

applications & TOOLS

**Einfluss der Kommunikation auf die
Prozessalarm-Reaktionszeit einer
SIMATIC S7-CPU**

SIEMENS

Gewährleistung, Haftung und Support

Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen übernehmen wir keine Gewähr.

Unsere Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, für durch die Verwendung der in diesem Dokument beschriebenen Beispiele, Hinweise, Programme, Projektierungs- und Leistungsdaten usw. verursachte Schäden ist ausgeschlossen, soweit nicht z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz in Fällen des Vorsatzes, der grober Fahrlässigkeit, wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, wegen einer Übernahme der Garantie für die Beschaffenheit einer Sache, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird. Der Schadensersatz wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit zwingend gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist hiermit nicht verbunden.

Die Applikationsbeispiele sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten. Sie stellen keine kundenspezifische Lösungen dar, sondern sollen lediglich Hilfestellung bieten bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte selbst verantwortlich. Diese Applikationsbeispiele entheben Sie nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Durch Nutzung dieses Applikationsbeispiels erkennen Sie an, dass Siemens über die oben beschriebene Haftungsregelung hinaus nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden kann. Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen an diesem Applikationsbeispiel jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in diesem Applikationsbeispiel und anderen Siemens Publikationen, wie z.B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

Copyright© 2004 Siemens A&D. Weitergabe oder Vervielfältigung dieser Applikationsbeispiele oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von Siemens A&D zugestanden.

Bei Fragen zu diesem Beitrag wenden Sie sich bitte über folgende E-Mail-Adresse an uns:

csweb@ad.siemens.de

Inhalt

1	Vorbemerkungen.....	5
1.1	Anwendungsbereich der Simulation.....	5
1.2	Gültigkeitsbereich.....	6
1.3	Übersicht der Downloads	7
1.4	Historie der Dokumentation.....	7
1.5	Unterschied Vorgängermessung / Wiederholungsmessung	8
1.6	Wegweiser durch das Dokument	9
2	Die Messung im Überblick	10
2.1	Messaufbau.....	11
2.2	Konfigurationen	13
2.3	Messgrößen	14
2.4	Technische Daten	15
3	Der Simulator im Überblick	17
3.1	Die Bedienoberfläche.....	17
3.2	Die Tabellen	21
4	Diagramme.....	23
4.1	Übersichtsdiagramm: CPU314C	26
4.2	Übersichtsdiagramm: CPU315-2DP	27
4.3	Übersichtsdiagramm: CPU317-2DP	27
4.4	Übersichtsdiagramm: CPU318-2DP	28
4.5	Übersichtsdiagramm: CPU416-2DP	28
4.6	Managerdiagramm	29
5	Hintergrundwissen und Tipps zum Optimieren	30
5.1	Wie setzt sich die Prozessalarm-Reaktionszeit zusammen?.....	30
5.2	Warum beeinflusst die Kommunikation die Reaktionszeit?	33
5.3	Welchen Einfluss hat ein PG an der MPI-Schnittstelle?	34
5.4	Was ist, wenn Sie eine andere S7-CPU verwenden?	34
5.5	Wo finden Sie interessante Informationen zum Thema?	35
6	Die Messung im Detail	36
6.1	Allgemeine Randbedingungen zum Messaufbau.....	36
6.2	Foto des Messaufbaus.....	36
6.3	Eigenschaften der Hardware-Komponenten	37
6.4	Eigenschaften der Software-Applikationen	38

6.5	Projektierung der Komponenten	39
6.6	Programmierung der Komponenten	41
6.6.1	STEP7-Programme in der Prüflings-CPU	41
6.6.2	STEP7-Programm in den Last-CPU's	44
6.6.3	Kommunikation zwischen Prüflings-CPU und Last-CPU's	44
6.7	Messablauf	45
6.7.1	Durchführung: Prozessalarm-Reaktionszeit aufzeichnen	45
6.7.2	Durchführung: OB1-Zykluszeit aufzeichnen	45
6.7.3	Beispiel einer Messreihe	46
6.8	Ermittlung der Messgrößen	47
6.8.1	Prozessalarm-Reaktionszeit	47
6.8.2	OB1-Zykluszeit	51
6.9	Übersicht der Komponenten (MLFB, Versionen)	52
7	Anhang	53
7.1	Abkürzungen	53
7.2	Definitionen	53

1 Vorbemerkungen

1.1 Anwendungsbereich der Simulation

Die Problemstellung

Viele Applikationen im Maschinenbau benötigen schnelle und reproduzierbare Reaktionszeiten auf Prozesssignale. Für diese Anforderung stellt die S7-CPU den Mechanismus der Prozessalarmbearbeitung (OB40) zur Verfügung.

Bereits in der Konzeptphase eines Automatisierungsprojektes muss folgende Frage zuverlässig beantwortet werden:

- Sind mit der geplante Konfiguration die geforderten Prozessalarm-Reaktionszeiten zu erreichen?

Eine S7-CPU hat heute neben Steuerungsaufgaben auch vielfältige Kommunikationsaufgaben zu bewältigen. Oft kommuniziert eine S7-CPU gleichzeitig mit einem Programmiergerät, mit Bediengeräten und mit anderen S7-CPU's über PB-Subnetze oder IE-Subnetze.

Je nach Typ der S7-CPU und dem Umfang der Kommunikations-Last variiert die Prozessalarm-Reaktionszeit. Dies wirft folgende Fragen auf:

- Welchen Einfluss hat die Kommunikation auf die Prozessalarm-Reaktionszeit und die Zykluszeit?
- Gibt es Unterschiede bei den S7-CPU's?

Unsere Lösung

Zur Beantwortung der obigen Fragen wurden umfangreiche Messungen an typischen Konfigurationen durchgeführt.

Die Ergebnisse stehen Ihnen in Form von zwei Downloads zur Verfügung:

- Simulator (Excel-Datei)
- Dokumentation (vorliegende PDF-Datei)

Simulator

Mit dem Simulator können Sie die Prozessalarm-Reaktionszeiten für typische Konfigurationen mit hoher Genauigkeit abschätzen.

Damit Sie schnell an die Messwerte kommen haben wir den Simulator mit einer interaktiven Bedienoberfläche ausgestattet.

Per Mausklick können Sie verschiedene Konfigurationen auswählen und direkt gegenüberstellen.

Der Simulator zeigt Ihnen spielerisch und ohne lange Einarbeitungszeit die in der Praxis zu erwartende Prozessalarm-Reaktionszeit an:

- Simulator auf den PC laden, starten, sofort bedienen!
- Das Wichtigste zur Messung in der integrierten Beschreibung nachlesen!

Dokumentation

Wer mehr an Trends und Größenordnungen interessiert ist, verwendet am Besten die Diagramme aus der Dokumentation.

Sie finden dort eine kompakte Zusammenfassung der Messergebnisse, wertvolle Hintergrundinformationen, Tipps zur Optimierung Ihrer Konfiguration und eine ausführliche Beschreibung der Messung.

1.2 Gültigkeitsbereich

Bei den Messungen wurden ausschließlich aktuelle Komponenten aus dem SIMATIC-Lieferspektrum verwendet:

- Stand August 2003

1.3 Übersicht der Downloads

Wie vorher beschrieben sind aus den Messungen zwei Downloads entstanden. Die Tabelle gibt Ihnen einen Überblick.

Tabelle 1-1 Downloads

Download	File Typ	Version	Inhalt
Simulator	EXCEL 2000	V3.0	<ul style="list-style-type: none"> • Interaktive Bedienoberfläche zur Auswahl der Konfigurationen und Anzeige der Messwerte • Integrierte Beschreibung mit dem Wichtigsten zur Messung • Alle Messwerte in übersichtlichen Tabellen
Dokumentation	PDF-File	V3.0	<ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung Messung und Simulator • Auswertung der Messwerte in Diagrammen • Hintergrundwissen

Der Download "Dokumentation" liegt Ihnen mit diesem Dokument vor.

1.4 Historie der Dokumentation

Hier finden Sie eine Übersicht der verschiedenen Versionen des vorliegenden Dokumentes.

Wenn Sie bereits eine ältere Version der Dokumentation besitzen können Sie über die folgende Tabelle schnell erkennen was sich geändert hat.

Tabelle 1-2 Historie der Dokumentation

Version Dokumentation	Datum Veröffentlichung	Version Messung	Stand Messaufbau	Änderung
V1.0	27.03.01	V1.0	Jan. 2001	Ersterstellung
V1.1	01.05.01			Überarbeitung des Vergleichs S5/S7
V2.0	01.10.01	V2.0	Okt. 2001	Zusätzlich gemessen: CPU312C, CPU314C
V2.1	25.02.02			Redaktionelle Überarbeitung
V3.0	Okt. 2003	V3.0	Aug. 2003	Wiederholungsmessung

1.5 Unterschied Vorgängermessung / Wiederholungsmessung

Die vorliegende Messung ist die Wiederholung einer bereits vorhandenen Leistungsmessung.

Überblick der Unterschiede

In der folgenden Tabelle werden die Änderungen der Wiederholungsmessung gegenüber der Vorgängermessung zusammengefasst:

Tabelle 1-3 Unterschiede der Vorgänger- und Wiederholungsmessung

Vorgängermessung	Wiederholungsmessung
geänderte Komponenten	
S7-CPU: <ul style="list-style-type: none">Stand Januar 2001	S7-CPU: <ul style="list-style-type: none">mit aktuellen Firm- und Hardwareständen: Stand August 2003CPU312C-2DP entfälltCPU317-2DP kommt neu dazu
zeilenorientiertes Operator Panel: OP7	Windows-CE Operator Panel: OP170B
Ausgabebaugruppen: Stand Januar 2001	schnellere Ausgabebaugruppen: Stand August 2003
zusätzliche Messgröße	
	OB1-Zykluszeit

1.6 Wegweiser durch das Dokument

Mit Hilfe der Tabelle können Sie schnell entscheiden welche Kapitel Sie lesen wollen.

Tabelle 1-4 Übersicht zum Inhalt des Dokuments

Kapitel	Inhalt	Hier finden Sie
Kap. 1: Vorbemerkungen	Anwendungsbereich Übersicht der Downloads Historie der Dokumentation Unterschiede der Messungen	Alles über Veranlassung, Zielsetzung und Anwendungsbereich der Messung.
Kap. 2: Die Messung im Überblick	Messaufbau Messgrößen Technische Daten	Das Wichtigste für einen schnellen Einstieg.
Kap. 3: Der Simulator im Überblick	Bedienoberfläche Tabellen	
Kap. 4: Diagramme	Diagramme	Die Auswertung zum schnellen Verstehen.
Kap. 5: Hintergrundwissen und Tipps zum Optimieren	Einflüsse auf die Prozessalarmreaktionszeit Verwendung anderer S7-CPU's Informationsquellen	Interessantes und Wissenswertes zum Thema der Messung. Tipps zum Optimieren.
Kap. 6: Die Messung im Detail	Eigenschaften der Komponenten Messablauf Ermittlung der Messgrößen Übersicht der MLFB	Alle Details zum Verstehen und Nachvollziehen der Messung.
Kap. 7: Anhang	Abkürzungen Definitionen	Wichtige Abkürzungen und Definitionen zur Orientierung.

2 Die Messung im Überblick

In diesem Kapitel erfahren Sie das Wichtigste zur Messung:

- Wie sieht der Messaufbau aus?
- Welche Konfigurationen werden gemessen?
- Welche Messgrößen werden bestimmt?
- Was sind die „Technischen Daten“ der Messung?

Wollen Sie alle Details zur Messung erfahren, dann ziehen Sie bitte das Kapitel 6 "Die Messung im Detail" zu Rate. Sie finden dort eine ausführliche Beschreibung der Komponenten und der Messmethode.

Anmerkung zu Bezeichnung:

Zur Unterscheidung der S7-CPU's werden folgende Bezeichnungen verwendet:

- Prüflings-CPU:
Diese S7-CPU bearbeitet den Prozessalarm-OB40. Für diese S7-CPU werden die Leistungsdaten gemessen.
- Last-PU:
Die Last-CPU kommuniziert mit der Prüflings-CPU über ein PB-Subnetz oder ein IE-Subnetz.

2.1 Messaufbau

Unterschiedliche S7-CPU's (Prüflings-CPU's) werden mit verschiedenen Kommunikationsaufgaben möglichst hoch belastet.

Die Prozessalarm-Reaktionszeit, und die Zykluszeit werden gemessen.

