

AS-INTERFACE

DAS KOMPENDIUM

Technik und Funktion ASI-5



Herausgegeben von:
AS-International Association e.V.
Rolf Becker, Geschäftsführer

Autoren:
Rolf Becker, Tilo Heibold, Tina Lochner, Tobias Rudloff,
Tilman Schinke, Dietmar Telschow, Jens Voigt

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2021 AS-International Association e.V.
Zum Taubengarten 52, D-63571 Gelnhausen
www.as-interface.net

Grafik: AS-International Association e.V., Gelnhausen
Druck: Offsetdruckerei E. Sauerland GmbH, Gelnhausen
Printed in Germany

ISBN 978-3-00-069595-7

LESEPROBE

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick ASi-5 System	10
1.1	Einführung	10
1.2	Übertragungsmedium	11
1.3	Die AS-Interface Energieversorgung	12
1.4	Kompatibilität - Koexistenz	13
1.5	Merkmale ASi-3 und ASi-5	14
1.6	Sicherheitstechnik	15
1.7	Topologien und Mischbetrieb	18
1.8	Neues Kommunikationsmodell mit neuem Modulationsverfahren	18
1.8.1	Der Aufbau des Systems, Aufgaben in den Layern des OSI Model	20
1.8.2	Das Modulationsverfahren	23
1.9	Relevante Systemwerte	26
1.10	Kommunikationskanäle	30
1.10.1	Transport Channel (TC)	34
1.10.2	Acyclic Management Channel (AMC)	41
1.11	Carrier Quality Evaluation	43
2	Systemkomponenten	46
2.1	ASi-5 Power Supply	46
2.2	ASi-5 Master	47

2.2.1	Schematischer Aufbau	48
2.2.2	Impedanzanforderungen	49
2.2.3	Stromversorgung	50
2.2.4	Systemstruktur	50
2.2.5	Datenhandling und Datenstruktur	70
2.2.6	Modi des Masters	76
2.2.7	System Diagnose	78
2.2.8	Sichere Abschalt Einrichtung (Monitor)	81
2.3	ASi-5 Teilnehmer	84
2.3.1	Schematischer Aufbau	84
2.3.2	Impedanzanforderungen	84
2.3.3	Stromversorgung	85
2.3.4	Grundfunktion des ASi-5 Teilnehmers	86
2.3.5	Teilnehmertypen (Simple Device / Complex Device)	87
2.3.6	ASi-5 Device Profiles	90
2.3.7	Interne Struktur des Teilnehmers	93
2.3.7.1	Die Datenstruktur eines ASi-5 Teilnehmers	97
2.3.7.2	ASi-5 Energy Saving	104
2.3.8	Statusanzeige des Teilnehmers	105
2.3.9	Sichere Kommunikation der Safety Teilnehmer	106
2.3.9.1	Safety Communication Type	106
2.3.9.2	Safety Communication Bits	110
2.3.10	Service Device, Diagnose- und Adressierport	112

3	Systemverhalten	114
3.1	ASi-5 Systemanlauf	114
3.1.1	Master Initialisation Phase	116
3.1.2	Device Initialisation Phase	116
3.1.3	Master Offline Phase	118
3.1.4	Device Setup Phase	119
3.1.5	Master Seeking Phase	119
3.1.6	Device Seeking Phase / Single Seeking Phase	121
3.1.7	Master Association Phase	122
3.1.8	Device TLSC Mapping Phase	122
3.1.9	Master Activation Phase	123
3.1.10	Device Inactive Phase	125
3.2	Master Normal Operation	125
3.2.1	Device Active Phase	135
3.2.2	Device Management Phase	138
3.3	Logical Disconnect	144
4	Ausblick	145
5	Register	149
6	Literaturnachweis	160
7	Abbildungsverzeichnis	161
8	Tabellenverzeichnis	163

Für die Rahmensynchronisation ist das Timing zwischen Master und Teilnehmer von Bedeutung. Wichtig ist es, wie genau sich der Teilnehmer auf den Master synchronisiert. Nach einem Verlust der Synchronisation oder nach dem Einschaltvorgang, hat sich der Teilnehmer-Empfänger nach 3 Rahmen auf den Master synchronisiert (*Bild 18: Teilnehmer-Synchronisation zum Mastersignal*). Der Teilnehmer antwortet in den richtigen Zeitschlitzen.

