priorità alta interrompono l'elaborazione dell'interrupt di processo e gli accessi diretti alla periferia hanno luogo al momento dell'esecuzione dell'istruzione. Al termine dell'elaborazione dell'interrupt di processo si prosegue con l'elaborazione ciclica del programma o con il richiamo e l'elaborazione di OB di allarme con priorità uguale o inferiore.

Vedere anche

Panoramica (Pagina 5-1)

5.5.2 Riproducibilità degli allarmi di ritardo e della schedulazione orologio

Definizione di "Riproducibilità"

Allarme di ritardo:

Scostamento temporale del richiamo della prima istruzione nell'OB di allarme rispetto al momento dell'allarme programmato.

Schedulazione orologio

Variabilità dello scostamento temporale tra due richiami direttamente successivi, misurata tra le prime istruzioni del rispettivo OB di allarme.

Riproducibilità

Per le CPU descritte in questo manuale valgono i tempi seguenti:

- Allarme di ritardo: +/- 200 μ s
- Schedulazione orologio: +/- 200 μ s

Questi tempi sono validi soltanto se in questo momento l'allarme può anche essere eseguito e non viene ritardato p. es. da allarmi con priorità maggiore o da allarmi con la stessa priorità non ancora eseguiti.

5.6 Calcoli di esempio

5.6.1 Esempio di calcolo del tempo di ciclo

Configurazione

L'utente ha configurato un sistema S7-300 con le seguenti unità montate nel telaio di montaggio 0:

- Una CPU 314C-2
- 2 unità di ingresso digitali SM 321; DI 32 x DC 24 V (rispettivamente 4 byte nella IP)
- 2 unità di uscita digitali SM 322; DO 32 x DC 24 V/0.5 A (rispettivamente 4 byte nella IP)

Programma utente

Secondo la lista operazioni, il programma utente ha un tempo di esecuzione di 5 ms. Non c'è comunicazione.

Calcolo del tempo di ciclo

Per l'esempio, il tempo di ciclo risulta dalla somma dei seguenti tempi:

- Tempo di elaborazione del programma utente:
ca. 5 ms x fattore specifico della CPU 1,10 = ca. 5,5 ms
- Tempo di trasferimento dell'immagine di processo
Immagine di processo degli ingressi: $100 \mu\text{s} + 8 \text{ byte} \times 37 \mu\text{s} = \text{ca. } 0,4 \text{ ms}$
Immagine di processo delle uscite: $100 \mu\text{s} + 8 \text{ byte} \times 37 \mu\text{s} = \text{ca. } 0,4 \text{ ms}$
- Tempo di esecuzione del sistema operativo nel punto di controllo del ciclo:
ca. 0,5 ms

Tempo di ciclo = 5,5 ms + 0,4 ms + 0,4 ms + 0,5 ms = 6,8 ms.

Calcolo del tempo di ciclo reale

- Non c'è comunicazione.
- Non c'è elaborazione dell'allarme.

Anche il **tempo di ciclo reale** quindi è di 6 ms.

Calcolo del tempo di reazione più lungo

Tempo di reazione più lungo:

$$6,8 \text{ ms} \times 2 = 13,6 \text{ ms.}$$

- Il ritardo degli ingressi e delle uscite è trascurabile.
- Poiché non vengono utilizzati né PROFIBUS DP né PROFINET IO, non è necessario tenere in considerazione i tempi di ciclo DP nel PROFIBUS DP o i tempi di aggiornamento per PROFINET IO.
- Non c'è elaborazione dell'allarme.

5.6.2 Esempio di calcolo del tempo di reazione

Configurazione

L'utente ha configurato un sistema S7-300 con le seguenti unità su 2 telai di montaggio:

- Una CPU 314C-2
Parametrizzazione del carico del ciclo a causa della comunicazione: 40 %
- 4 unità di ingresso digitali SM 321; DI 32 x DC 24 V (rispettivamente 4 byte nella IP)
- 3 unità di uscita digitali SM 322; DO 16 x DC 24 V/0.5 A (rispettivamente 2 byte nella IP)
- 2 unità di ingresso analogiche SM 331; AI 8 x 12 bit (non nella IP)
- 2 unità di uscita analogiche SM 332; AO 4 x 12 bit (non nella IP)

Programma utente

Secondo la lista operazioni, il programma utente ha un tempo di esecuzione di 10,0 ms.