Um möglichst praxisnahe zu sein wurden die Messung unter folgenden Randbedingungen durchgeführt:

- In der Prüflings-CPU wird ein typisches STEP7-Anwenderprogramm bearbeitet, welches alle 10ms durch einen Weckalarm-OB unterbrochen wird
- An der integrierten DP-Schnittstelle der Prüflings-CPU sind 32 ET200 Stationen angeschlossen

Mechanischer und Elektrischer Aufbau

Alle Komponenten werden gemäß den Aufbaurichtlinien der folgenden SIMATIC Handbücher aufgebaut:

- Automatisierungssystem S7-300, Aufbauen, CPU-Daten
- Automatisierungssysteme S7-400, M7-400, Aufbauen
- Geräthandbuch TP170A, TP170B, OP170B, Installation

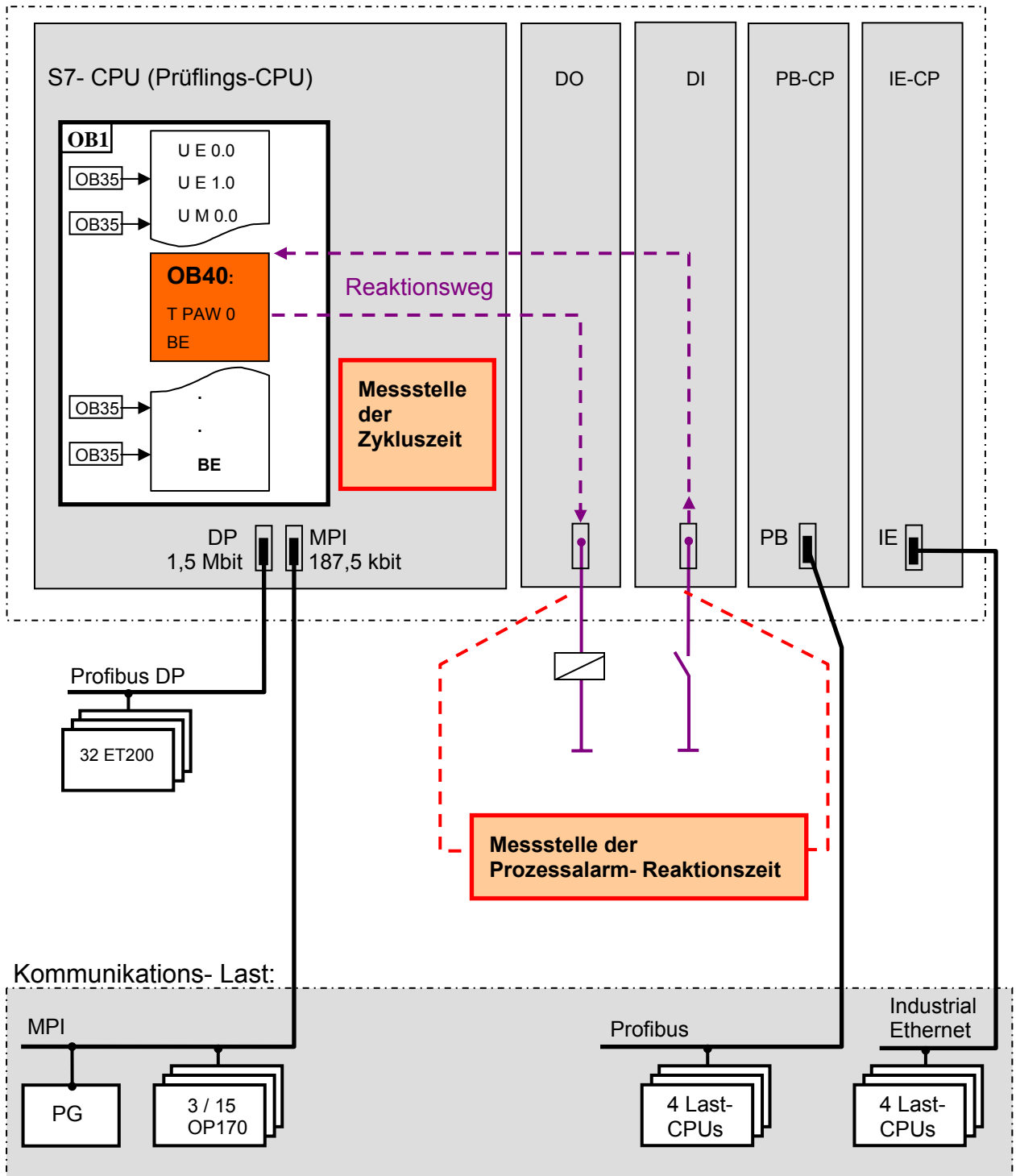
Das Bezugspotential (M) ist geerdet. Alle Baugruppenträger sind mit der Ortserde verbunden.

Prinzip Messaufbau

Der Messaufbau besteht im wesentlichen aus drei Teilen:

- S7-Station mit S7-CPU (Prüflings-CPU)
- ET200 Stationen
- Kommunikations-Last

Das folgende Bild zeigt den prinzipiellen Messaufbau.



Copyright © Siemens AG 2005. All rights reserved.
21264953_prozessalarm_DOKU_v30_d.doc
A&D AS CS3 KM

Bild 2-1 Prinzipieller Messaufbau

2.2 Konfigurationen

Die Messreihen werden für unterschiedliche Konfigurationen (Messaufbauten) durchgeführt.

Die Konfigurationen unterscheiden sich durch folgende Merkmale (Parameter):

Variationen der Prüflings-CPU:

- Typ der S7-CPU
- Wert des Parameters: „Zyklusbelastung durch Kommunikation“
- Anwenderprogramm mit oder ohne Aufruf von Kommunikations-Bausteinen
- Art der Kommunikations-Last

Für alle Konfigurationen gelten die folgenden Festlegungen (Konstanten):

Konstanten der Prüflings-CPU:

- Länge des Anwenderprogramms
- Aufrufintervall des Weckalarms (OB35)
- Baudrate der integrierten MPI-Schnittstelle
- Baudrate der integrierten DP-Schnittstelle

Sonstige Konstanten der Messung:

- Zentrale Peripherie
- Anzahl der ET200 Stationen an der integrierten DP-Schnittstelle
- Anzahl und Projektierung der Bediengeräte (OP) an der integrierten MPI
- Online- Funktion des Programmiergeräts (PG) an der integrierten MPI

2.3 Messgrößen

Für alle Konfigurationen werden die folgenden Messgrößen ermittelt:

- Prozessalarm-Reaktionszeit:
- OB1-Zykluszeit:

Pro Konfiguration wird jede Messgröße mehrfach gemessen. Aus diesen Messwerten wird ermittelt:

- minimaler Wert (kleinster Wert aus allen Messwerten)
- typischer Wert (arithmetischer Mittelwert aus allen Messwerten)
- maximaler Wert (größter Wert aus allen Messwerten)

Prozessalarm-Reaktionszeit:

Dies ist die Zeit zwischen dem Ereignis 1 und dem Ereignis 2:

Ereignis 1: An einem prozessalarmfähigen Eingang findet ein Signalwechsel von 0 nach 1 statt.

Der Signalwechsel wird an die Prüflings-CPU gemeldet. Die S7-CPU unterbricht die OB1-Bearbeitung und startet den OB40. Im OB40 wird durch den Direktbefehl "T PAW" ein digitaler Ausgang angesteuert.

Ereignis 2: Am digitalen Ausgang findet ein Signalwechsel von 0 nach 1 statt.

OB1-Zykluszeit:

Dies ist die Zeit zwischen dem Ereignis 1 und dem Ereignis 2:

Ereignis 1:
Prozessabbildaktualisierung in der S7-CPU

Ereignis 2:
Folgende Prozessabbildaktualisierung in der S7-CPU

2.4 Technische Daten

Hier finden Sie die Eigenschaften der Messung kompakt in einer Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 2-1 Technische Daten der Messung

Simulator		Prozessalarms		
Ausgaben: Messgrößen / Leistungsdaten				
Messgröße:	Messwerte	Einheit	Bemerkungen	
Prozessalarm-Reaktionszeit	maximaler, typischer und minimaler Wert	ms, 2 Nachkommastellen	Zeit von der Eingangsflanke am DI, bis zur Ausgangsflanke am DO	
Zykluszeit	maximaler, typischer und minimaler Wert	ms, ohne Nachkommastellen	OB1-Zykluszeit der S7-CPU	
Eingaben: Auswahl der Konfiguration (Messaufbau)				
Komponente:	Eigenschaft	Messparameter	Bemerkungen	
S7-CPU (Prüflings-CPU)	Typ	314C-2DP	S7-300 CPU mit integrierter I/O	
		315-2DP	S7-300 CPU	
		317-2DP	S7-300 CPU	
		318-2DP	S7-300 CPU	
		416-2DP	S7-400 CPU	
	Zyklusbelastung durch Kommunikation	5% / 10%		Kleinst möglicher Wert (S7-400: 5%, S7-300: 10%)
		20%		Defaultwert
	Aufruf von Kommunikationsbausteinen im OB1 der Prüflings-CPU	ja		Kommunikationsbausteine in Prüflings-CPU und Last-CPU: (SFCs für SEND/RCV)
		nein		Kommunikationsbausteine nur in Last-CPU: PUT, GET (Prüfling ist Server)
	Kommunikations-Last	Ohne Last		Keine Kommunikations-Last an der Prüflings-CPU
PG an MPI			PG an MPI. Online-Funktion "Status Variable"	
OPs an MPI			3/15 OP an MPI, Erfassungszyklus 200ms	
Last-CPU's über PB-CP			Über PB-CP kommunizieren vier 400-CPU's mit Prüflings-CPU	
Last-CPU's über IE-CP			Über IE-CP kommunizieren vier 400-CPU's mit Prüflings-CPU	
Alle Lasten		Es wirken alle obigen Lasten gleichzeitig an der Prüflings-CPU und "Aufruf Kommunikationsbausteine" = "ja"		
Peripherie	Typ	Integriert	Peripheriesignale über integrierte Peripherie. Nur bei S7-CPU314C	
		Zentral	Peripheriesignale über zentrale Peripherie	
Konstante: Über alle Konfigurationen geltende Randbedingungen				
Komponente	Eigenschaft	Wertebereich	Bemerkungen	
Prüflings-CPU	Baudrate DP	1,5 MBit/s		
	Baudrate MPI	187,5 kBit/s		
	Laufzeit AWP im Prüfling	20ms	Gilt für "Kommunikations-Last" = "ohne" ("Leerlauf")	
	Intervall OB35	10ms	Länge AWP im OB35: 100 Anweisungen	
Zentrale Peripherie	300-Eingabebaugruppe	SM321	Alarmfähig + diagnosefähig (Diagnose nicht aktiv)	
	300-Ausgabebaugruppe	SM322	Diagnosefähig (Diagnose nicht aktiv)	
	400-Eingabebaugruppe	SM421	Alarmfähig + diagnosefähig (Diagnose nicht aktiv)	
	400-Ausgabebaugruppe	SM422	Diagnosefähig (Diagnose nicht aktiv)	
ET200 an DP	Typ	ET200M	Mit SIMIT Simulator simuliert	
	Anzahl Stationen	32		
	Ausbau	16 Byte DE 16 Byte DA		
Subnetz	PB	12 MBit/s		
	IE	100 MBit/s		
OP	Typ	OP 170B		

Simulator		Prozessalarme	
Informationen: Diese wichtigen Konstanten werden zur Information angezeigt.			
Komponente	Anzeige	Wertebereich	Bemerkungen
Prüflings-CPU	Zykluszeit ohne K-Last	20ms	Wert wird über ein Lastprogramm eingestellt.
	Intervall OB35	10ms	Fest eingestellt
	Anzahl OPs	3 / 15	Anzahl angeschlossener OPs an selektierter Prüflings-CPU
	Anzahl Last-CPU's	4	Anzahl über Subnetz angeschlossener CPU's

3 Der Simulator im Überblick

Der Simulator (Excel-Datei) enthält folgende Elemente:

- Eine interaktive Bedienoberfläche, zum bequemen Zugriff auf die Messwerte
- Alle Messwerte in übersichtlichen Tabellen, zur Nutzung als Nachschlagewerk

In diesem Kapitel werden diese beiden Elemente beschrieben.

3.1 Die Bedienoberfläche

So aktivieren Sie die Bedienoberfläche

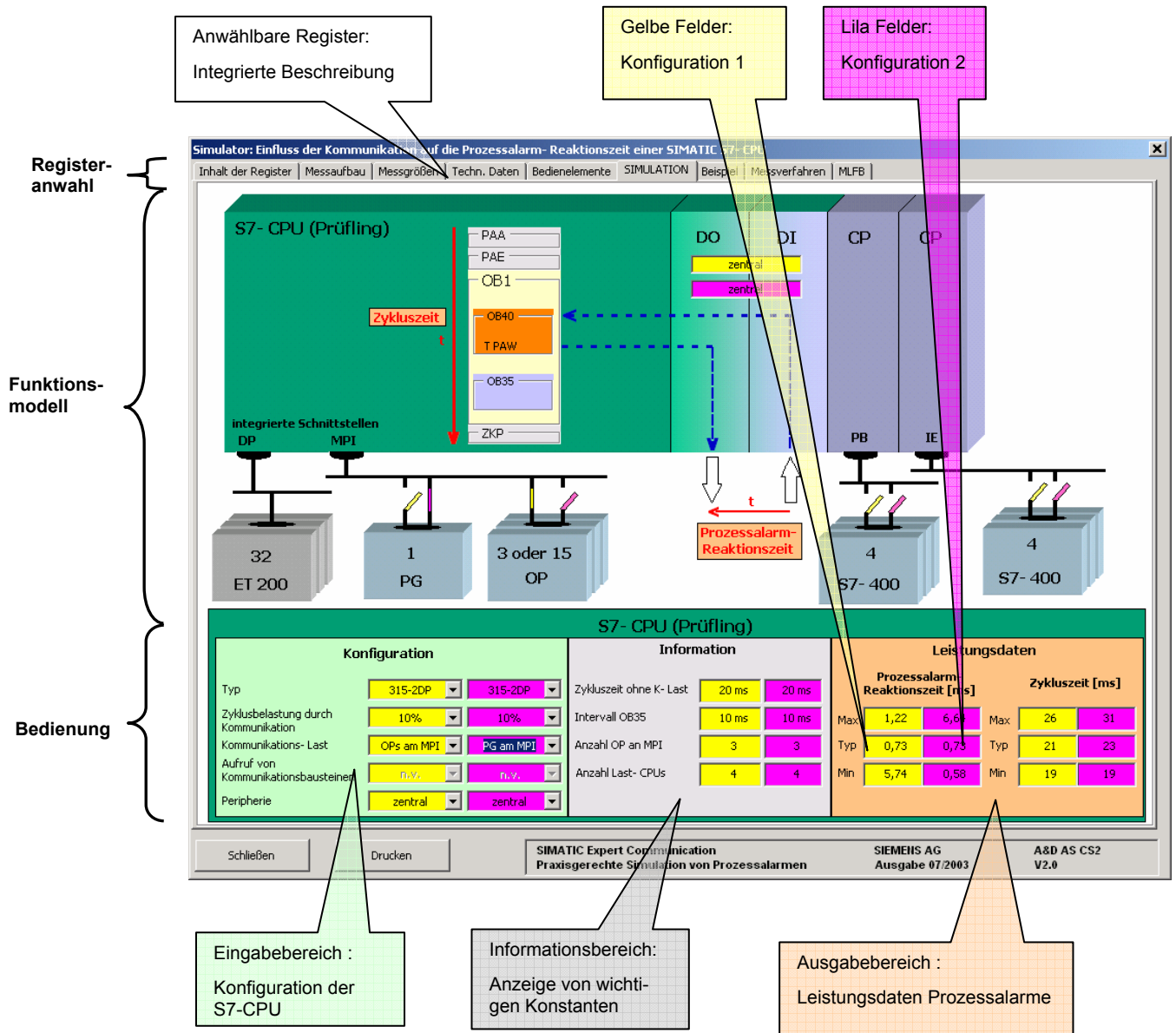
- Download der Excel-Datei
- Öffnen der Excel-Datei
- Nach Rückfrage "Makros aktivieren"
- Anwahl des Registers "Simulation"

Hinweis

Falls die Makros nicht aktivierbar sind müssen Sie die Sicherheitseinstellungen in "Extras/Makros/Sicherheit" auf Mittel stellen.