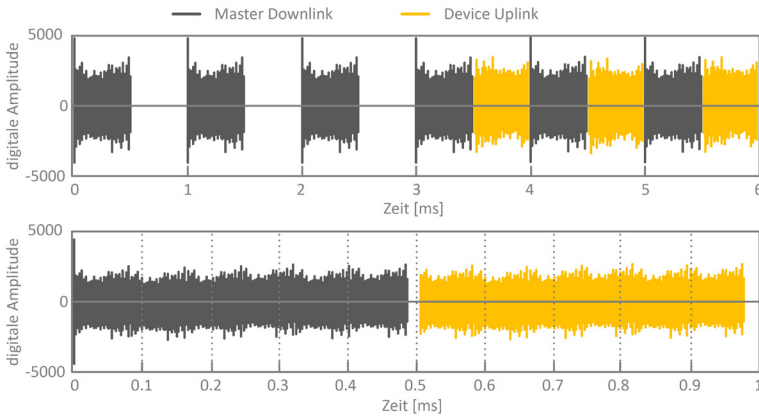


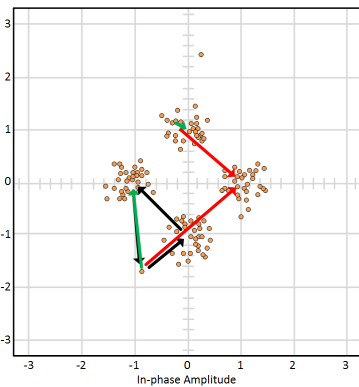
Bild 18: Teilnehmer-Synchronisation zum Mastersignal

1.9 Relevante Systemwerte

SNR, Metrik, RSSI, Crest-Faktor, RX-Gain, TX-Gain

Das Verhältnis von einem modulierten Signal zum Rauschen (SNR) und die Metrik der empfangenen Datennachricht beeinflussen die Auswertung der Übertragung. Das DPSK-Symbol lässt sich im SNR über den Phasenfehler auswerten, der zwischen zwei aufeinanderfolgenden QPSK-Symbolen entsteht. Im MDS werden diese Werte erfasst und zur Auswertung angeboten. Die Metrik untersucht jeden Übertragungskanal auf Phasenfehler in der Modulation der zu übertragene Symbole (*Bild 19: Veranschaulichung Metrik*). Daraus ergibt sich die Trägerfrequenzvergabe beim Start des Systems.

Hierbei erfolgen die Entscheidungen über die Vergabe nach dem Prinzip der kleinsten Abweichung vom Metrik-Wert. Für die Besetzung der Übertragungskanäle zwischen Master und einzelnen Teilnehmern gilt nicht der beste SNR-Wert als Kriterium, sondern die sogenannte minimale Metrik. Wenn in ihr die Abweichung von Amplitude und Phase der QPSK-Symbole zu groß bestimmt wird, muss die Auswertung von Daten-Telegrammen verworfen werden. Nur so werden in der Decodierung die kleinsten Fehlerraten garantiert. Deshalb ist eine minimale Abweichung der Phasenlage so entscheidend. Der Kanal-Codierer fügt den zu übertragenden Informationsbits Prüfbits hinzu. Sie werden auf Basis der Nutzinformationen berechnet. Auf der Empfängerseite wird im Kanal-Decodierer diese Redundanz ausgewertet, um aufgetretene Bitfehler korrigieren zu können. Anschließend wird durch Vergleich der empfangenen mit den decodierten Daten eine Metrik berechnet. Sie liefert ein Maß für die Sicherheit der Decodierung.



Decodierung: Ideale Signalpunkte werden gesendet und verrauscht.

→ Empfangene verrauschte Signalpunkte werden hart entschieden; Bitfolge wird decodiert.

Richtige Decodierung: Richtige Signalpunkte bleiben unverändert, falsche springen zurück zum gesendeten Punkt.

→ Große Metrikbeträge nur durch stark verrauschte Symbole.

Falsche Decodierung: Richtige und falsche Signalpunkte springen teilweise in andere Punkte.

→ Wenn ein richtiger (nur wenig verrauschter) Signalpunkt in einen anderen springt, so vergrößert sich dessen Metrikbetrag stark.

→ Falsche Signalpunkte sind stark verrauscht und haben daher generell einen relativ hohen Metrikbetrag.

