

**SIEMENS**



# SIPROTEC 5 Compact Effiziente Test- und Inbetriebsetzung

APN – C.003

# SIPROTEC 5 Compact Applikation

Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

---

## SIPROTEC 5 Compact Applikation

# Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact mit der DIGSI 5 Test Suite

APN-C.003, Edition 1

## Inhalt

1	Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact mit der DIGSI 5 Test Suite .....	3
1.1	Einleitung .....	3
1.2	Prüfung mit integrierter sekundärer Prüfeinheit (Testsequencer) .....	3
1.2.1	Integrierter Testsequencer .....	3
1.2.2	Einstellungen .....	3
1.2.3	Start einer Prüfsequenz für eine Schutzfunktionsprüfung .....	4
1.3	Hardwaretest .....	6
1.4	Funktions- und Schutzfunktionsprüfungen .....	8
1.5	Test der Kommunikation .....	9
1.6	Auswertung von Logikplänen (CFC-Debugging) .....	11
1.7	Zusammenfassung .....	12

# 1 Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact mit der DIGSI 5 Test Suite

## 1.1 Einleitung

Das Ziel umfangreicher Test- und Diagnosefunktionen, die dem Anwender bei SIPROTEC 5 Compact zusammen mit DIGSI 5 zur Verfügung stehen, ist die Verkürzung von Test- und Inbetriebsetzungszeit. Alle Testfunktionen sind in einer Testsuite in DIGSI 5 integriert. Somit kann das Engineering inklusive des Gerätetests mit einem Werkzeug erfolgen. Beispielhaft sollen hier die wichtigsten Funktionen aufgezählt werden. Je nach Gerätetyp gibt es noch weitere spezifische Testfunktionen.

Die weiteren SIPROTEC 5 Test und Inbetriebsetzung-Werkzeuge Web UI mit einer browserbasierenden Benutzeroberfläche und das SIPROTEC DigitalTwin für das virtuelle Testen sind in dieser Applikation nicht berücksichtigt, hierzu stehen zusätzliche Beschreibungen zur Verfügung.

## 1.2 Prüfung mit integrierter sekundärer Prüfeinheit (Testsequencer)

### 1.2.1 Integrierter Testsequencer

Der integrierte Testsequencer ermöglicht das Prüfen von Funktionen über den im Gerät integrierten Testsequencer. Normalerweise werden analoge und binäre Signale vom Prozess oder von einer externen Sekundärprüfeinrichtung ins Gerät eingespeist. Schutzfunktionsprüfung und Kommunikationsprüfung erfolgen bisher ausschließlich mit solchen Größen. SIPROTEC 5-Geräte gestatten es, in einem Simulationsbetrieb diese Größen durch Werte zu ersetzen, die aus einer integrierten Prüfeinrichtung gespeist werden. Dazu werden die analogen und binären Eingänge vom Prozess abgekoppelt und mit dem integrierten Testsequencer verbunden. Der Tester erstellt sich mit DIGSI 5 eine Testsequenz, z.B. einen Kurzschlussverlauf, lädt diesen ins Gerät und versetzt dieses in den Simulationsbetrieb.

Mit dem Testsequencer in DIGSI 5 lassen sich bis zu sechs Testschritte zu einer Testsequenz zusammensetzen. Dieser ins Gerät geladene Prüfverlauf wird dort in Echtzeit abgespielt und simuliert die Funktionen des Gerätes wie ein realer Verlauf an binären und analogen Eingängen. Schutzfunktionen, Steuerung, Logikfunktionen und Kommunikation lassen sich so ohne Sekundärprüfeinrichtung in Echtzeit testen. Gestartet wird der Prüfungsvorgang manuell von DIGSI 5 aus oder über einen Binäreingang gesteuert. Somit lässt sich auch das Zusammenspiel mehrerer Geräte testen.

### 1.2.2 Einstellungen

Die Einstellung von Test-Sequenzen können im Offline-Modus für spezielle Testfälle im Büro vorbereitet werden. Beispiel: Ein Schritt kann eine Vorfehlerbedingung mit normaler Last sein, der nächste Schritt ist die Fehlerbedingung mit einem Fehlerstrom und einer Unterschreitung der Fehlerspannung während des Fehlers, ein dritter Schritt könnte die Nachfehlerbedingung mit Nullstrom und Nennspannung sein. Diese vorgegebenen Messgrößen werden den Analogeingängen der sogenannten Messstellen des Geräts zugeordnet. Für jede Sequenz kann der Zustand der Binäreingänge des Gerätes gesetzt werden. Ist ein Binäreingang mit einem Blockierereignis belegt, kann getestet werden, ob diese Funktion im Fehlerfall wirklich blockiert ist.