Im folgenden wird der Aufbau der Bedienoberfläche erläutert.

Aufbau der Bedienoberfläche (Register „Simulation“)



Copyright © Siemens AG 2005. All rights reserved.
21264953_prozessalarm_DOKU_v30_d.doc
A&D AS CS3 KM

Bild 3-1 Bedienoberfläche des Simulators

Erläuterung zur Bedienoberfläche (Register „SIMULATION“)

Die Bedienoberfläche untergliedert sich in die folgenden Bereiche:

Registeranwahl: oberer Rand des Registers „SIMULATION“

Hier finden Sie in kompakter Form die wichtigsten Informationen zur Messung. Einfach die Registerlasche mit dem Thema anklicken, über das Sie Informationen benötigen.

Funktionsmodell: obere Hälfte des Registers „SIMULATION“

Hier finden Sie das Funktionsmodell zum Messaufbau. Eingetragen sind die wesentlichen Komponenten der Messung, die Messgrößen und die Messstellen.

Bedienung: untere Hälfte des Registers „SIMULATION“

Hier erfolgen alle Eingaben und Ausgaben des Simulators. Die Eingaben und Ausgaben einer Komponente sind zusammengefasst. Pro Komponente gibt es folgende Elemente:

- Eingabebereich (grün hinterlegt):
Enthält die Eingabefelder zur Selektion einer Konfiguration.
- Ausgabebereich (orange hinterlegt):
Enthält die Ausgabefelder zur Anzeige der Leistungsdaten.
- Informationsbereich (grau hinterlegt):
Enthält Ausgabefelder für wichtige Informationen.

Alle Eingabefelder und Ausgabefelder sind doppelt angelegt, um das gleichzeitige Betrachten von zwei Konfigurationen zu ermöglichen:

- Konfiguration 1: gelb hinterlegt
- Konfiguration 2: lila hinterlegt

Zusammenfassung der Farbcodierung

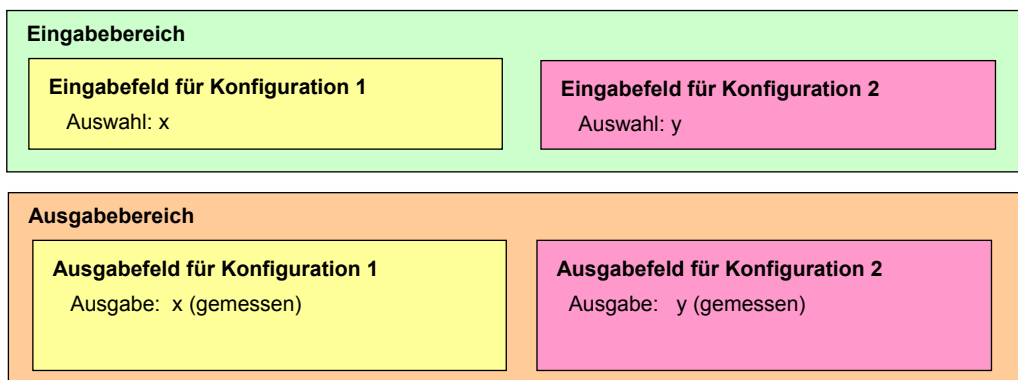


Bild 3-2 Farbcodierungen in der Bedienoberfläche

Anwendungsbeispiel

An einem einfachen Beispiel wird Ihnen aufgezeigt wie Sie den Simulator nutzen können:

Gegeben

- Es handelt sich um eine CPU315-2DP
- Die Zyklusbelastung durch die Kommunikation beträgt 10%
- An der integrierten MPI-Schnittstelle der S7-CPU werden OPs betrieben

Gesucht

- In welchem Bereich schwankt die Prozessalarm-Reaktionszeit?
- Welche Auswirkung hat die Kommunikations-Last auf die Prozessalarm-Reaktionszeit?

Anwendung des Simulators

Sie gehen hierzu folgendermaßen vor:

Im ersten Schritt selektieren Sie in der Bedienoberfläche (Register „SIMULATION“) zwei identische Konfigurationen ("gelbe" und "lila" Konfiguration):

- Typ: CPU315-2DP
- Zyklusbelastung durch Kommunikation: 10%
- Kommunikations-Last: OPs am MPI

Sie können sofort ablesen welche Schwankung bei der Prozessalarm-Reaktionszeit zu erwarten ist.

Um die Auswirkungen der Kommunikations-Last zu erkennen, verändern Sie lediglich in der "lila" Konfiguration nur die Einstellung für "Kommunikations-Last“:

- Kommunikations-Last: PGs am MPI

Jetzt können Sie an den "gelben" und "lila" Ausgabefeldern sofort den Einfluss erkennen. Sinngemäß können Sie dies natürlich auch für andere Messparameter tun.

3.2 Die Tabellen

Im Simulator sind alle Messwerte in übersichtlichen Tabellen abgelegt. An diese Tabelle gelangen Sie auf zwei unterschiedliche Wege:

Erster Weg

- Download der Excel-Datei
- Öffnen der Excel-Datei
- Nach Rückfrage "Makros **nicht** aktivieren"

Zweiter Weg

- Download der Excel-Datei
- Öffnen der Excel-Datei
- Nach Rückfrage "Makros aktivieren"
Die Bedienoberfläche des Simulators erscheint auf dem Bildschirm
- Schließen der Bedienoberfläche des Simulators:
Die Standard-Oberfläche von EXCEL erscheint. Die Tabellen finden Sie in den Excel-Blättern.

Folgende Tabellen sind in der Excel-Datei enthalten:

Tabelle 3-1 Übersicht der Tabellen

Nr.	Name der Excel-Blätter
1	CPU314C-2DP
2	CPU315-2DP
3	CPU317-2DP
4	CPU318-2DP
5	CPU416-2DP

Pro S7-CPU existiert also ein Excel-Blatt.

Alle Tabellen haben die gleiche Struktur:

- Im linken Teil der Tabelle finden Sie die Konfigurationen
- Im rechten Teil der Tabelle finden Sie die Messergebnisse

Konkreter Aufbau einer Tabelle:

- Spalte A bis D: Konfiguration
- Spalte E bis J: Messergebnisse

Als Beispiel finden Sie unten einen Ausschnitt einer Tabelle:

Leistungsmessung "Prozeßalarm" OB40									
CPU 315-2DP									
Configuration				Measurement					
Communication Load	Cycle load from Communication	Use of Communication FB's	Signal Modules	Reaction time in ms			Cycle time in ms		
				Minimum	Typical	Maximum	Minimum	Typical	Maximum
	20%		Central + Diag						
			Central						
			Central + Diag						
			Central						
			Central + Diag						
31 CPU Load on PB	10%	Yes	Central	0,5638	0,7535	1,2103	71,0000	89,2486	104,0000
			Central + Diag						
		No	Central						
			Central + Diag						
	20%	Yes	Central						
			Central + Diag						
		No	Central						
			Central + Diag						
39 CPU Load on IE	10%	Yes	Central						
			Central + Diag						
		No	Central						
			Central + Diag						
43 CPU Load on IE	20%	Yes	Central						
			Central + Diag						
		No	Central						
			Central + Diag						
47 All	10%	Yes	Central						
			Central + Diag						

Konfigurationen

Messergebnisse
(Leistungsdaten)

Messreihe Beispiel:
 CPU TYP: CPU315-2DP
 Last: 4 CPUs an PB
 Zykl. Belastung durch Komm.: 10%
 Mit Kommunikation (Send/Receive)
 Zentrale Peripherie

CPU TYP

Bild 3-3 Tabellenausschnitt aus der Excel-Datei

4 Diagramme

In diesem Kapitel werden die Messwerte in übersichtlichen Diagrammen dargestellt. Mit Hilfe dieser Diagramme erkennen Sie schnell Größenordnungen und Trends der Messwerte.

Sie bekommen Antworten auf folgende Fragen:

- Welchen Einfluss hat der Typ der S7-CPU auf die Prozessalarm-Reaktionszeit?
- Welchen Einfluss haben dabei die Kommunikations-Lasten?

Sie finden in diesem Kapitel zwei unterschiedliche Typen von Diagrammen:

Übersichtsdiagramm

Für jeden Prüfling gibt es ein Übersichtsdiagramm:

Auf der Y-Achse sind aufgetragen die

- minimale, typische und maximale Prozessalarm-Reaktionszeit in Abhängigkeit von
- Kommunikations-Last
- Zyklusbelastung durch Kommunikation

Managerdiagramm

Die Übersichtsdiagramme werden im Managerdiagramm verdichtet.

Auf der Y-Achse ist aufgetragen

- Minimale, typische und maximale Prozessalarm-Reaktionszeit in Abhängigkeit von
- Kommunikations-Last
- Typ der Prüflings-CPU

Überblick zu den Diagrammen

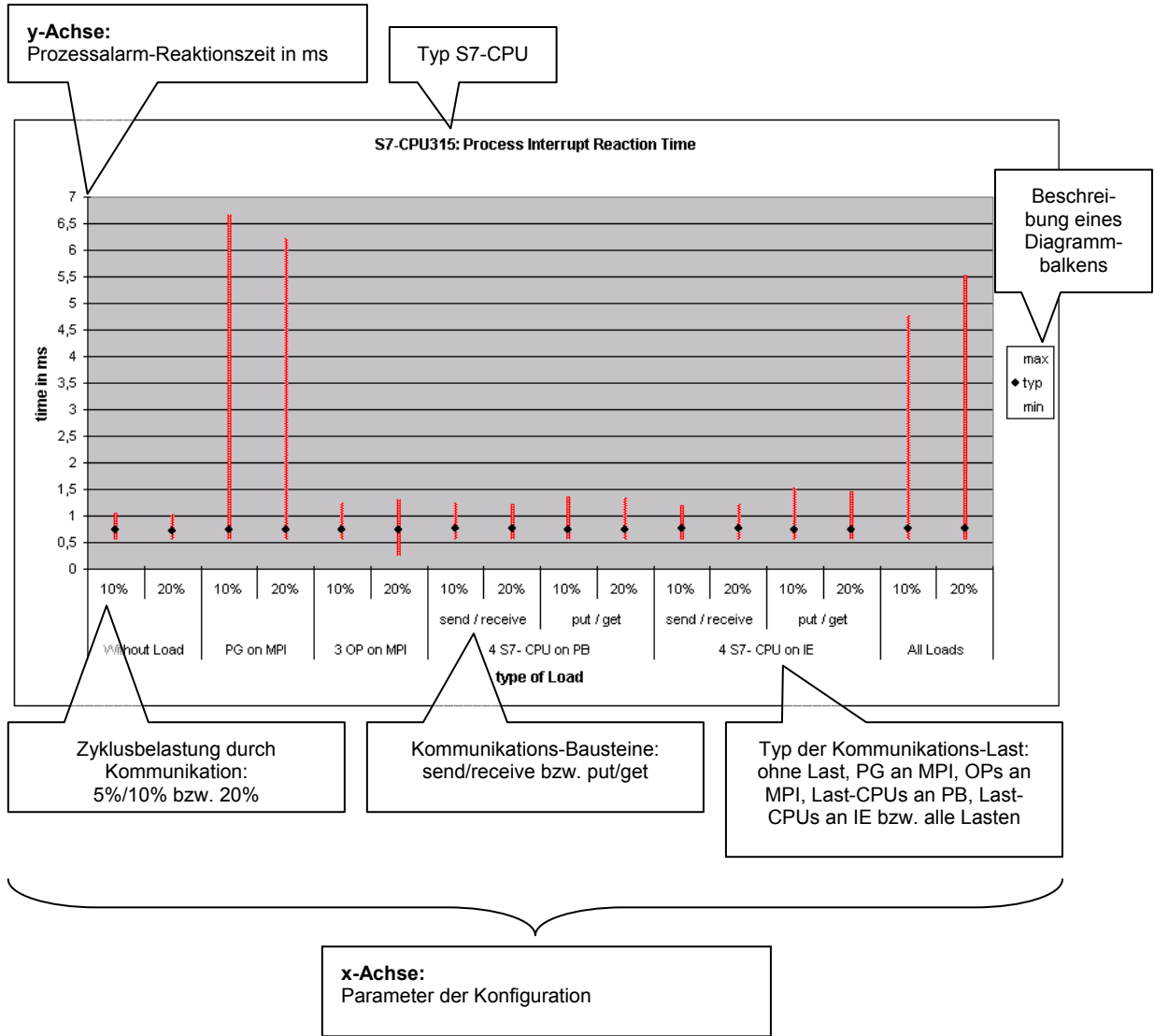
Die Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über alle Diagramme.

Tabelle 4-1 Übersicht aller Diagramme

Prüflings-CPU	Peripherie	Übersichtsdiagramm	Managerdiagramm	
		Kapitel	Verdichtung von	Kapitel
314C-2DP	zentrale I/O	0		4.6
	integrierte I/O	0	x	
315-2DP	zentrale I/O	4.2	x	
317-2DP	zentrale I/O	4.3	x	
318-2DP	zentrale I/O	4.4	x	
416-2DP	zentrale I/O	4.5	x	

Aufbau der Übersichtsdiagramme

Für jede gemessene S7-CPU gibt es ein Diagramm mit folgendem Aufbau:



Aufbau des Managerdiagramms

Im Managerdiagramm sind die Übersichtsdiagramme zu einem Diagramm verdichtet. In einem einzigen Diagramm erhalten Sie so einen Überblick über die gesamte Messung.