Bild 19: Veranschaulichung Metrik

Ein weiteres Kriterium für die Vergabe von Übertragungskanälen ist die Received Signal Strength Indication (RSSI), also wie groß ist die Amplitude der Trägerfrequenz im Signalspektrum. Die Entfernung zwischen Master und den Teilnehmern beeinflusst den Signalpegel. Das Gleiche gilt für die örtliche Lage des Netzteils in der elektrischen Schaltungskette. Mit dem RSSI wird das empfangene Signal in der Downlink- oder Uplink-Phase erfasst. Ist ein ausreichend geeigneter Wert erreicht, kann die Anzahl der Übertragungskanäle und der Crest-Faktor kalkuliert werden. Der Crest-Faktor beschreibt den Abstand zwischen dem Effektivwert eines Signalpegels und des möglichen Spitzenwertes, der bei der Übertragung auftreten kann. Damit die Analog- zu Digitalwandler nicht übersteuern, muss dieser Wert berechnet werden. Es gibt verschiedene Gründe, warum die Signalpegel schwanken können. Die Topologie der Signalkette spielt eine Rolle, also Länge der Leitungen, Anzahl der Teilnehmer, Lage der Einspeisung des Netzteils und das Datenaufkommen (Bild 20: Einfluss des Signalpegels und die Leitungsposition).

Beispiel: Übertragungspegel bei verschiedenen Leitungslängen

50 m Leitungslänge, Master am Anfang,
20 Teilnehmer über Leitung verteilt, Messpunkt
am Leitungsende

150 m Leitungslänge, Master am Anfang,
20 Teilnehmer über Leitung verteilt, Messpunkt
am Leitungsende

200 m Leitungslänge, Master am Anfang,
20 Teilnehmer über Leitung verteilt, Messpunkt
am Leitungsende

**Übertragungspegel ist abhängig von der
Leitungsposition**

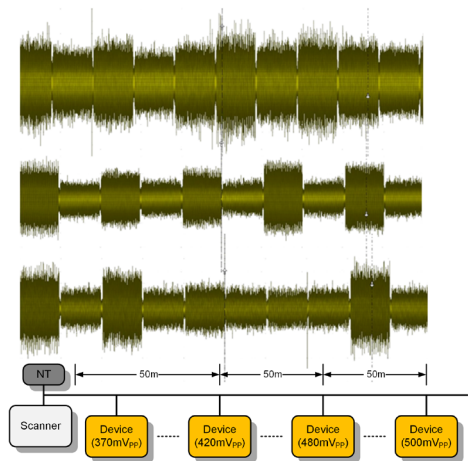


Bild 20: Einfluss des Signalpegels und die Leitungsposition

Die Steuerung der Empfangs- und Sendeverstärkung (RX-TX-Gain) sorgt für eine optimale Anpassung der Kommunikation an die Leitungsverhältnisse. Hierdurch wird eine Optimierung des RSSI erreicht. Der RX-Gain wird nach Erfassung der Signalamplitude des Übertragungskanals durch eine automatische Verstärkungsregelung (AGC) angepasst. Für die Einstellung des TX-Gain der Teilnehmer ist zu beachten, dass die Signal-Summe aller sendenden Teilnehmer einen mittleren Wert nicht überschreitet. Nur so wird der Master-Empfänger nicht übersteuert. Es ergibt sich folgender Dualismus: Ein Teilnehmer mit gutem Empfang, benötigt auch nur eine geringere Sendeleistung, um vom Master ausgewertet zu werden. Der Teilnehmer mit schlechterem Empfang muss mit einer größeren Leistung senden, damit keine Daten verloren gehen (siehe Bild 21: Abhängigkeiten von RX-TX-Gain verdeutlicht die Abhängigkeit der Einstellung für den RX-Gain zum TX-Gain der Teilnehmer).

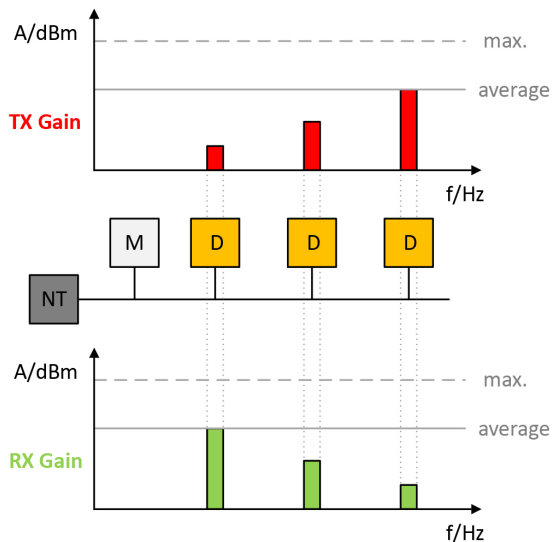


Bild 21: Abhängigkeiten von RX-TX-Gain

Verstärkungseinstellungen																	
RX_Gain	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
TX_Gain	15	15	15	15	15	10	7	5	3	2	1	0	0	0	0	0	