# SIPROTEC 5 Compact Applikation

## Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

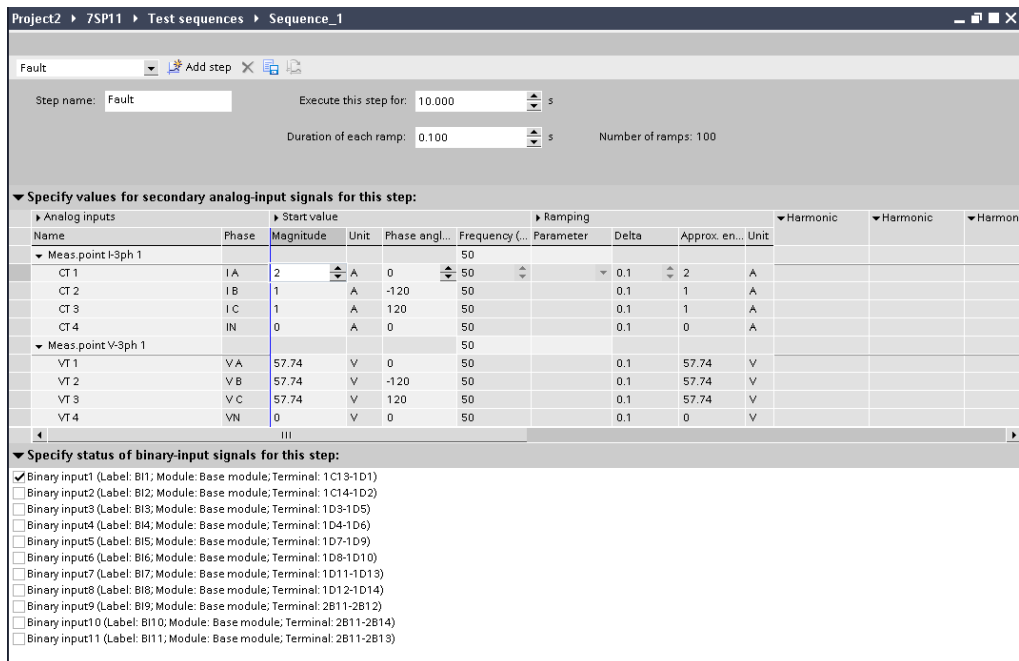


Abbildung 1: Editor für Prüfsequenzen in DIGSI 5

Abb. 1 zeigt einen Screenshot des Sequencers. Die Analoggrößen werden nach ihrer Höhe und dem Phasenwinkel für jeden Messpunkt eingestellt. Oberschwingungen können zu den Basisgrößen hinzugefügt werden. Als Alternative können Spannung oder Strom einer Rampenfunktion mit einer kontinuierlichen Signaländerung folgen. In diesem Fall wird der ungefähre Endwert der Rampe von DIGSI 5 berechnet. Es können ebenfalls verschiedene Frequenzwerte für Messpunkte verwendet werden, um z.B. die Synchronisierfunktion zu testen.

Die Binärsignale werden für jeden Binäreingang eingestellt, der mit Feldspannung AUS (spannungsloser Zustand) oder Feldspannung EIN (ein Zustand) zugeordnet werden kann. Dies simuliert die physische Eingangsspannung an einem Binäreingang.

Zur Unterstützung der CFC-Fehlersuche können auch interne Eingangssignale für die CFC-Pläne eingestellt werden. Diese internen Signale können ebenfalls Signale simulieren, die von einer GOOSE-Message kommen. Dieses Feature wird in Abbildung 1 nicht gezeigt.

Über diese Einstellungen wird ein Schritt einer Sequenz erstellt. Mit 'Add step' können weitere Schritte eingefügt werden. Eine komplette Prüfsequenz besteht aus einem bis zu sechs individuellen Prüfschritten. Eine Sequenz kann für einen spezifischen Testfall vorbereitet und gespeichert/exportiert werden, so ist eine Sequenz auch für andere Geräte verwendbar.

### 1.2.3 Start einer Prüfsequenz für eine Schutzfunktionsprüfung

Wir wollen eine Schutzfunktion mit einer Sequenz prüfen. Wir gehen in den Editor, um eine Schutzfunktionsprüfung durchzuführen (siehe Abbildung 2). DIGSI 5 muss im Dialog mit dem Gerät sein (hier über eine Ethernet-Schnittstelle im PC).

# SIPROTEC 5 Compact Applikation

## Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

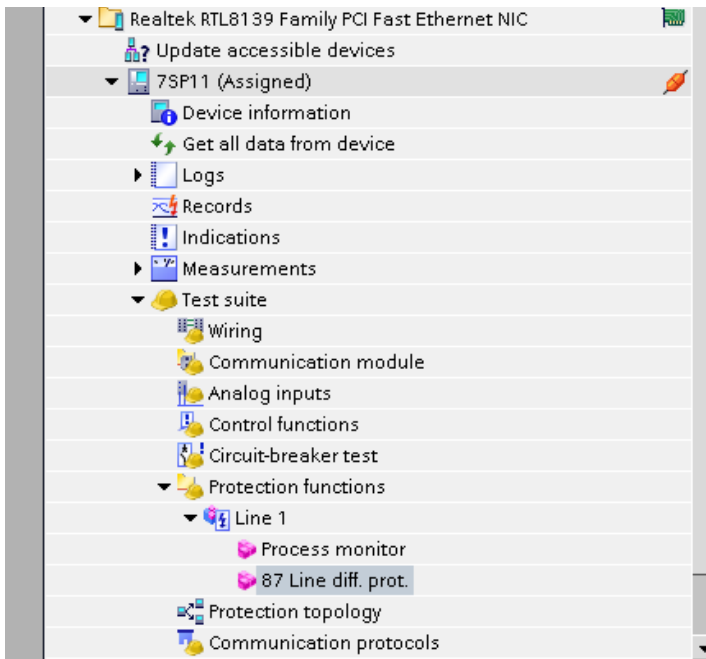


Abbildung 2: Öffnen Sie den Editor für die Prüfung von Schutzfunktionen.

In diesem Editor können wir von einer Testsequenz kommende Signale (rechte Seite) anstelle eines sekundären Messsystems verwenden.

In diesem Fall muss das Gerät ‚im Simulationsmodus neu gestartet‘ werden und läuft danach in einem speziellen Simulationsmodus. Nach dem Neustart des Geräts wird dieser Modus in DIGSI 5 und im Gerätedisplay angezeigt.

Wir beginnen eine Testsequenz mit DIGSI 5 über ein Signal an einem physischen Binäreingang (Eingang in DIGSI 5 wählbar) oder unmittelbar nachdem es in das Gerät geladen wurde. Die Verwendung eines Binäreingangs erlaubt die Durchführung eines Tests in mehreren Geräten gleichzeitig zum Prüfen der realisierten Lösung.