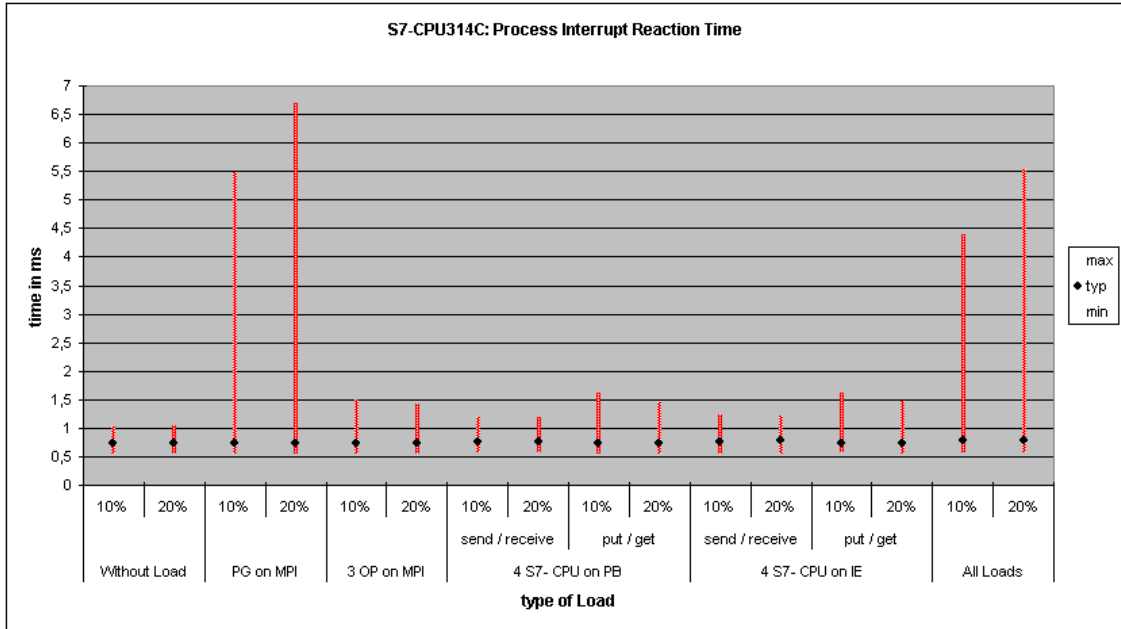
Die zwei Balken pro Kommunikationslast aus einem Übersichtsdiagramm (je ein Balken für einen Wert „Zyklusbelastung durch Kommunikation“) werden zu einem einzigen Balken im Managerdiagramm verschmolzen:

- Das obere Ende eines Balkens im Managerdiagramm ist dann der größte gemessene Wert – betrachtet über alle Messwerte, unabhängig von der Einstellung „Zyklusbelastung durch Kommunikation“.
- Das untere Ende ist dementsprechend der kleinste gemessene Wert – betrachtet über alle Messwerte, unabhängig von der Einstellung „Zyklusbelastung durch Kommunikation“.

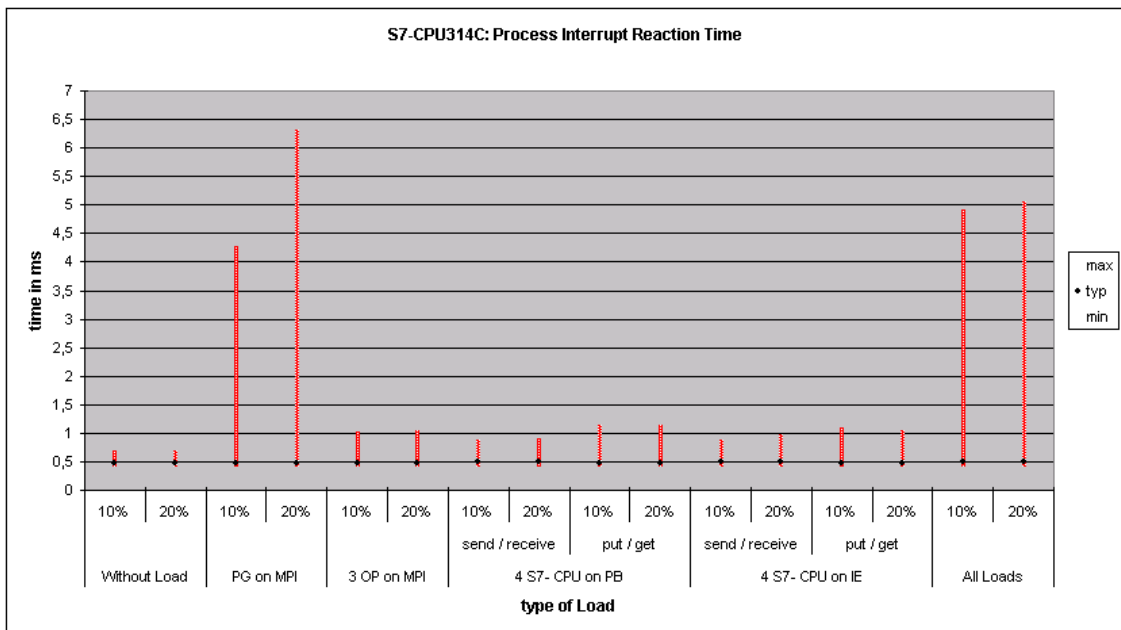
Somit wird die gesamte Schwankungsbreite der Messwerte angezeigt.