Tabelle 2: Asi-5 RX-TX-Gain Einstellungen

In flexiblen Netztopologien werden ortsabhängige und frequenzselektive Übertragungsmodi angewendet:

- OFDM orthogonales Mehrträgerverfahren mit DMT
- Zugriff Master und Teilnehmer durch Trägerzuweisung (DMT-A)
- Richtungstrennung durch Trennung der Zeit-Lagen (TDD)
- Adaptive Signalverstärkung: Sender und Empfänger passen sich an das Netzwerk an

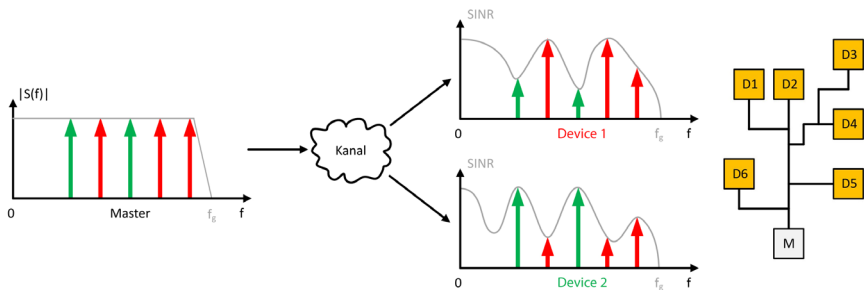


Bild 22: Signale in der Netzwerktopologie

1.10 Kommunikationskanäle

Asi-5 bietet zwei unterschiedliche, unabhängige Arten von Kommunikationskanälen an. Den Transport Channel (TC) für die regelmäßige Übertragung von Prozessdaten, Event-Flags und den Acyclic Management Channel

(AMC). Dieser agiert in nicht festgesetzten Intervallen. Der TC ist für die Kommunikation von dezidierten Kommandos, Parametern oder Ereignissen zuständig.

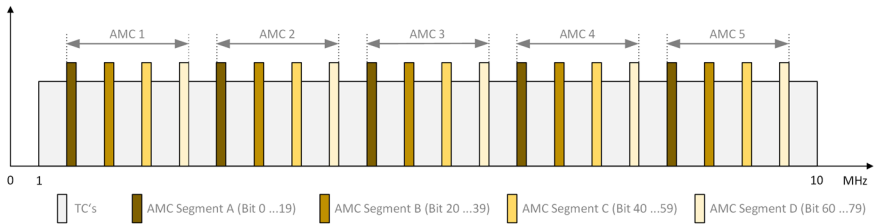


Bild 23: Darstellung TC/AMC Trägerverteilung

Der Transport Channel (TC) besteht aus redundanten Trägerfrequenzen, um unter dem Einfluss von Industrieumgebungen mit starken elektrischen Störfeldern zu funktionieren. Diese Träger sind in einem ASi-5 Subcycle gruppiert. Er wird von einer sogenannten Trainingssequenz eingeleitet und beinhaltet im Downlink den Informationsaustausch vom ASi-5 Master zum ASi-5 Teilnehmer. Im Uplink kehrt sich die Kommunikationsrichtung um, also von dem Teilnehmer zum Master. Dabei bilden bis zu vier Subcycles im Zeitmultiplexverfahren einen ASi-5 Cycle aus. In diesem können Prozessdaten von 16-Bit-Datenwortlänge als Telegramm gesendet werden. Damit eine größere Bandbreite in der Kommunikation erreicht wird, können Master und Teilnehmer mehrere Kanäle parallel betreiben – ein sogenanntes Channel Bundling. Bei diesem bidirektionalen Datenaustausch entfällt die Request-Response-Sequenz. Werden einzelne Bits im Telegramm nicht für einen wiederkehrenden Datenaustausch genutzt, dann sind diese frei für einen On Request Data Service (ORDS) des Acyclic Management Channel (AMC).

Der AMC bietet Kommunikationskanäle für alle ASi-5 Teilnehmer und ASi-5 Master. Die Daten der zusätzlich angebotenen Dienste sind sicher von den Prozessdaten getrennt. Diese Daten werden über die On Demand Communication Data (ODC) mittels eines ORDS auf Abruf versendet oder angefordert.