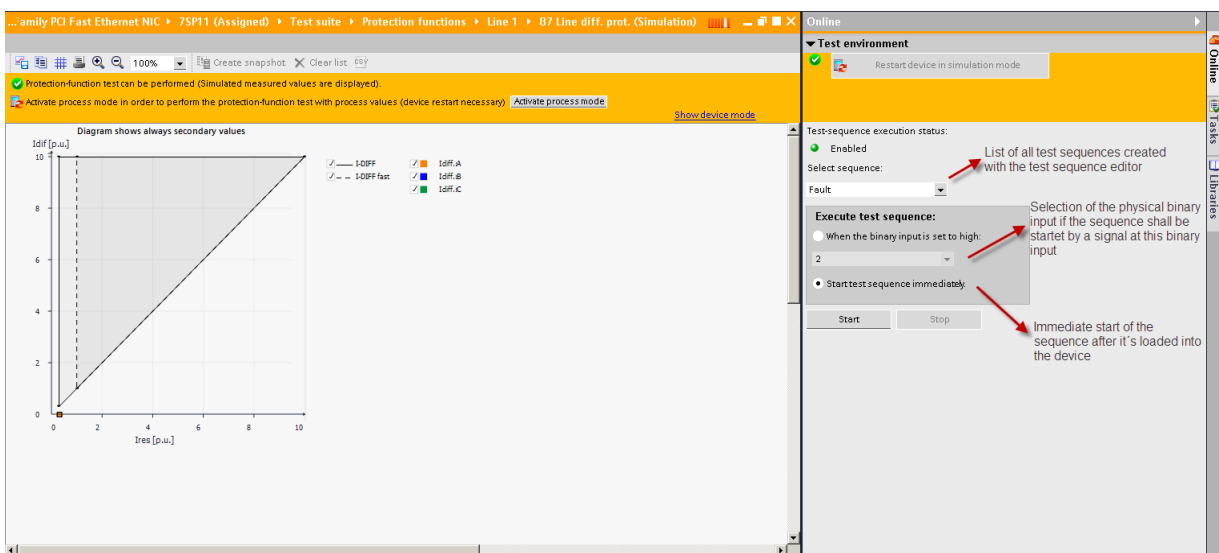


Abbildung 3: Prüfung einer Schutzfunktion mit einer vom Sequenz-Editor erstellten Testsequenz

Wir können die Reaktion der Schutzfunktion in der Auslösekennlinie in DIGSI 5 (Abbildung 4) überprüfen. Da alle Auslösemeldungen und ein Störschrieb erzeugt werden und das Gerät über Kommunikationsschnittstellen kommunizieren kann, können wir das Verhalten des Geräts für diese spezifische von der Simulationseinheit simulierte Fehlersituation vollständig untersuchen. Für diese Testfunktion ist kein sekundäres Messsystem nötig. Wenn die Tests

# SIPROTEC 5 Compact Applikation

## Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

beendet sind, wird das Gerät zurück in den Prozessbetrieb geschaltet und arbeitet mit Größen von den analogen und binären Geräteeingangsklemmen.

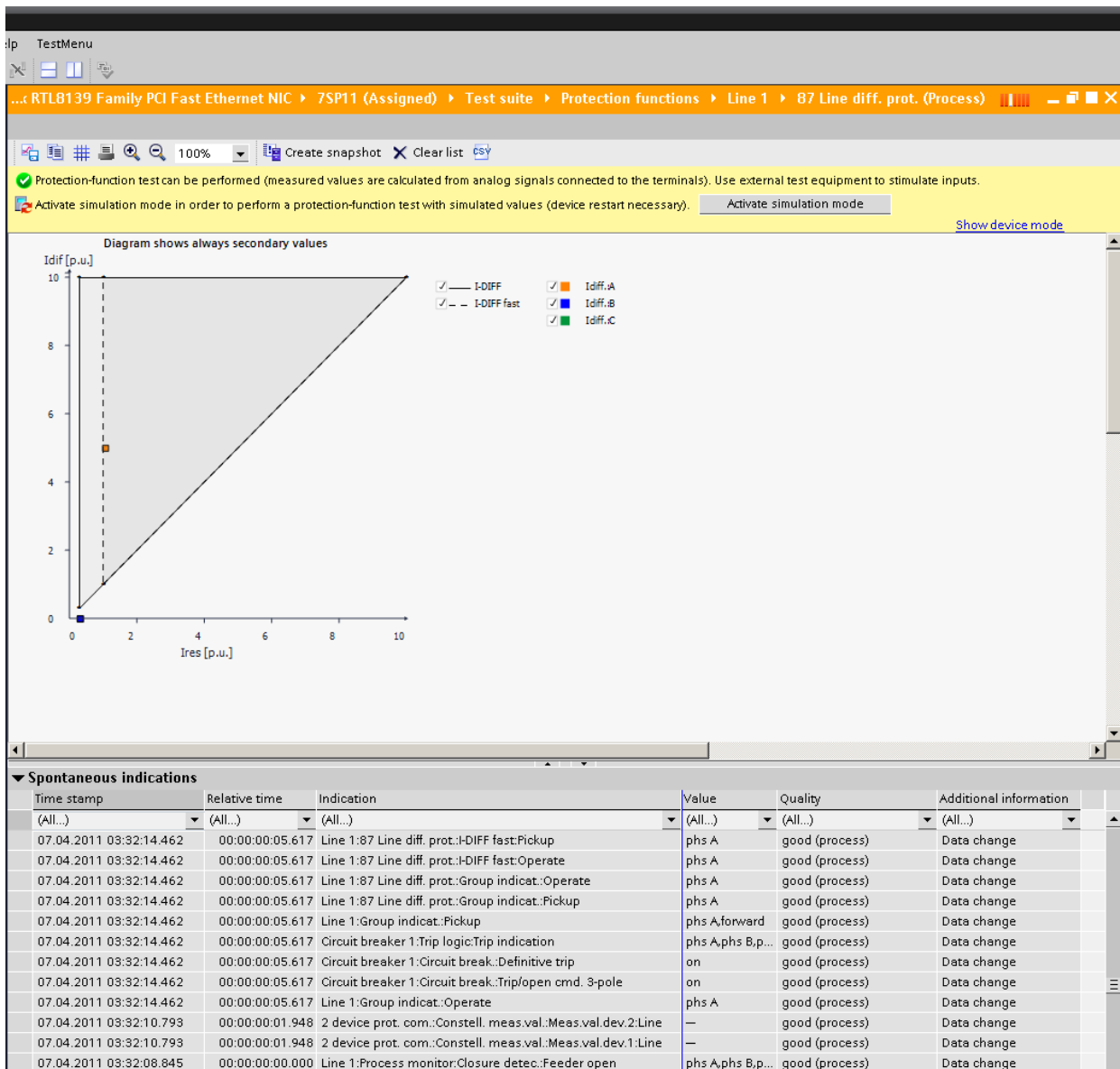


Abbildung 4: Prüfung einer Schutzfunktion mit einer Testsequenz Reaktion in der Auslösekennlinie und spontane Fehleranzeige des Gerätes