4.1 Übersichtsdigramm: CPU314C

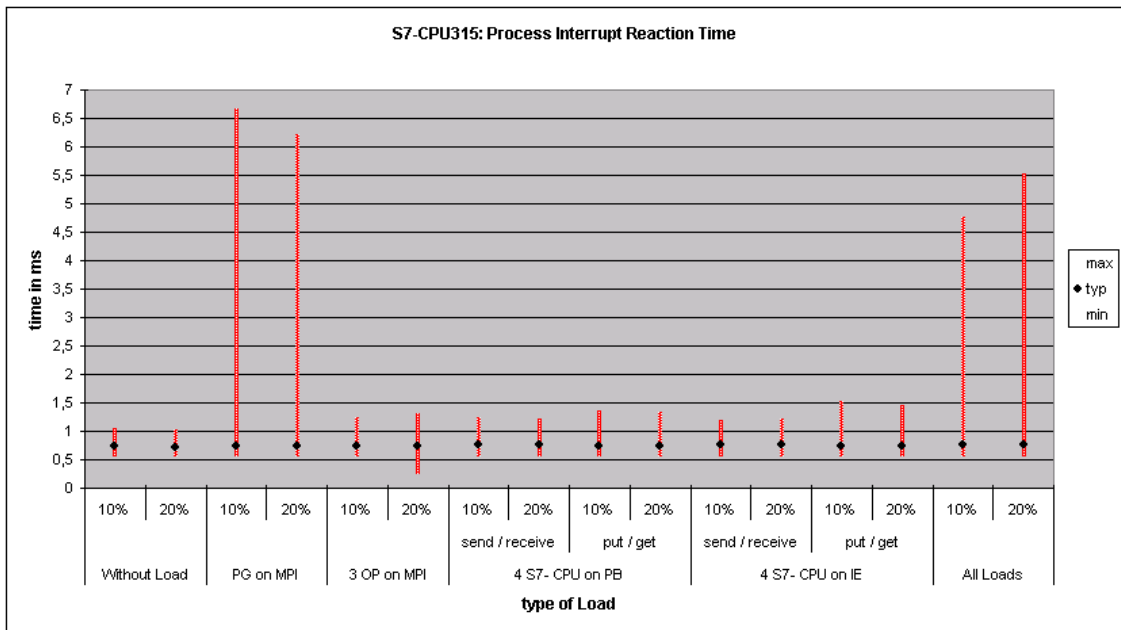
CPU314C: Zentrale I/O



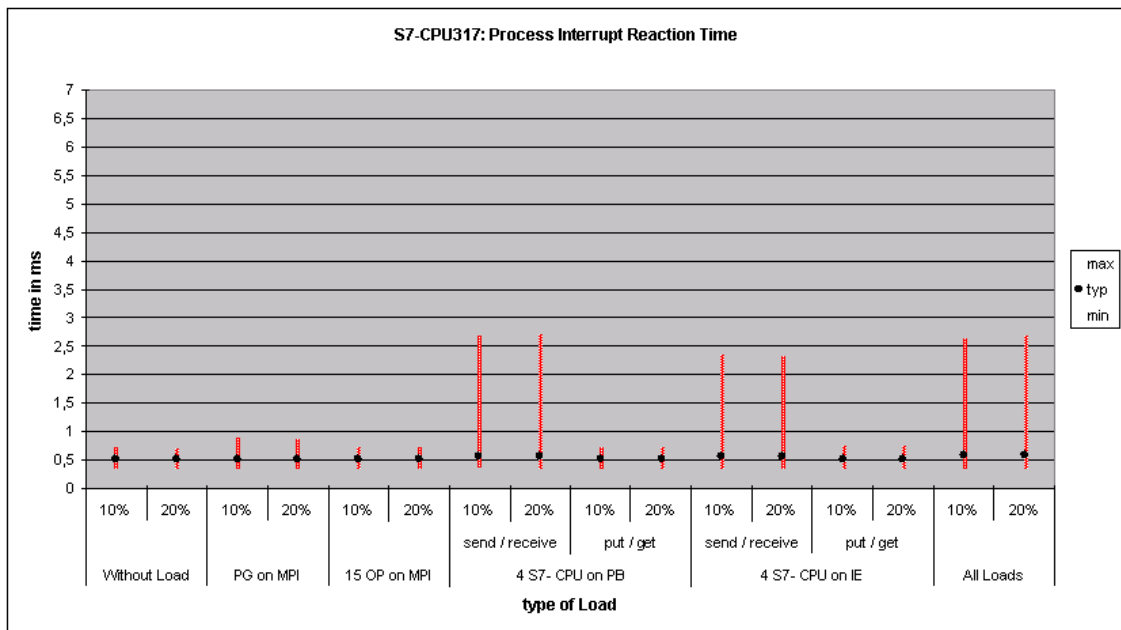
CPU314C: Integrierte I/O



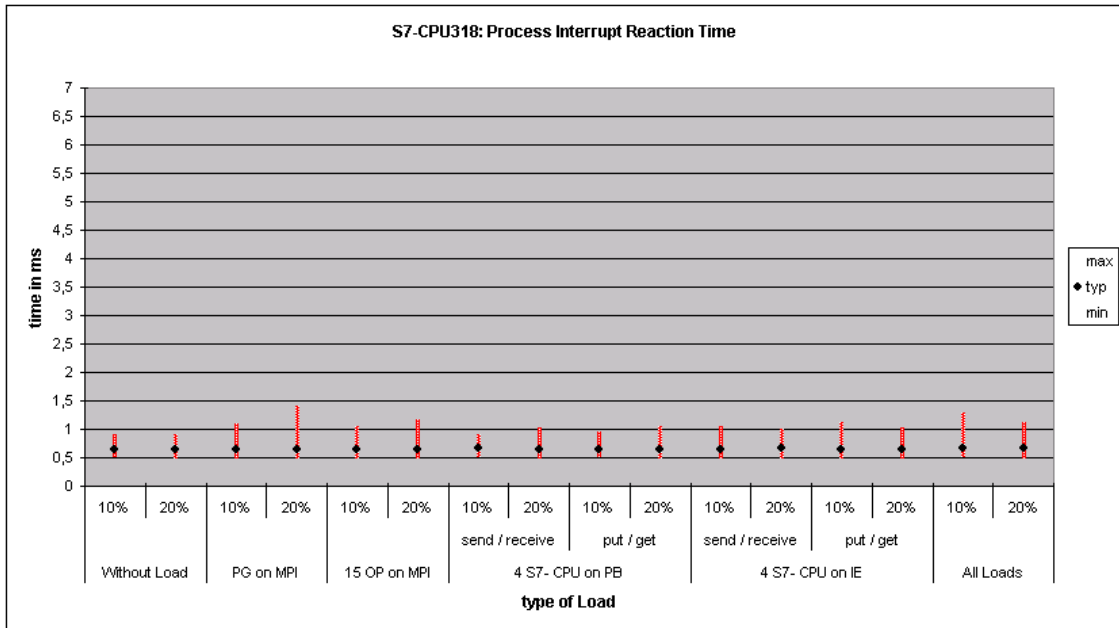
4.2 Übersichtsdigramm: CPU315-2DP



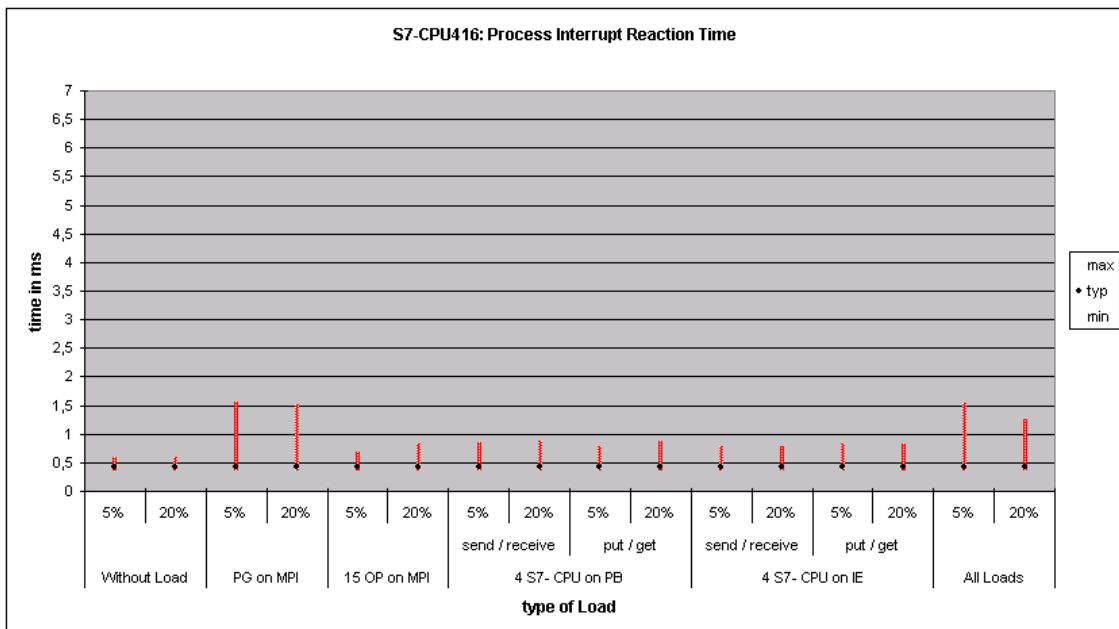
4.3 Übersichtsdigramm: CPU317-2DP



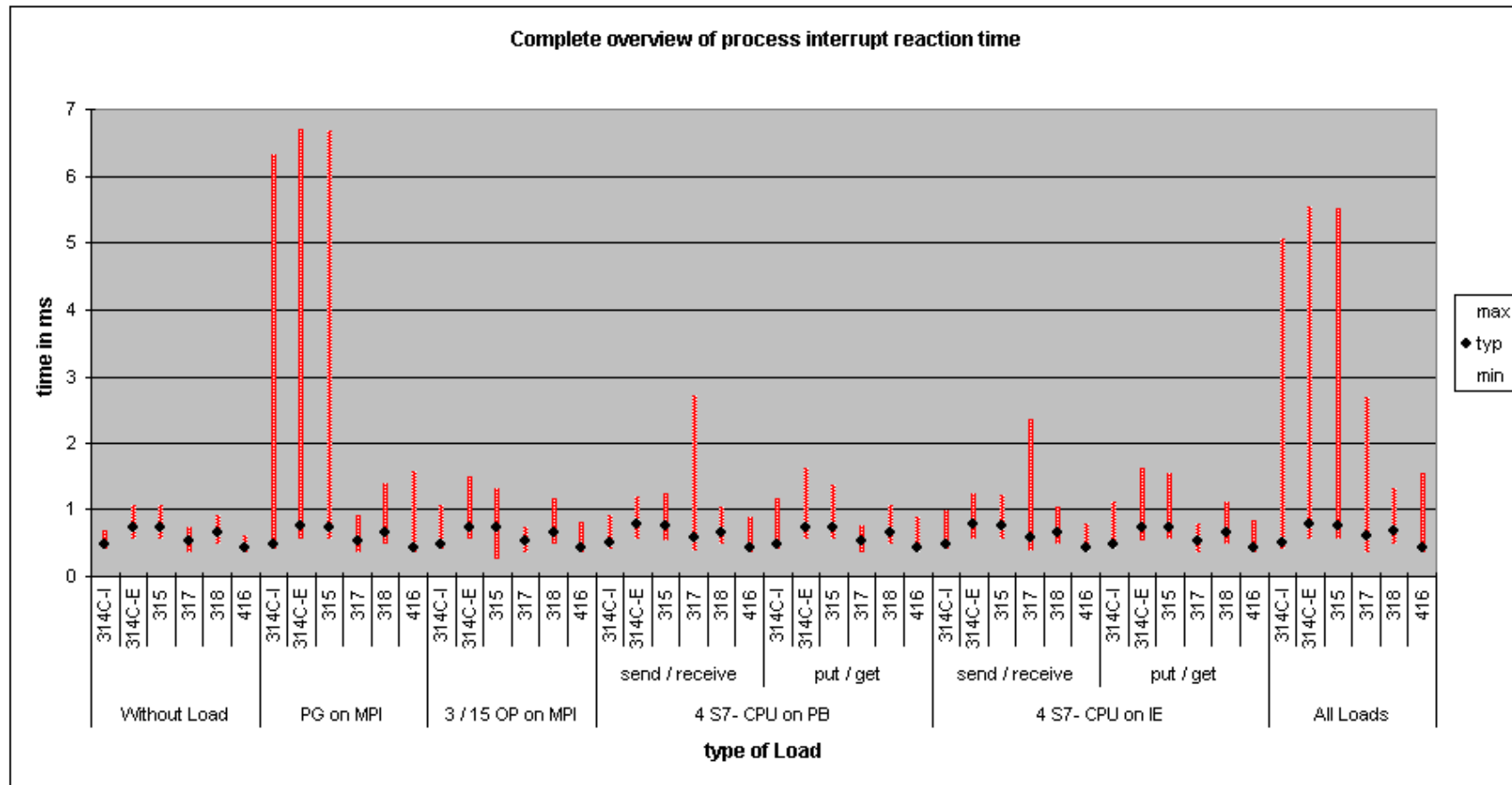
4.4 Übersichtsdigramm: CPU318-2DP



4.5 Übersichtsdigramm: CPU416-2DP



4.6 Managerdiagramm



Anmerkungen zum Diagramm: CPU314C-I: CPU314C, Messung mit integrierter Peripherie
 CPU314C-E: CPU314C, Messung mit zentraler (externer) Peripherie

5 Hintergrundwissen und Tipps zum Optimieren

In diesem Kapitel erhalten Sie wertvolle Informationen in komprimierter Form. Sie finden hier Antworten auf wichtige Fragen rund um das Thema "Prozessalarme".

Damit wollen wir das Verständnis der Zusammenhänge fördern, und Sie in die Lage versetzen, Ihre Konfiguration zu optimieren.

Die Themen dieses Kapitels:

- Wie setzt sich die Prozessalarm-Reaktionszeit zusammen?
- Warum beeinflusst die Kommunikation die Reaktionszeit?
- Welchen Einfluss hat ein PG an der MPI-Schnittstelle der S7-CPU?
- Was ist, wenn Sie eine andere S7-CPU als die gemessene verwenden?
- Wo sind interessante Informationen zum Thema zu finden?

5.1 Wie setzt sich die Prozessalarm-Reaktionszeit zusammen?

Nachfolgendes Bild zeigt den Weg eines Prozessalarms durch eine S7-Station. Im Beispiel wird angenommen, dass die Peripheriesignale über zentrale Baugruppen verarbeitet werden:

- Das Prozessalarm-Signal wird an einer zentralen, prozessalarmfähigen Eingabebaugruppe erfasst.
- Die Reaktion auf dieses Signal erfolgt an einer zentralen Ausgabebaugruppe.

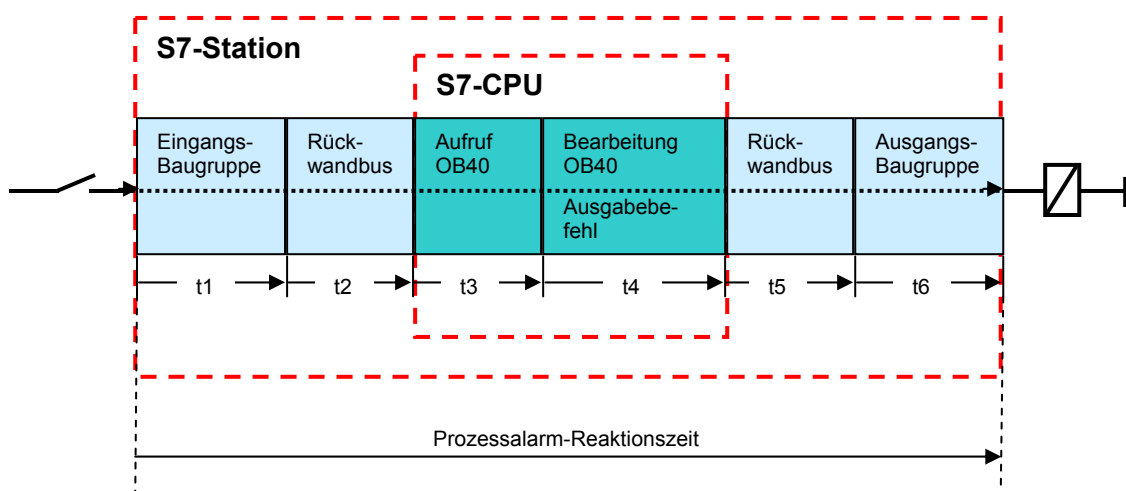


Bild 5-1 Zusammensetzung der Prozessalarm-Reaktionszeit

Die Prozessalarm-Reaktionszeit setzt sich im obigen Beispiel aus den folgenden Laufzeiten zusammen:

Tabelle 5-1 Beschreibung der Laufzeiten einer Prozessalarm-Reaktionszeit

Laufzeit	Erläuterung
t1	Zeit von der Eingangsklemme bis zum Rückwandbus der S7-Station.
t2	Laufzeit am Rückwandbus der S7-Station.
t3	Bearbeitungszeit des Betriebssystems der S7-CPU für den Aufruf des OB40.
t4	Bearbeitungszeit der OB40 Anweisungen: Befehlsdauer des Ausgabebefehls (zum Beispiel: T PAW).
t5	Laufzeit am Rückwandbus der S7-Station.
t6	Zeit für das Auswerten des Ausgabebefehls und Schalten der Ausgabeelektronik.

Im Folgenden wird beschrieben welche Einflüsse auf die Laufzeiten wirken. Zusätzlich erhalten Sie wertvolle Tipps zum Optimieren.

Verzögerungszeit Eingangsbaugruppe

Die Verzögerungszeit der Eingangsbaugruppe (t1) ist abhängig von:

- Typ der Eingangsbaugruppe
- Eingangsspannung
- Richtung der Eingangsflanke (0 → 1 oder 1 → 0)
- Parametrierung der Diagnosefunktionen
- Steckplatz im Zentralgerät

Tip



- Für jeden Eingangskanal sollte der gleiche Wert für die Eingangsverzögerung parametrierung werden. Bei unterschiedlicher Parametrierung kann sich die Prozessalarm-Reaktionszeit verlängern.
 - Stecken Sie bei kritischen Anwendungen die prozessalarmauslösenden Baugruppen physikalisch möglichst nahe an die S7-CPU. Ein Alarm wird vom Baugruppenträger 0, Steckplatz 4 am schnellsten gelesen. Die Schnelligkeit nimmt mit aufsteigender Steckplatznummer geringfügig ab.
-

Verzögerungszeit Ausgangsbaugruppe

Die Verzögerungszeit (t_6) der Ausgangsbaugruppe hängt ab von:

- Typ der Ausgangsbaugruppe
- Art und Größe der Ausgangsbelastung
- Richtung der Ausgangsflanke (0 → 1 oder 1 → 0)
- Parametrierung der Diagnosefunktionen
- Steckplatz im Zentralgerät



Tip

Bei Parametrierung des Diagnosealarms kann sich abhängig vom Baugruppentyp, die Reaktionszeit unterschiedlich stark verlängern. Daher unbedingt die Notwendigkeit des Parameters überprüfen.

Aufrufzeit des OB40

Die Aufrufzeit des OB40 (t_3) ist von verschiedenen Faktoren abhängig.

Im Normalfall bearbeitet die S7-CPU den OB1. Prozessalarme können den OB1 unterbrechen. Dann wird die Bearbeitung des Prozessalarm-OBs eingeschoben.

Vom Auftreten des Prozessalarms bis zur Bearbeitung der ersten Anweisung im Prozessalarm-OB vergeht eine gewisse Zeit.

Diese Verzögerung hat unterschiedliche Ursachen:

Verzögerung durch das Betriebssystem der S7-CPU:

- Bei jeder Unterbrechung des OB1 rettet das Betriebssystem der S7-CPU die Inhalte der Akkumulatoren.
- Bei Auftreten des Prozessalarms sind in der S7-CPU nicht unterbrechbare interne Betriebssystem-Routinen aktiv.
- Es sind PG-Testfunktionen (Status/Steuern) aktiv.

Verzögerung durch die Kommunikation der S7-CPU:

- PG-Kommunikation
- PG-Routing
- OP-Kommunikation
- Kommunikation über Subnetze unter Verwendung von CPs

Verzögerung durch das Anwenderprogramm der S7-CPU:

- Verwendung des Kopierbefehls SFC81 (UBLKMOV)
- Verwendung von höherpriorigen OBs
- Sperren des Prozessalarm-OBs durch den SFC39

Bearbeitungszeit des OB40

Die Bearbeitungszeit des Prozessalarm-OBs (t4) ist abhängig von

- Typ der S7-CPU
- Kommunikationsbelastung der S7-CPU
- Programmlänge des Prozessalarm-OBs bis zum Ausgabebefehl



Tipp

Für S7-CPU der Familie S7-400, und für die CPU318:

Kürzeste Prozessalarm-Reaktionszeiten werden erreicht wenn der Peripheriezugriff in der ersten Anweisungszeile des OB 40 erfolgt. Zum Beispiel wird dann beim Befehl "L PEW" der Wert sofort in den Akku geladen und unterliegt somit keinen weiteren Verzögerungen.

Wenn die Peripheriebefehle als zweite oder folgende Anweisung programmiert werden, kommt der Einfluss der Kommunikation zum tragen. Der Grund liegt darin, dass nach jeder STEP 7 Anweisung das Programm vom Betriebssystem unterbrochen werden kann, um interne Betriebssystem-Routinen zu bearbeiten.

5.2 Warum beeinflusst die Kommunikation die Reaktionszeit?

Allgemeines

Beim Abwickeln von Kommunikationsaufträgen in der S7-CPU werden vom Betriebssystem der S7-CPU interne System-Routinen zum Umspeichern von Daten ausgeführt.

Wenn zum Zeitpunkt des Prozessalarms eine solche Routine gerade bearbeitet wird muss ein Prozessalarm solange warten bis diese Routine beendet ist.

Parameter "Zyklusbelastung durch Kommunikation"

In der Hardwarekonfiguration kann die Belastung des OB1 durch die Kommunikation zwischen 5% (10% bei S7-300) und 50% eingestellt werden.

Der Prozentsatz ist allerdings als Mittelwert zu sehen.

Bei einer Einstellung von beispielsweise 20% kann in einer Zeitscheibe der Kommunikationsanteil wesentlich größer als die 20% sein. Dafür beträgt der Kommunikationsanteil in der nächsten Zeitscheibe nur wenige Prozent oder sogar 0%.

Durch diesen Mechanismus kann die Kommunikationsbelastung des OB1 im Durchschnitt auf den eingestellten Wert eingeschränkt werden. Innerhalb der Zeitscheiben können aber höhere Kommunikationsbelastungen entstehen.

5.3 Welchen Einfluss hat ein PG an der MPI-Schnittstelle?

Der Einfluss eines Programmiergerätes an der MPI-Schnittstelle der S7-CPU auf die Prozessalarm-Reaktionszeit kann groß sein.



Wichtig

Wird ein PG "online", bei laufender Anlage gesteckt, so ist mit einer höheren Prozessalarm-Reaktionszeit zu rechnen.

Vor dem Anstecken unbedingt die Auswirkung überprüfen!

5.4 Was ist, wenn Sie eine andere S7-CPU verwenden?

Wenn Sie eine S7-CPU einsetzen wollen die hier nicht gemessen wurde, helfen Ihnen die folgenden Tabellen weiter. Sie können damit einschätzen, ob diese S7-CPU sich eher schlechter, gleich oder besser verhält.