Calcolo del tempo di ciclo

Per l'esempio, il tempo di ciclo risulta dalla somma dei seguenti tempi:

- Tempo di elaborazione del programma utente:
ca. 10 ms x fattore specifico della CPU 1,10 = ca. 11 ms
- Tempo di trasferimento dell'immagine di processo
Immagine di processo degli ingressi: $100 \mu\text{s} + 16 \text{ byte} \times 37 \mu\text{s} = \text{ca. } 0,7 \text{ ms}$
Immagine di processo delle uscite: $100 \mu\text{s} + 6 \text{ byte} \times 37 \mu\text{s} = \text{ca. } 0,3 \text{ ms}$
- Tempo di esecuzione del sistema operativo nel punto di controllo del ciclo:
ca. 0,5 ms

Il tempo di ciclo è composto dalla somma dei tempi indicati:

$$\text{Tempo di ciclo} = 11,0 \text{ ms} + 0,7 \text{ ms} + 0,3 \text{ ms} + 0,5 \text{ ms} = 12,5 \text{ ms}$$

Calcolo del tempo di ciclo reale

Inclusione del carico di comunicazione:

$$12,5 \text{ ms} * 100 / (100-40) = 20,8 \text{ ms.}$$

Se si considerano le fasi temporali il **tempo di ciclo reale** è di **21 ms**.

Calcolo del tempo di reazione più lungo

- Tempo di reazione più lungo = $21 \text{ ms} * 2 \text{ ms} = 42 \text{ ms}$.
- Tempi di ritardo degli ingressi e delle uscite
 - L'unità di ingresso digitale SM 321; DI 32 x DC 24 V ha un ritardo di ingresso di **4,8 ms** al massimo per canale.
 - L'unità di uscita digitale SM 322; DO 16 x DC 24 V/0.5 A ha un ritardo di uscita **trascurabile**.
 - L'unità di ingresso analogica SM 331; AI 8 x 12Bit è stata parametrizzata per una soppressione delle frequenze di disturbo di 50 Hz. Ne risulta un tempo di conversione di 22 ms per canale. Poiché sono attivi 8 canali, risulta un tempo di ciclo dell'unità di ingresso analogica di **176 ms**.
 - L'unità di uscita analogica SM 332; AO 4 x 12 bit è stata parametrizzata per il campo di misura 0 ... 10 . Ne risulta un tempo di conversione di 0,8 ms per ciascun canale. Poiché sono attivi 4 canali, risulta un tempo di ciclo di 3,2 ms. Si deve poi sommare il tempo transitorio di assestamento per un carico ohmico, pari a 0,1 ms. Ne risulta un tempo di risposta di **3,3 ms** per l'uscita analogica.
- Poiché non vengono utilizzati né PROFIBUS DP né PROFINET IO, non è necessario tenere in considerazione i tempi di ciclo DP nel PROFIBUS DP o i tempi di aggiornamento per PROFINET IO.
- Tempi di reazione con tempi di ritardo degli ingressi e delle uscite:
 - **Caso 1:** con la lettura di un segnale di ingresso digitale viene impostato un canale di uscita dell'unità di uscita digitale. Si ottiene quindi un tempo di reazione di:
Tempo di reazione = $42 \text{ ms} + 4,8 \text{ ms} = 46,8 \text{ ms}$.
 - **Caso 2:** viene letto un valore analogico e viene emesso un valore analogico. Si ottiene quindi un tempo di reazione di:
Tempo di reazione più lungo = $42 \text{ ms} + 176 \text{ ms} + 3,3 \text{ ms} = 221,3 \text{ ms}$.

5.6.3 Esempio di calcolo del tempo di reazione

Configurazione

L'utente ha a disposizione un sistema S7-300 costituito da una CPU 314C-2 e 4 unità digitali nell'apparecchiatura centrale. Un'unità ingressi digitali è la SM 321; DI 16 x DC 24 V; con interrupt di processo e allarme di diagnostica.

Nella parametrizzazione della CPU e della SM è stato abilitato solo l'interrupt di processo. L'utente non utilizza l'elaborazione a tempo, la diagnostica e l'elaborazione degli errori. L'utente ha impostato un carico del ciclo a causa della comunicazione del 20 %.

Per l'unità di ingresso digitale è stato parametrizzato un ritardo di ingresso di 0,5 ms.

Non è necessaria alcuna attività sul punto di controllo ciclo.

Calcolo

Per l'esempio, il tempo di reazione all'interrupt di processo risulta dalla somma dei seguenti tempi:

- Tempo di reazione a un interrupt di processo della CPU 314C-2: ca. 0,7 ms
- Prolungamento a causa della comunicazione secondo la formula:
 $200 \mu\text{s} + 1000 \mu\text{s} \times 20 \% = 400 \mu\text{s} = 0,4 \text{ ms}$
- Tempo di reazione all'interrupt di processo della SM 321; DI 16 x DC 24 V:
 - Tempo di elaborazione interna dell'allarme: 0,25 ms
 - Ritardo di ingresso: 0,5 ms
- Poiché non vengono utilizzati né PROFIBUS DP né PROFINET IO, non è necessario tenere in considerazione i tempi di ciclo DP nel PROFIBUS DP o i tempi di aggiornamento per PROFINET IO.

Il tempo di reazione all'interrupt di processo risulta dalla somma dei tempi indicati:

Tempo di reazione all'interrupt di processo = 0,7 ms + 0,4 ms + 0,25 ms + 0,5 ms = **ca. 1,85 ms.**

Il tempo di reazione all'interrupt di processo così calcolato trascorre dal comparire di un segnale sull'ingresso digitale fino alla prima istruzione nell'OB 40.