### 1.3 Hardwaretest

Beim Hardwaretest lässt sich der Zustand von Binäreingängen durch DIGSI 5 auslesen, Kontakte und LEDs können testweise geschaltet bzw. durch DIGSI 5 gesetzt werden. Die an Spannungs- und Stromeingängen gemessenen Größen werden in Zeigerdiagrammen dargestellt – eingeteilt nach Betrag und Phasenwinkel. Somit kann eine Vertauschung der Anschlüsse in der Messgrößenverdrahtung, die Schaltgruppe oder die Richtung zwischen Strom- und Spannung einfach erkannt und überprüft werden. Bei Geräten, die über Wirkverbindungen verbunden sind, können auch analoge Messstellen entfernter Enden als Zeiger dargestellt werden. Die Stabilität eines Differentialschutzes lässt sich damit einfach überprüfen.



# SIPROTEC 5 Compact Applikation

Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

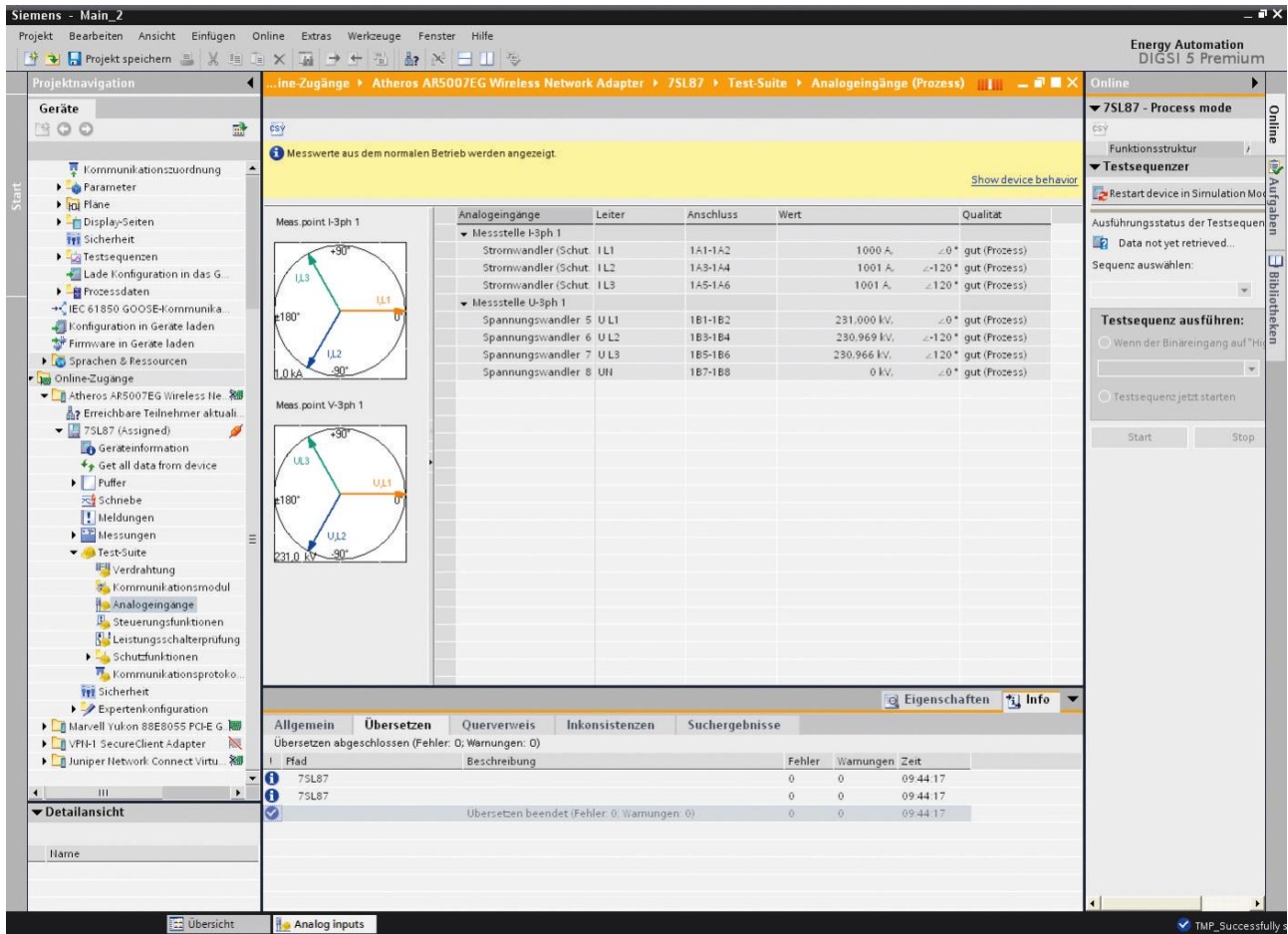


Abbildung 5: Anzeige von analogen Messstellen in Zeigerdiagrammen

Bevor der Testeditor für die Verdrahtung aktiviert wird, wird das Gerät in den Inbetriebsetzungsmodus geschaltet. Das Gerät startet nun neu. Der Zustand aller Ein- und Ausgänge wird gespeichert und wiederhergestellt, wenn der Test-Editor geschlossen wird. Dieser ist mit einem Time-out versehen, damit die Geräte nicht dauerhaft in diesem Zustand bleiben.