In den Referenzhandbüchern der S7-CPU sind die Prozessalarm-Reaktionszeiten "ohne Kommunikationsbelastung" der S7-CPU dokumentiert. Diese Werte finden Sie in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

S7-300 CPUs

Prozessalarm-Reaktionszeiten der S7-300 CPUs ohne Kommunikationsbelastung:

Tabelle 5-2 Reaktionszeiten S7-300: Auszug aus Referenzhandbüchern

S7-CPU	Zentrale Peripherie		Integrierte Peripherie
	minimal (µs)	maximal (µs)	maximal (µs)
312C	500	800	600
312	500	800	---
312 IFM	600	1500	---
313 / 314 IFM	500	1100	
313C	400	600	500
313C-2 / 314C-2	400	700	500
315	300	1100	---
314 / 315-2	400	700	---
316-2	400	1100	---
317-2	200	300	---
318-2	230	270	---

grau = in der Messung verwendete S7-CPU

S7-400 CPUs

Prozessalarm-Reaktionszeiten der S7-400 CPUs ohne Kommunikationsbelastung:

Tabelle 5-3 Reaktionszeiten S7-400: Auszug aus Referenzhandbüchern

S7-CPU	minimal (µs)	maximal (µs)
412-1/-2	360	610
414-2/-3	255	435
416-2 /-3	210	350
417-4	255	435
417-4H solo	270	530
417-4H redundant	375	690

grau = in der Messung verwendete S7-CPU's

5.5 Wo finden Sie interessante Informationen zum Thema?

In folgender Tabelle finden Sie eine Auflistung von Handbüchern, die wertvolle Informationen zum Thema "Prozessalarme" enthalten:

Tabelle 5-4 Auflistung einiger Handbücher

Nr.	Titel	Kapitel	MLFB	Ausgabe
/1/	Systemsoftware für S7-300/400 System- und Standardfunktionen – Referenzhandbuch	1 3.2	6ES7810-4CA06-8AR0	12/2002
/2/	Baugruppendaten S7-300: "SIMATIC Automatisierungssystem S7-300 Baugruppendaten"	3	Dokumentationspaket: 6ES7398-8FA10-8AA0	11/2002
/3/	Baugruppendaten S7-400: "SIMATIC Automatisierungssysteme S7-400, M7-400 Baugruppendaten"	4	Dokumentationspaket: 6ES7498-8AA03-8AA0	09/2003
/4/	Referenzhandbuch: "SIMATIC Automatisierungssystem S7-300 CPU-Daten: CPU 31xC und CPU 31x"	5	Dokumentationspaket: 6ES7398-8FA10-8AA0	06/2003
/5/	Referenzhandbuch: "SIMATIC Automatisierungssystem S7-300 CPU-Daten: CPU 312 IFM bis CPU 318-2 DP"	3	6ES7 398-8FA10-8AA0	10/2001
/6/	Referenzhandbuch "SIMATIC Automatisierungssystem S7-400 CPU-Daten"	3	Dokumentationspaket: 6ES7498-8AA03-8AA0	12/2002
/7/	Kommunikation mit SIMATIC		EWA 4NEB 710 6075-01 02	10/1999

6 Die Messung im Detail

In diesem Kapitel erfahren Sie:

- Welche Eigenschaften haben die Komponenten?
- Wie sind die Komponenten projektiert und programmiert?
- Wie erfolgt der Messablauf?
- Wie werden die Messgrößen ermittelt?
- Wie lauten die MLFBs zu den wesentlichen Komponenten?

6.1 Allgemeine Randbedingungen zum Messaufbau

Falls nicht anders erwähnt entsprechen alle Parametrierungen/Projektierungen den Default-Werten der Komponenten.

Für den Messaufbau wurden ausschließlich Komponenten aus dem SIMATIC-Lieferspektrum mit folgendem Stand verwendet:

- September 2003

6.2 Foto des Messaufbaus

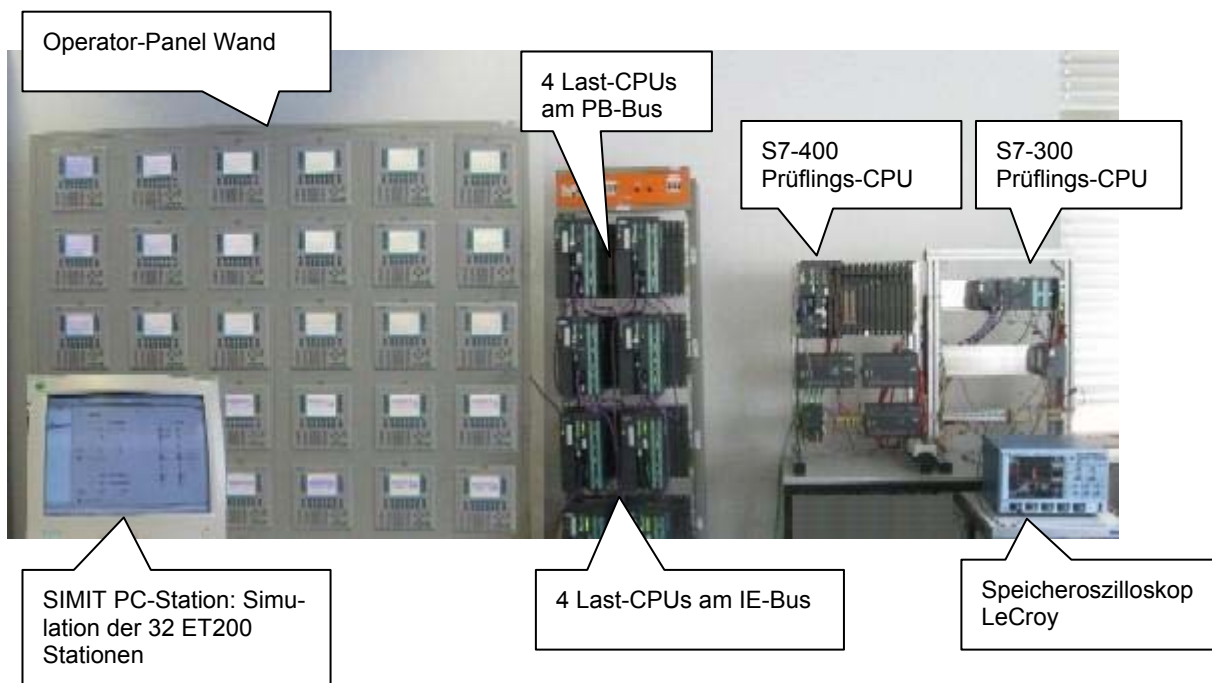


Bild 6-1

Messaufbau

6.3 Eigenschaften der Hardware-Komponenten

Bei den Messungen wurden verschiedene Komponenten eingesetzt. Die wichtigsten Eigenschaften der Kernkomponenten werden Ihnen im folgenden kurz aufgezeigt.

Eine tabellarische Übersicht der MLFBs und der Versionen der wesentlichen Komponenten finden Sie im Kapitel 6.9.

Prüflings-CPU

- Kommuniziert mit den Last-CPU's über CP
- Liest/schreibt dezentrale Peripherie über die integrierte DP-Schnittstelle
- Kommuniziert mit OPs an der integrierten MPI-Schnittstelle
- Misst seine eigene Zykluszeit

Dezentrale Peripherie

- An der integrierten DP-Schnittstelle ist ein PC mit dem Simulationsprogramm SIMIT angeschlossen. Es werden 32 ET200 Stationen simuliert.
- Der PC erzeugt eine konstante Last für die Prüflings-CPU.

Zentrale Peripherie

- Aufnahme des Prozessalarmsignals (Starttrigger einer Messung).
- Ausgabe eines Signals (Stoptrigger einer Messung).

Operator Panel

- OPs sind an der MPI- Schnittstelle der Prüflings-CPU angeschlossen.
- Alle OPs visualisieren Daten aus der Prüflings-CPU. Um die S7- CPU hoch zu belasten, wurde eine Projektierung mit vielen Variablen, und mit einem kurzer Zeittakt gewählt.
- Die OPs erzeugen eine optional zuschaltbare Last für die Prüflings-CPU.

Programmiergerät

- PG ist online an der MPI-Schnittstelle der Prüflings-CPU angeschlossen.
- Das PG führt die Funktion „Status Variable“ auf die Prüflings-CPU aus. Am PG wird eine komplette Bildschirmseite mit Statuswerten gefüllt. Die Inhalte werden aus verschiedenen Speicherbereichen der S7- CPU geholt
- Das PG erzeugt eine optional zuschaltbare Last für die Prüflings-CPU.

Last-CPU's am Profibus –CP und Industrial Ethernet -CP

- Die Last- CPU's sind leistungsfähige S7- CPU's, welche mit der Prüfling-CPU umfangreiche Daten austauschen.
- Über den CP wird eine optional zuschaltbare Last für die Prüflings-CPU erzeugt

Impulsgenerator

- Eine separate S7-CPU generiert 5 Impulse pro Sekunde. Die Impulse schreibt die CPU an ihren digitalen Ausgang.
- Der digitale Ausgang ist mit dem prozessalarmfähigen Eingang (zentral oder integriert) der Prüflings-CPU verbunden.

6.4 Eigenschaften der Software-Applikationen

Im folgenden erhalten Sie wichtige Informationen über die eingesetzten Software-Applikationen.

Eine tabellarische Übersicht der MLFBs und der Versionen finden Sie im Kapitel 6.9.

STEP7

Für die Projektierung und Programmierung der S7-CPU's:

- STEP7 5.2 SP1

ProTool

Für die OP-Bild-Projektierung wurde verwendet:

- ProTool V6.0 SP2

6.5 Projektierung der Komponenten

In diesem Kapitel erhalten Sie wichtige Informationen über die Projektierungen der eingesetzten Hardware-Komponenten. Die Beschreibung der Programme für die "intelligenten" Komponenten finden Sie im Kapitel 6.6.

Wenn nicht anders beschrieben, gelten immer die Default-Einstellungen der Komponenten.

Prüflings-CPU

Abweichung zur Standardparametrierung der CPU:

- Zyklusüberwachungszeit: 300ms

Baudraten der integrierten Schnittstellen:

- MPI-Schnittstelle: 187,5Mbit/s
- DP-Schnittstelle: 1,5Mbit/s

Last-CPU

Es werden die Default-Einstellungen verwendet.

Zentrale Peripherie

Für die Messungen werden digitale Peripheriebaugruppen der SIMATIC S7 verwendet. Es kommen die zur Zeit schnellsten, diagnosefähigen und prozessalarmfähigen Baugruppen zum Einsatz (Stand 07/03). Je nach Typ der Messung werden die Baugruppen unterschiedlich projektiert.

Messung für Simulator:

Projektierungen der digitalen Eingangsbaugruppe:

- Eingangsverzögerung: 0,1ms für alle Kanäle
- Auslöser für Prozessalarm: steigende Flanke (0 → 1)
- Diagnosefunktionen: nicht verwendet

Projektierungen der digitalen Ausgabebaugruppe:

- Belastung des Ausganges: Widerstand 470Ω
- Diagnosefunktionen: nicht verwendet

Messung für Stichprobenmessung:

Bei der digitalen Eingabebaugruppe und Ausgabebaugruppe werden die Diagnosefunktionen verwendet.

Die restlichen Einstellungen sind wie oben.

Dezentrale Peripherie

An der integrierten DP-Schnittstelle der Prüflings-CPU werden ET200 Stationen betrieben. Die ET200 Stationen werden mit dem SIMIT Simulator nachgebildet. Der Simulator läuft auf einem PC, der an der Prüflings-CPU internen Profibus-Schnittstelle angeschlossen ist. Simuliert wird folgende dezentrale Peripherie:

- Anzahl der ET200 Stationen: 32
- Typ ET200: ET200M
- Ausbau: 16 Byte E / 16 Byte A

Die ET200 Stationen sind bei allen Messungen an die Prüflings-CPU angeschlossen und werden aktiv abgepollt.

Subnetz PB

Einstellungen des PB-Subnetz:

- 12Mbit/s
- FDL-Verbindung
- S7-Verbindung

Subnetz IE

Einstellungen des IE-Subnetz:

- 100Mbit/s
- Transportprotokoll: TCP
- FDL: ISO-on-TCP
- S7-Verbindung

Operator Panel

OP Projektierung:

- Basistakt 200ms
- Bildaktualisierung 200ms
- Anzeige von 31 Wort-Variablen
- Verwendung von Bereichszeiger, Stör- und Betriebsmeldungen

Programmiergerät

Einstellungen:

- Betriebsart: Prozessbetrieb
- PG-Funktion "Status Variable": Am PG wird eine komplette Bildschirmseite mit Statuswerten angezeigt.

6.6 Programmierung der Komponenten

In diesem Kapitel werden die Programme der "intelligenten" Komponenten beschrieben

6.6.1 STEP7-Programme in der Prüflings-CPU

Das STEP7-Programm der Prüflings-CPU besteht aus den Programmteilen:

- Anwenderprogramm
 - Lastprogramm (OB1)
 - OP-Programm (OB1)
 - Kommunikationsprogramm (OB1)
 - Weckalarmprogramm (OB35)
 - Prozessalarmprogramm (OB40)
- Messprogramm (OB1, OB40)

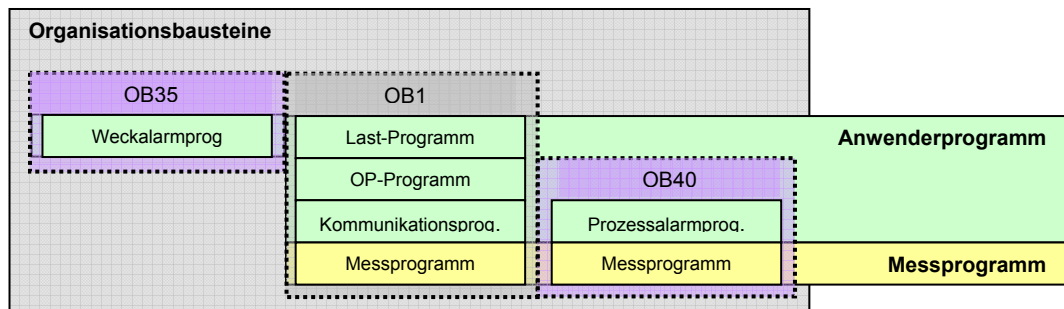


Bild 6-2 Programmteile in der Prüflings-CPU

Definition Anwenderprogramm:

Hier werden alle Programmteile zusammengefasst die nichts mit der Messwerterfassung zu tun haben. Diese Programmteile sind im Prinzip auch in realen Applikationen zu finden.