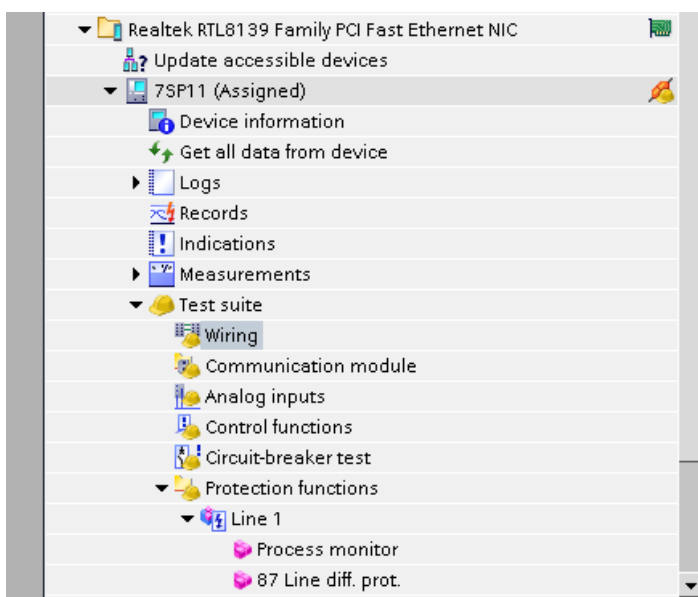


Abbildung 6: Test-Editor für den Verdrahtungstest in DIGSI 5

# SIPROTEC 5 Compact Applikation

## Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

In diesem Editor (siehe Abbildung 6) sind alle Eingänge und Ausgänge eines Geräts mit der Beschreibung der Klemmen und der Zuordnung in der Rangiermatrix in einer Tabelle aufgelistet. Weiterhin wird der Ist-Zustand der Ein- und Ausgänge in der Tabelle dargestellt. Der Zustand eines Binäreingangs kann überprüft werden, wenn ein Kontakt in einem anderen Gerät geschlossen ist. Dies kann durch einen ‚Neuen Wert‘ für diesen Kontakt im Test-Editor des anderen Geräts erzwungen werden, das zur selben Zeit online ist.

Binary inputs/outputs an...	Mapped to signal(s)	Terminal	Current value	New value
<b>Binary inputs</b>				
Binary input1		1C13-1D1	on	off
Binary input2		1C14-1D2	off	on
Binary input3		1D3-1D5	off	on
Binary input4		1D4-1D6	off	on
Binary input5		1D7-1D9	off	on
Binary input6		1D8-1D10	off	on
Binary input7		1D11-1D13	off	on
Binary input8		1D12-1D14	off	on
Binary input9		2B11-2B12	off	on
Binary input10		2B11-2B14	off	on
Binary input11		2B11-2B13	off	on
<b>Binary outputs</b>				
Binary output1		1B9-1B10	off	on
Binary output2		1B11-1B12	off	on
Binary output3	Line 1:87 Line diff. prot.:I-DIFF:Operate	1B14-1B13	off	on
Binary output4	Line 1:87 Line diff. prot.:I-DIFF fast:Operate	1C2-1C1	off	on
Binary output5		1C3-1C4-1C6	off	on
Binary output6		1C7-1C8-1C10	off	on
Binary output7		2B3-2B4	off	on
Binary output8		2B5-2B6-2B8	off	on
<b>LEDs</b>				
LED1	Line 1:87 Line diff. prot.:I-DIFF:Operate		on	off
LED2	Line 1:87 Line diff. prot.:I-DIFF fast:Operate		on	off
LED3	Line 1:87 Line diff. prot.:I-DIFF:Inactive		on	off
LED4	Line 1:87 Line diff. prot.:I-DIFF fast:Inactive		on	off
LED5			off	on
LED6			off	on
LED7			off	on
LED8			off	on
LED9			off	on
LED10			off	on
LED11			off	on
LED12			off	on
LED13			off	on
LED14			off	on
LED15	2 device prot. com.:Device combin.:Device 1 available		on	off
LED16	2 device prot. com.:Device combin.:Device 2 available		on	off

Abbildung 7: Verdrahtungstest-Editor für die Überwachung und Prüfung binärer Eingänge, binärer Ausgänge und LED

## 1.4 Funktions- und Schutzfunktionsprüfungen

Die grafische Darstellung von Kennlinien bzw. Diagrammen von Schutzfunktionen unterstützt nicht nur den Parametrierer, sondern auch den Tester der Schutzfunktionen. Bei dieser Prüfung wird der Arbeitspunkt einer Schutzfunktion in den Diagrammen grafisch dargestellt, z.B. die berechnete Impedanz eines Distanzschutzes im Zonendiagramm. Zusätzlich werden Meldungen der Schutzfunktion protokolliert, z.B. deren Anregung oder Auslösung. Durchführen lässt sich dieser Test mit Signalen vom Prozess oder mit der integrierten Prüfeinrichtung des Gerätes.



# SIPROTEC 5 Compact Applikation

## Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

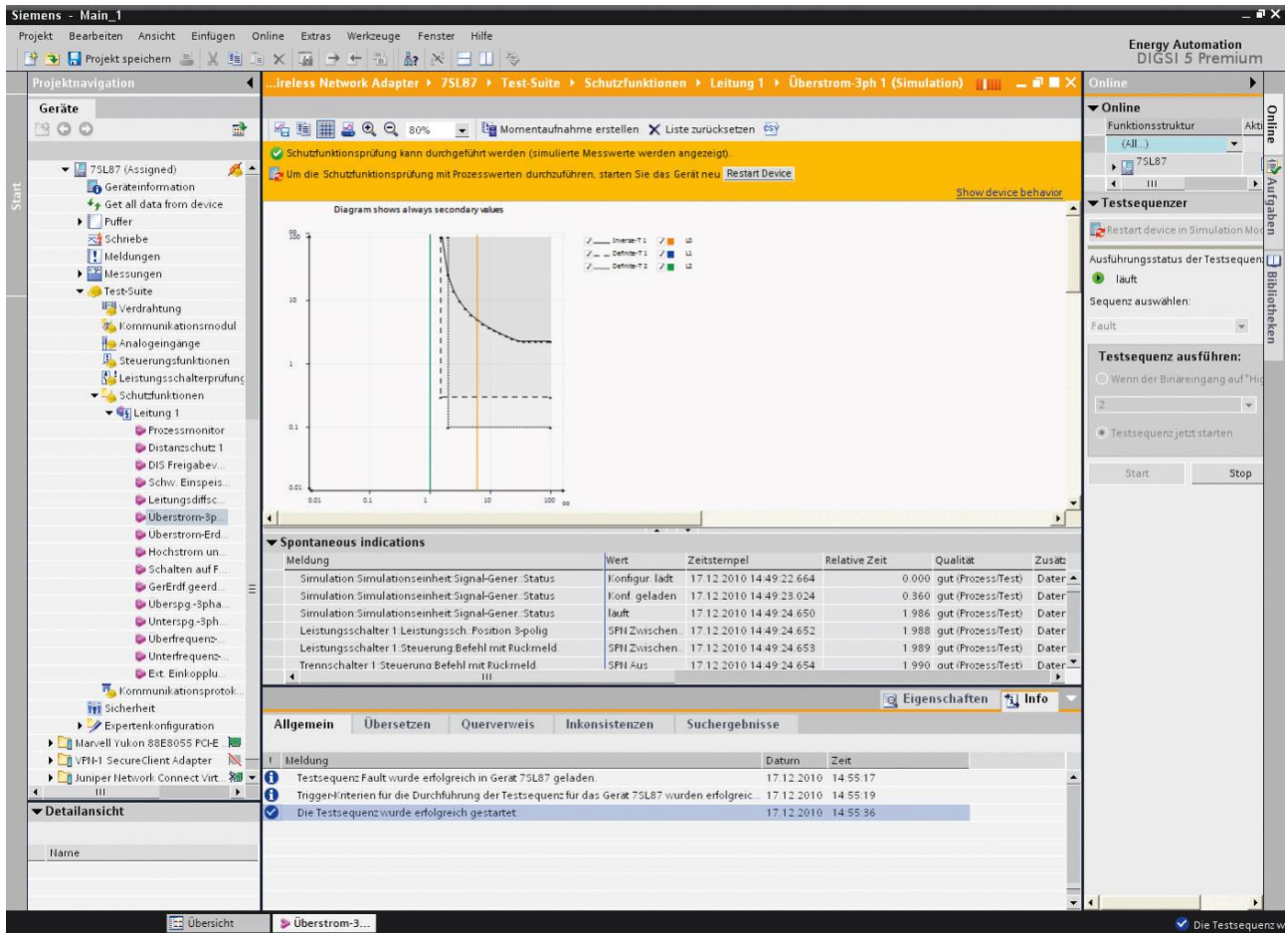


Abbildung 8: Schutzfunktionsprüfung mit Arbeitspunkt der Schutzfunktion

## 1.5 Test der Kommunikation

Da die Kommunikation integraler Bestandteil der Geräte ist und diese untereinander oder mit einer Leittechnik in Verbindung stehen. Diese Schnittstellen können seriell z.B. über das IEC 60850-5-103 Protokoll oder über Ethernet zu einem Client mit IEC 61850 Protokoll an ein Stationsleitgerät angeschlossen sein. Geräte können ebenso mit IEC 61850 GOOSE-Messages oder mit Wirkschnittstellen (PI) in einem Punkt zu Punkt-Verbindung miteinander kommunizieren. Die Kommunikation muss bei der Inbetriebsetzung vollständig geprüft und während des Betriebs ständig überwacht werden. Die integrierten Prüfhilfen unterstützen den Anwender in der effizienten Überprüfung und Überwachung der Kommunikationswege.

Die Abbildung 7 zeigt den Zugriff auf den Editor zur Kommunikationsprüfung. DIGSI 5 ist im Dialog mit dem Gerät. Nach dem Öffnen des Editors muss das Gerät in den Inbetriebsetzungsmodus geschaltet werden, was das Zurücksetzen des Geräts zur Folge hat. Anschließend befindet sich das Gerät in einem speziellen Betriebsmodus, der stimulierende Signale erlaubt. Ordnet man diese Signale Kommunikationsschnittstellen zu, werden sie mit dem spezifischen Protokoll über diese Schnittstellen ausgesendet.