Definition Messprogramm:

Hier werden alle Programmteile zusammengefasst die ausschließlich der Erfassung von Messwerten dienen. Die Programme sind bei allen Messungen vorhanden. Abhängig von der Messkonfiguration werden nur die benötigten Programmteile aufgerufen.

Lastprogramm

Das Lastprogramm hat keine "echte" Funktion bei der Messung. Mit dem Programm wird nur der OB1 aufgefüllt um die gewünschte "Leerlaufzykluszeit" zu erreichen. Das Lastprogramm besteht aus einer Mischung verschiedener STEP 7 –Befehle:

Tabelle 6-1 Gewichtung der Anweisungen im Lastprogramm der Prüflings-CPU

Anweisungstyp	Anteil im Lastprogramm
Binäranweisungen	60%
Zeit / Zähleranweisungen	20%
Datenwortbefehle	10%
Gleitpunktarithmetik	10%

Vor der Messung wird die Leerlauf-Zykluszeit der Prüflings-CPU einmalig auf 20ms justiert.

Bei der Justierung sind bis auf die simulierten ET200 Stationen **alle** Lasten (OPs an MPI, PG an MPI, Last-CPU's an IE und Last-CPU's an PB-DP) physikalisch abgezogen. Das Kommunikationsprogramm wird nicht aufgerufen. Demnach hat das Leerlaufprogramm folgenden Aufbau:

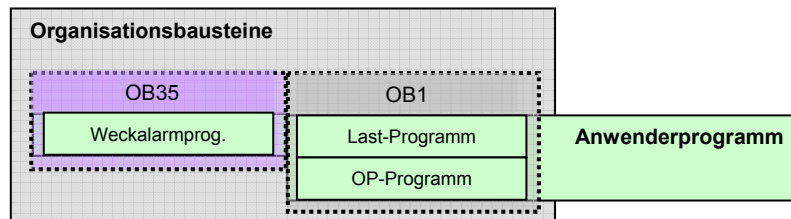


Bild 6-3 Programmteile bei der Zykluszeitjustierung

Copyright © Siemens AG 2005. All rights reserved
21264953_prozessalarm_DOKU_v30_d.doc
A&D AS CS3 KM

OP-Programm

Die Variablen im OP-Programm werden im OB1 der Prüflings-CPU bei jedem Zyklus inkrementiert. Das Programm dient der Variierung der am OP angezeigten Daten.

Kommunikationsprogramm

Die Prüflings-CPU kommuniziert über CPs mit den Last-CPU's. Dazu wird in den jeweiligen CPU's ein Kommunikationsprogramm zyklisch durchlaufen. Das Programm tauscht ständig Daten mit den Last-CPU's aus.

Nach Abschluss eines Kommunikationsauftrags wird dieser sofort wieder gestartet. Dadurch wird eine sehr hohe Kommunikationsbelastung erzeugt.

Zwei verschiedene Kommunikationsarten werden realisiert:

- Ohne Aufrufe von Kommunikations-Bausteinen im OB1: Prüflings-CPU nimmt nicht aktiv an der Kommunikation teil; Prüflings-CPU ist Server
- Mit Aufruf von Kommunikations-Bausteinen im OB1: Prüflings-CPU sendet bzw. empfängt durch den Aufruf von Kommunikationsbausteinen Daten. Die Kommunikations-Bausteine (SFCs/SFBs) werden zyklisch aufgerufen.

Weckalarmprogramm

Alle 10ms wird ein Weckalarm (OB35) aufgerufen. Im OB35 sind 100 Anweisungen programmiert. Somit wird ein reales Weckalarm-Anwenderprogramm simuliert.

Prozessalarmprogramm

Im OB40 wird ein Bitmuster (logisch 1) mit einem Direktbefehl an die Ausgangsperipherie geschrieben.

Eine Verzögerung der Bearbeitung des Anwenderprogramms wird mit dem SFC47 "WAIT" herbeigeführt.

Nach einer Wartezeit von 2ms wird die Ausgangsperipherie wieder mit einem Bitmuster beschrieben (logisch 0).

Messprogramm

Im OB1 leistet das Messprogramm folgendes:

- Kommunikationsaufrufe werden je nach Messkonfiguration gesperrt bzw. durchlaufen
- Die OB1-Zykluszeit wird in einem Datenbaustein mitgeschrieben. Ein Auswertungsprogramm ermittelt die Zykluszeit (minimal, typisch, maximal) nach Beendigung der Prozessalarmmessung.

Im OB40 ist folgendes Messprogramm realisiert:

- Toggeln eines digitalen Ausgangs (siehe oben)

6.6.2 STEP7-Programm in den Last-CPU's

Das Anwenderprogramm tauscht ständig Daten mit den Last-CPU's aus. Nach Abschluss eines Kommunikationsauftrags wird dieser sofort wieder gestartet. Dadurch wird eine sehr hohe Kommunikationsbelastung erzeugt.

Zwei verschiedene Kommunikationsarten werden realisiert:

- Nur PUT / GET wird im OB1 (Einstellung "ohne K-Bausteine" in der Prüfungs-CPU) zyklisch aufgerufen. Prüfungs-CPU ist Server.
- Kommunikations-Bausteine (z.B. SEND/RCV) werden zyklisch im OB1 aufgerufen.

6.6.3 Kommunikation zwischen Prüfungs-CPU und Last-CPU's

Die folgenden Tabellen zeigen, mit welchen Bausteinen und mit welcher Nutzdatengröße jede Last-CPU mit der Prüfungs-CPU kommuniziert.

Prüfling ist S7-300 CPU

Messreihe		Bausteine in Prüfungs-CPU	Bausteine in Last-CPU	Länge der Nutzdaten in Byte	Anzahl Verbindungen
Subnetz	Ohne / mit Aufruf von K-Bausteinen in Prüfungs-CPU				
PB	ohne	---	PUT	160	1
		---	GET	160	1
	mit	AG_RCV	AG_SEND	240	1
		AG_SEND	AG_RCV	240	
		AG_RCV	AG_SEND	240	
IE	ohne	---	PUT	160	1
		---	GET	160	1
	mit	AG_RCV	AG_SEND	240	1
		AG_SEND	AG_RCV	240	
		AG_RCV (*1)	AG_SEND	512 (*2)	
AG_SEND (*1)	AG_RCV	512 (*2)			

(*1) Bei der CPU318: AG_LRCV/AG_LSEND

(*2) Bei der CPU318: 8192 Byte

Prüfling ist S7-400 CPU

Messreihe		Bausteine in Prüfungs-CPU	Bausteine in Last-CPU	Länge der Nutzdaten in Byte	Anzahl Verbindungen
Subnetz	Ohne / mit Aufruf von K-Bausteinen in Prüfungs-CPU				
PB und IE	ohne	---	PUT	400	1
		---	GET	400	1
IE	mit	AG_RCV	AG_SEND	240	1
		AG_SEND	AG_RCV	240	
		U_RCV	U_SEND	440	1
		U_SEND	U_RCV	440	
		B_RCV	B_SEND	16384	1
		B_SEND	B_RCV	16384	

6.7 Messablauf

In diesem Kapitel werden kurz die einzelnen Schritte der Messung einer Messkonfiguration beschrieben.

6.7.1 Durchführung: Prozessalarm-Reaktionszeit aufzeichnen

Eine Signaländerung von 0 → 1 am digitalen Eingang (Ereignis 1) bewirkt eine Signaländerung 0 → 1 am digitalen Ausgang (Ereignis 2).

Das Speicheroszilloskop ist direkt mit dem digitalen Eingang und Ausgang verbunden. Der Zeitabstand zwischen beiden Ereignissen wird gemessen und intern abgespeichert.

Nach 5.000 Aufzeichnungen wird das Speicheroszilloskop angehalten und über das interne Histogramm ausgewertet. Folgende Werte werden ermittelt:

- Minimalwert: Kleinster gemessener Wert
- Maximalwert: Größter gemessener Wert
- Typischer Wert: Arithmetischer Mittelwert aller Messwerte

6.7.2 Durchführung: OB1-Zykluszeit aufzeichnen

Während der Prozessalarm-Messung wird die OB1-Zykluszeit mitgeschrieben. Nachdem die Messung abgeschlossen ist, werden die im Datenbaustein hinterlegten Messwerte ausgewertet und an ET200 Ausgänge geschrieben.

Es werden folgende Werte ermittelt:

- Minimalwert: Kleinster gemessener Wert
- Maximalwert: Größter gemessener Wert
- Typischer Wert: Arithmetischer Mittelwert aller Messwerte

6.7.3 Beispiel einer Messreihe

Das folgende Bild zeigt einen Screenshot des Speicheroszilloskops nach einer Messreihe mit 5.000 Messungen. Es wurde in diesem Beispiel die CPU318 mit allen aktiven Kommunikations-Lasten aufgezeichnet.

An der Höhe des Balkens kann in etwa die statistische Verteilung der Messwerte abgeleitet werden.

Je niedriger ein Balken desto, geringer ist die Anzahl der in diesem Bereich aufgetretenen Messwerte. Die x-Achse entspricht der Zeitachse.

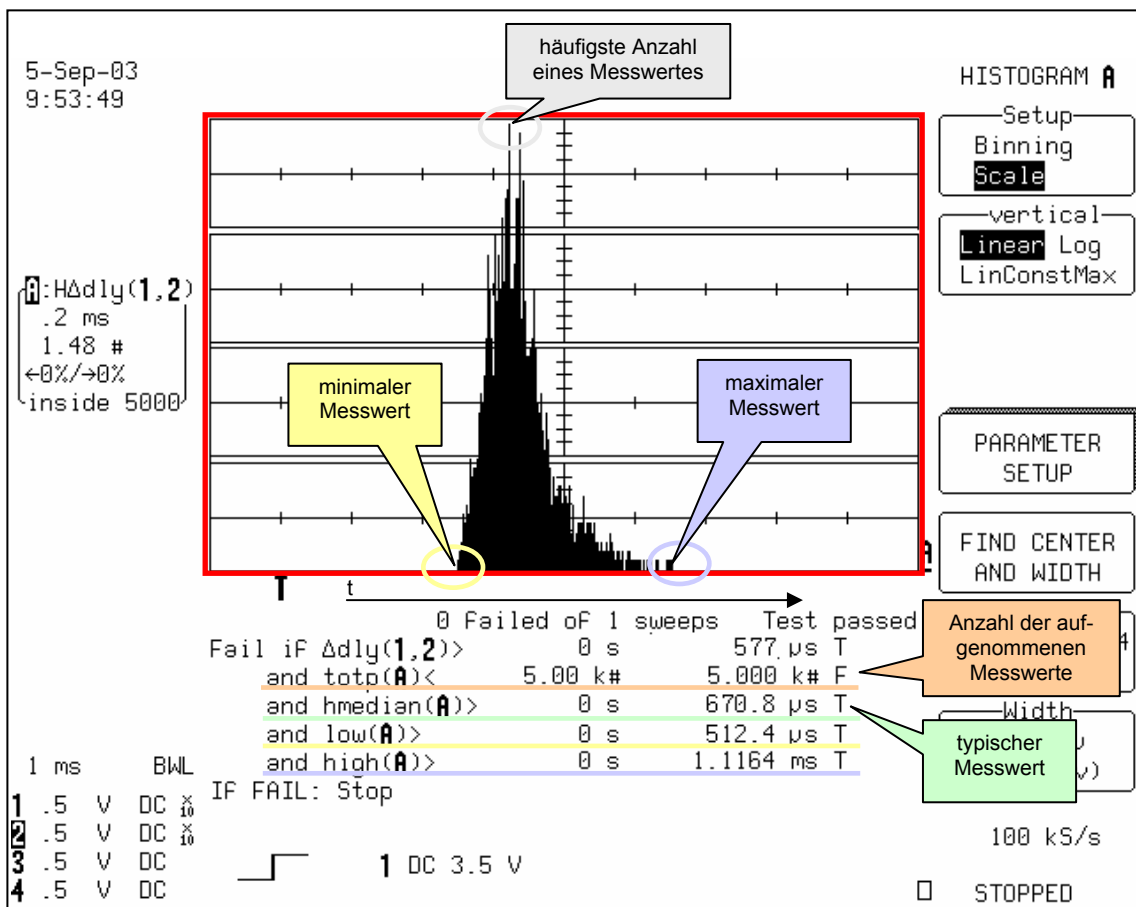


Bild 6-4

Beispiel einer Messreihe: Screenshot des Speicheroszilloskops

6.8 Ermittlung der Messgrößen

In diesem Kapitel werden die Messgrößen definiert, und die Messmethode wird vorgestellt.

Messgrößen:

- Prozessalarm-Reaktionszeit
- OB1-Zykluszeit

6.8.1 Prozessalarm-Reaktionszeit

Definition

Die Prozessalarm-Reaktionszeit ist die Zeit zwischen dem Auftreten eines Signals am digitalen Eingang, bis zur Reaktion am digitalen Ausgang.

Gemessen wird die Zeit zwischen Ereignis 1 und Ereignis 2:

Ereignis 1: An einem prozessalarmfähigen Eingang findet ein Signalwechsel von 0 nach 1 statt.

Der Signalwechsel wird an die Prüflings-CPU gemeldet. Die S7-CPU unterbricht die OB1-Bearbeitung und startet den OB40. Im OB40 wird durch den Direktbefehl "T PAW" ein digitaler Ausgang angesteuert.

Ereignis 2: Am digitalen Ausgang findet ein Signalwechsel von 0 nach 1 statt.

Messmethode

Ein Impulsgenerator erzeugt digitale Signale, die an einem prozessalarmfähigen Eingang der Prüflings-CPU angeschlossen sind. Bei jeder steigenden Flanke wird ein Prozessalarm ausgelöst.

Auf den Prozessalarm reagiert die Prüflings-CPU mit dem Aufruf des OB40. Im Anwenderprogramm des OB40 wird sofort ein digitaler Ausgang über Direktbefehl gesetzt.

Der Zeitabstand zwischen dem Eingangssignal der Prüflings-CPU werden von einem Speicheroszilloskop erfasst und gespeichert. Nach einem Durchlauf von 5.000 Prozessalarmen wird das Speicheroszilloskop gestoppt und die Messwerte ausgewertet.