# SIPROTEC 5 Compact Applikation

Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

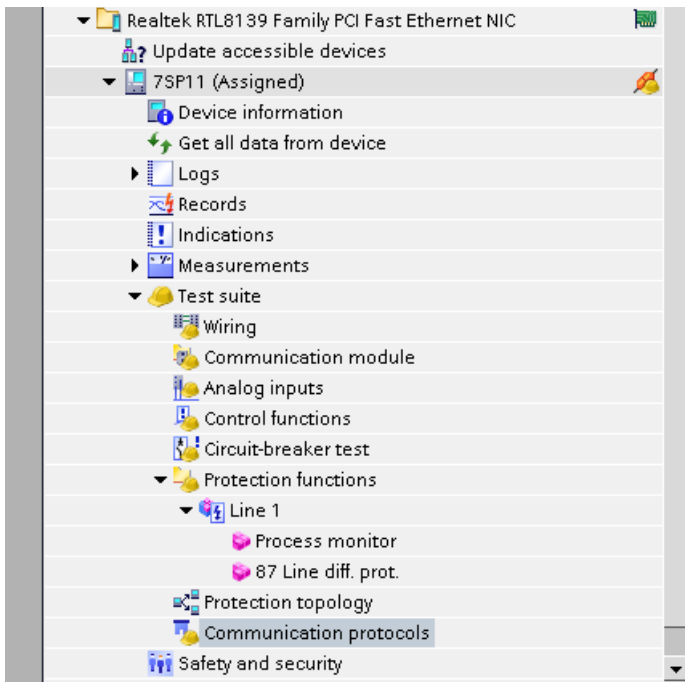


Abbildung 9: Öffnen des Testeditors für Kommunikationsprotokolle in DIGSI 5

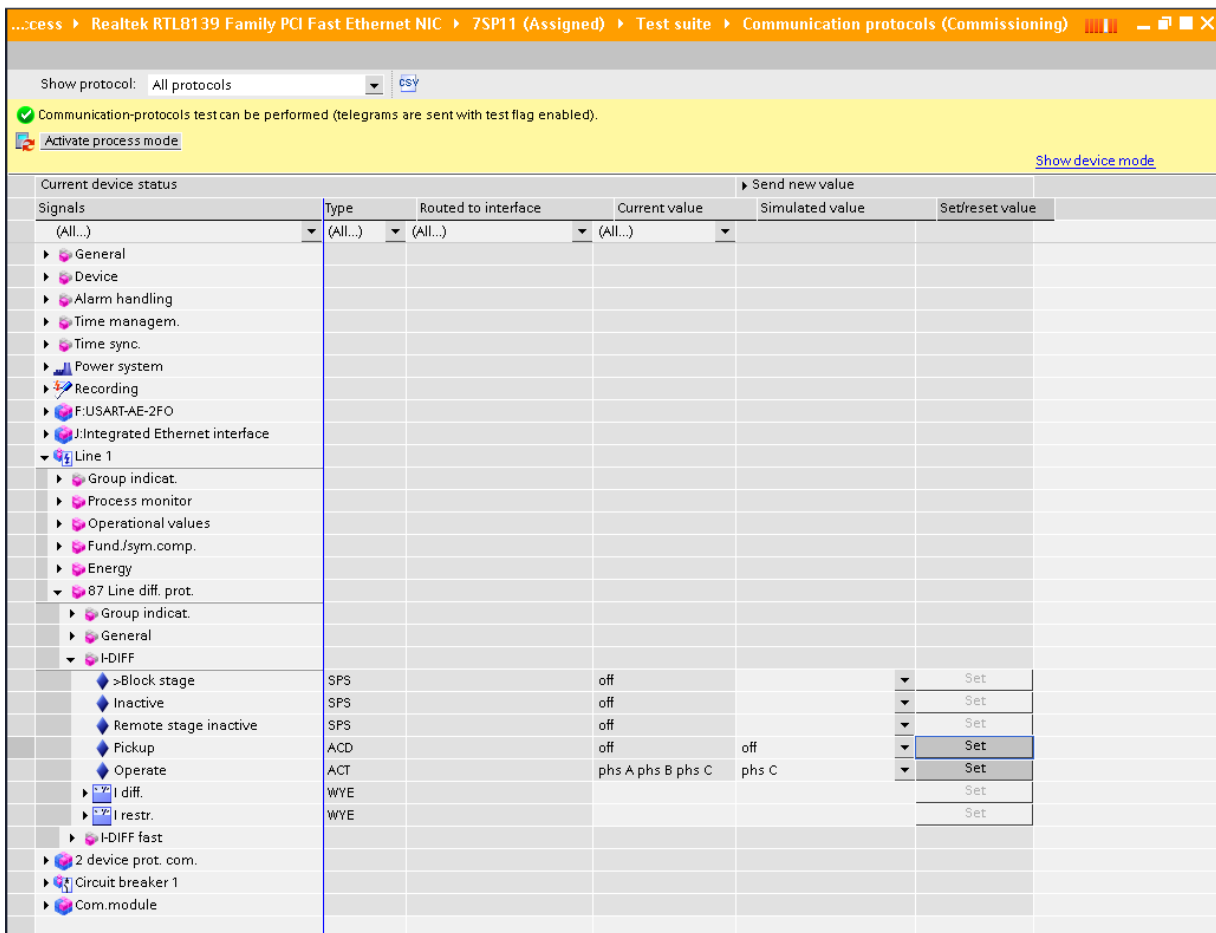


Abbildung 10: Testeditor für Kommunikationsprotokolle in DIGSI 5

# SIPROTEC 5 Compact Applikation

## Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

Die linke Zeile zeigt eine Liste aller verfügbaren Signale im Gerät, die während der Prüfung ein- oder zurückgestellt werden können. Der Signaltyp wird ebenso dargestellt, um zu zeigen, ob es sich um einen Binärsignaltyp (z.B. SPS) oder einen Messwertsignaltyp (z.B. Stern) handelt. Die nächste Zeile zeigt, ob das Signal beim Rangieren der Kommunikation zu einer Kommunikationsschnittstelle weitergegeben wird. Signale für IEC 61850 sind spezielle Fälle. Da Protokolle von einem Client dynamisch erzeugt werden können, gibt es in DISGI 5 kein Prerouting und es wird deshalb in dieser Zeile nicht aufgeführt.

Der aktuelle und der neue Zustand werden in der nächsten Spalte dargestellt und können dort eingestellt werden. Mit Hilfe des Startknopfes wird das Signal vom aktuellen Zustand in den neuen Zustand umgeschaltet und über die Kommunikationsverbindung übermittelt, wenn es einer oder mehreren Schnittstellen zugeordnet wurde.

## 1.6 Auswertung von Logikplänen (CFC-Debugging)

Als Funktionspläne (CFC) erstellte Logikpläne lassen sich offline in DIGSI 5 testen. Dazu können mit dem DIGSI 5-Sequencer Testsequenzen erzeugt werden, die an logischen Eingängen des Funktionsplans oder an den analogen und binären Eingängen des Gerätes wirken. Damit lässt sich nicht nur der Funktionsplan, sondern auch das Zusammenspiel mit vor- und nachgeschalteten Funktionen testen. Während dieser Prüfung wird der Wert von Variablen angezeigt und deren zeitlicher Verlauf in Schrieben protokolliert, die später z.B. mit SIGRA analysiert werden können. So lassen sich auch komplexe Zeitabhängigkeiten einfach analysieren. Funktionspläne (CFC) lassen sich damit offline im Büro erstellen und testen, ohne ein Gerät zu benötigen.