Schema des Messaufbaus und der Erfassung der Leistungsdaten:

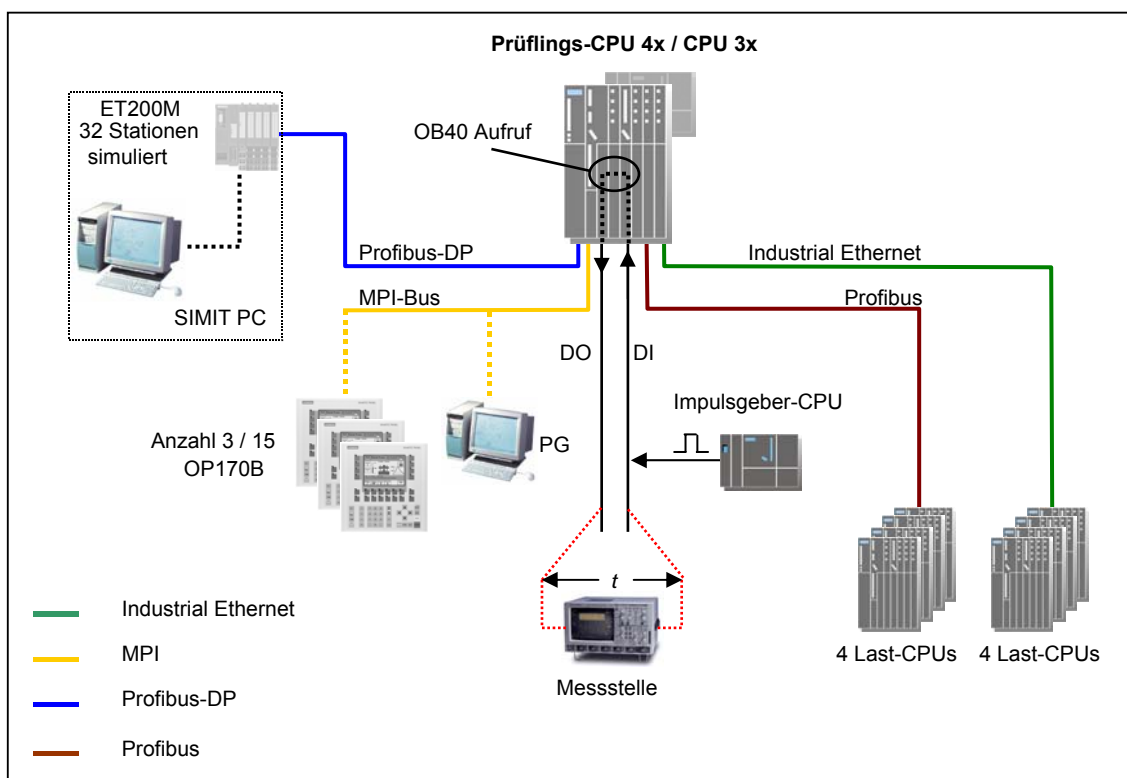
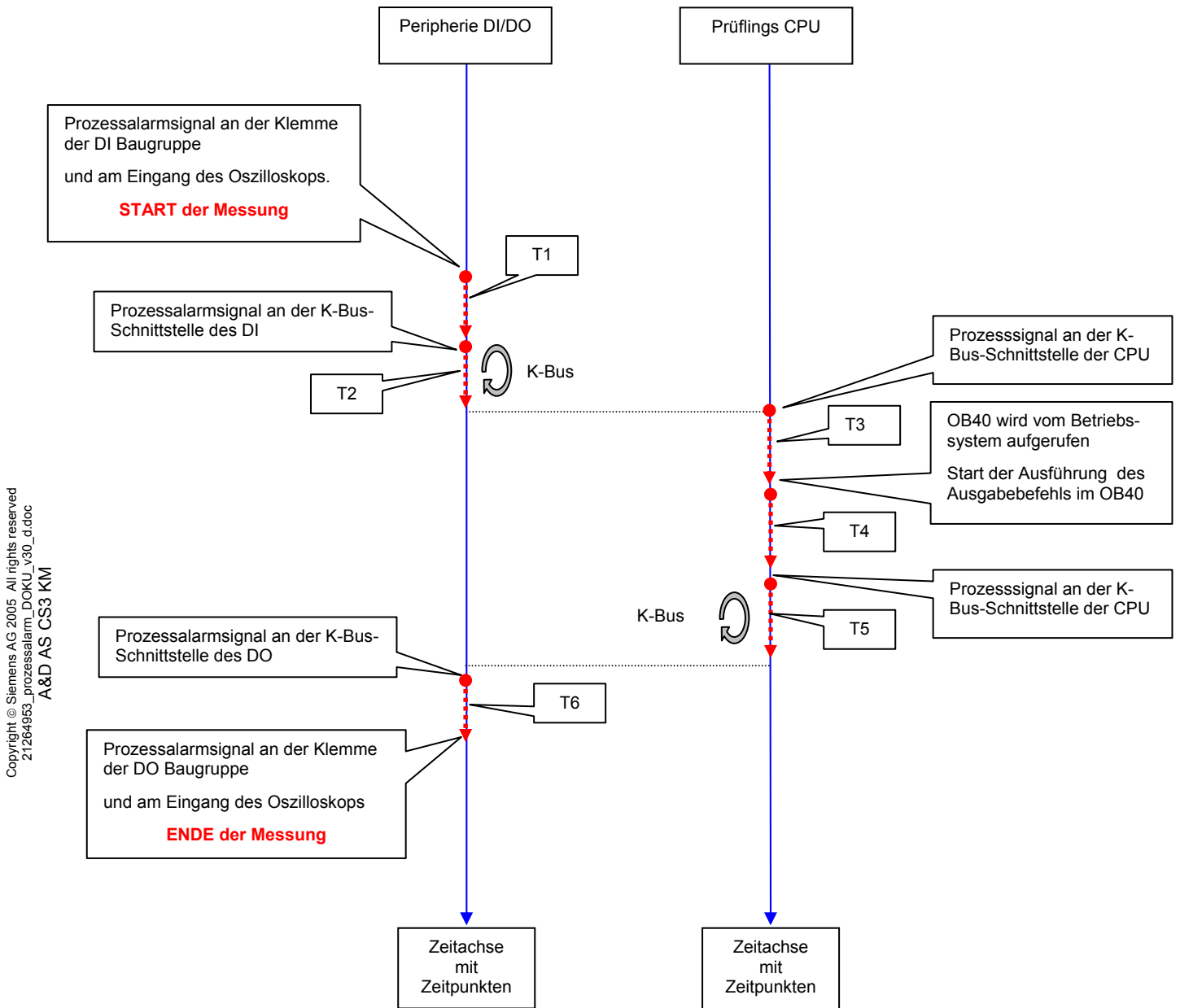


Bild 6-5 Schema der Erfassung der Prozessalarm-Reaktionszeit

Zeitablauf (zentraler Peripherie)



Copyright © Siemens AG 2005. All rights reserved.
 21264953_prozessalarm_DOKU_v30_d.doc
 A&D AS CS3 KM

Bild 6-6

Zeitablauf der Messung der Prozessalarme

Beschreibung der Zeitabschnitte Tx

Die folgende Tabelle beschreibt die Zeitabschnitte T1 bis T6, wie sie im zeitlichen Ablauf dargestellt sind.

Tabelle 6-2 Beschreibung der Zeitabschnitte Tx bei der Prozessalarm-Reaktionszeitmessung

Zeit	Beschreibung	Größenordnung	Abhängig von
T1	Von: Signal an Klemme DI Baugruppe, und am Oszilloskop Bis: Signal an der K-Bus-Schnittstelle der DI Baugruppe	ca. 150µs	Interne Verarbeitungszeit der DI Baugruppe
T2	Von: siehe oben Bis: Signal an der K-Bus-Schnittstelle der CPU	< 1µs	Zyklusdauer K-Bus
T3	Von: siehe oben Bis: Aufruf OB40 und Start der Ausführung des Ausgabebefehls		Typ der CPU
T4	Von: siehe oben Bis: Prozessalarmsignal an der K-Bus-Schnittstelle der CPU	< 1µs	Betriebssystem
T5	Von: siehe oben Bis: Prozessalarmsignal an der K-Bus-Schnittstelle der DO Baugruppe	< 1µs	Zyklusdauer K-Bus
T6	Von: siehe oben Bis: Prozessalarmsignal an der Ausgangsklemme der DO Baugruppe, und am Oszilloskop	< 200µs	Interne Verarbeitungszeit der DI Baugruppe

Grobe Messfehlerbetrachtung

Die Verzögerungszeiten durch das Oszilloskops haben keinen Einfluss:

- Erfassungszeit der Signale <0,1µs
- Die Verzögerungen treten sowohl bei Start als auch bei Ende der Messung auf. D.h. der „Messfehler“ hebt sich auf.

Es gibt hier also keine Verzögerungszeiten die das Messergebnis verfälschen.

6.8.2 OB1-Zykluszeit

Definition

Die OB1-Zykluszeit ist die Zeit, die das Betriebssystem für die Bearbeitung des zyklischen Programms sowie aller diesen Zyklus unterbrechenden Programmteile (z. B. Bearbeitung eines Prozess- oder Weckalarms) und Systemtätigkeiten (z. B. Prozessabbildaktualisierung) benötigt.

Messmethode

Im OB1 kann die Zeitdauer des vorherigen OB1-Durchlaufs abgefragt werden. Dieser Wert wird aus den Startinformationen des OB1 ausgelesen und in einem Datenbaustein der als Ringpuffer fungiert gespeichert.

Während der Messung der Reaktionszeit wird der Ringpuffer mit 5.000 Zykluszeit-Messwerten gefüllt bzw. immer wieder überschrieben. Somit wird sichergestellt, dass sich 5.000 aktuelle Messwerte im Ringpuffer befinden.

Ist die Messung zu Ende, so werden keine Werte mehr in den Ringpuffer geschrieben und die Auswertung der Zykluszeit wird angestoßen.

Die Zykluszeitmessung liefert die minimale, maximale und typische Zykluszeit. Die typische Zykluszeit ist gemittelt. Gemittelt wird über die 5.000 Werte im Ringpuffer.

6.9 Übersicht der Komponenten (MLFB, Versionen)

Hier finden Sie die Zusammenstellung aller in der Messung beteiligten Komponenten.

Hardware-Komponenten

Verwendung	Komponente	Typ	MLFB	E-Stand	Firmware Version
S7-Station des Prüflings	S7-CPU	CPU 314C-2DP	6ES7314-6CF01-0AB0	1	V2.0.5
		CPU 315-2DP	6ES7315-2AG10-0AB0	1	V2.0.0
		CPU317-2DP	6ES7317-2AJ10-0AB0	1	V.2.1.1
		CPU318-2DP	6ES7318-2AJ00-0AB0	3	V3.0.1
		CPU 416-2DP	6ES7416-2XK02-0AB0	7	V3.1.0
	IE CP	CP343-1	6GK7343-1EX11-0AB0	2	V2.0.0
		CP443-1	6GK7343-1EX11-0XE0	3	V2.3
	PB CP	CP342-5	6GK7342-5DA02-0XE0	1	V5.2.8
		CP443-5	6GK7443-5DX02-0XE0	2	V3.2.3
	SM321	DI 16xDC24V	6ES7 321-7BH00-0AB0	1	--
	SM322	DO 8xDC24V	6ES7 322-8BF00-0AB0	2	--
	SM421	DI 16xDC24V	6ES7 421-7BH01-0AB0	1	--
	SM422	DO 32xDC24V	6ES7 422-7BL00-0AB0	4	--
Kommunikations- last des Prüflings	S7-CPU	CPU 416-2DP	6ES7416-2XK02-0AB0	5	V3.0.1
	IE CP 1	CP443-1	6GK7443-1EX11-0XE0	3	V2.1.0
	PB CP 1	CP443-5	6GK7443-5FX01-0XE0	1	V3.2
	OP	OP170B	6AV6542-0BB15-2AX0	10	V1.0.7
Buskomponenten	Switch	IE	6GK1105-3AB00	2	V2.1
	Repeater	RS485	6ES7972-0AA01-0XA0	1	--

Copyright © Siemens AG 2005. All rights reserved.
 21264953_prozessalarm_DOKU_v30_d.doc
 A&D AS CS3 KM

Software-Komponenten

Verwendung	Komponente	MLFB	Version
Projektierung / Programmierung S7	STEP7	6ES7 810-4CC06-0XY0	V5.2 SP1
OP-Projektierung	ProTool	6AV 6581-3BX06-0CX0	V6.0 SP2

7 Anhang

7.1 Abkürzungen

Tabelle 7-1 Abkürzungen

Abkürzungen	Erläuterungen
AWP	Anwenderprogramm
BG	Baugruppe
CP	Kommunikations-Prozessor
CPU	Zentralbaugruppe
DA	Digitaler Ausgang
DB	Datenbaustein, nutzbar im STEP7 AWP
DE	Digitaler Eingang
DP	Dezentrale Peripherie
FB	Funktionsbaustein, aufrufbar im STEP7 AWP
FC	Funktion, aufrufbar im STEP7 AWP
I/O	Eingänge / Ausgänge
IE	Industrial Ethernet
K-Baustein	Kommunikationsbaustein
K-Last	Kommunikations-Last
„Zyklusbelastung durch Kommunikation“	Parameter in der Hardware-Konfiguration: "Zyklusbelastung durch Kommunikation"
max	maximaler Wert
min	minimaler Wert
MPI	Multiple Point Interface
OB	Organisations-Baustein
OP	Operator Panel
PB	Profibus
PG	Programmiergerät
S7	Steuerungssystem aus der SIMATIC Familie
SEC	SIMATIC Expert Communication
SFB	Standard-Funktionsbaustein
SFC	System-Funktion, aufrufbar im STEP7 AWP
SIMIT	SIMIT® Prozesssimulationssystem
typ	typischer Wert, arithmetischer Mittelwert

7.2 Definitionen

Tabelle 7-2 Definitionen

Begriff	Definition
Last-CPU	Die Last-CPU kommuniziert mit der Prüflings-CPU über ein PB-Subnetz oder ein IE-Subnetz.
Prüflings-CPU	Diese S7-CPU bearbeitet den Weckalarm-OB (OB35). Für diese S7-CPU werden die Leistungsdaten gemessen.