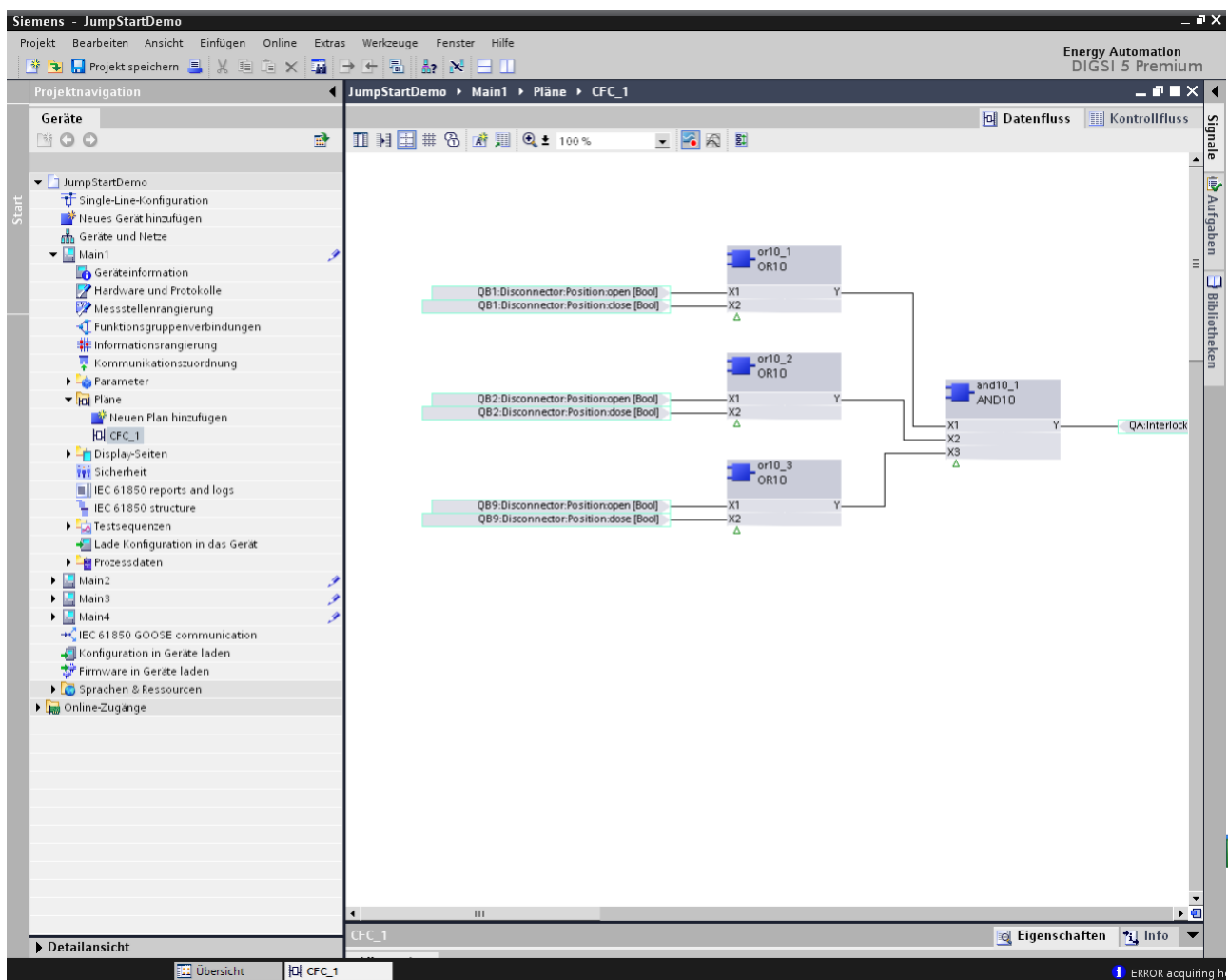


Abbildung 11: Einfaches Analysieren von Funktionsplänen

# SIPROTEC 5 Compact Applikation

## Effiziente Test- und Inbetriebsetzung von SIPROTEC 5 Compact

---

### 1.7 Zusammenfassung

Für SIPROTEC 5 Compact mit der DIGSI 5 Test Suite stehen diverse Test-Editoren zur Verfügung, um die Geräte während der Inbetriebsetzung und von Zeit zu Zeit während des Betriebs zu prüfen. Diese Test-Features helfen, die Hardwareverdrahtung, die Funktionalität der Applikationen und die Kommunikation zu einem Stationsleitsystem oder zu anderen Geräten (z.B. Verwendung von GOOSE-Messages) zu prüfen.

Das bedeutet:

- Erhebliche Verkürzung der Test- und Inbetriebsetzungszeit
- IBS-Unterstützungspersonal in der Gegenstation ist nicht zwingend notwendig
- Die durchgeführten Testroutinen sind dokumentiert.
- Prüfung mittels Sekundärprüfeinrichtung wird nahezu überflüssig.

Zusätzlich kann die volle Funktionalität der DIGSI 5 Test Suite rund um die Uhr, von überall aus und ohne Hardware mittels SIPROTEC DigitalTwin genutzt werden.

**Herausgeber**

Siemens AG 2021

Smart Infrastructure  
Digital Grid  
Automation Products  
Humboldtstr. 59  
90459 Nürnberg, Deutschland

[www.siemens.de/siprotec](http://www.siemens.de/siprotec)

Unser Customer Support Center  
unterstützt Sie rund um die Uhr.  
Siemens AG  
Smart Infrastructure – Digital Grid  
Customer Support Center  
+49 911 2155 4466  
E-Mail:  
[energy.automation@siemens.com](mailto:energy.automation@siemens.com)

Für alle Produkte, die IT-Sicherheitsfunktionen der  
OpenSSL beinhalten, gilt Folgendes:

This product includes software developed by the  
OpenSSL Project for use in the OpenSSL Toolkit.  
(<http://www.openssl.org>)

This product includes cryptographic software  
written by Eric Young ([eay@cryptsoft.com](mailto:eay@cryptsoft.com))

This product includes software written  
by Tim Hudson ([tjh@cryptsoft.com](mailto:tjh@cryptsoft.com))

This product includes software developed  
by Bodo Moeller.