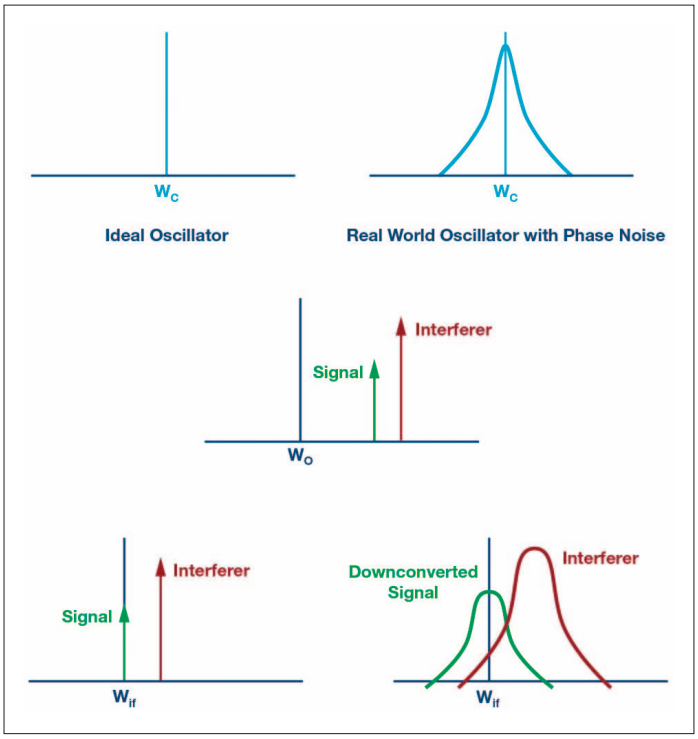
Robuste drahtlose Kommunikation für Industrie 4.0

Industrie 4.0 oder Smart Industry wird als neue industrielle Revolution angekündigt, vorhandene Systeme miteinander vernetzt, um cyber-physische Systeme zu erstellen. Die Basis dafür ist eine zuverlässige Kommunikationsinfrastruktur

Die erste industrielle Revolution war eine Konvergenz verschiedener Technologien, mit denen sich der Wandel von Handarbeit zu Dampfantrieb vollzog. Auch heute gibt es eine Konvergenz von verschiedenen Technologien, einschließlich Sensortechnik, Kommunikation und Verarbeitung großer Datenmengen, die als Bausteine von Industrie 4.0 gelten. Durch Hinzufügen von Konnektivität zu eingebetteten Systemen und der Fähigkeit, Daten in Echtzeit zu extrahieren, können theoretisch Effizienzgewinne von bis zu 30% erzielt werden. Die Daten können nicht nur den Herstellungsprozess optimieren, sondern auch Entscheidungen vereinfachen.

Grundlage von Industrie 4.0

ist eine zuverlässige Kommunikationsinfrastruktur. Diese Infrastruktur ermöglicht Entscheidungsträgern, Daten von Maschinen, Feldgeräten und Fabriken zu extrahieren. Wie im Abschlussbericht der Arbeitsgruppe Industrie 4.0 vermerkt, ist es die Vernetzung, die zur „Konvergenz der physische Welt und der virtuellen Welt (Cyberspace) in Form von physischen Systemen“ führt und erklärt: „Zuverlässige, umfassende und hochqualitative Kommunikationsnetze sind eine zentrale Voraussetzung für Industrie 4.0.“ Die drahtlose Sub-GHz-Konnektivität hat das automatisierte Fertigen bereits erreicht. Messung und Fernerkundung, z.B. Strukturüberwachung, sind hier zu nennen.



Drahtlose Geräte

verwenden Sensoren zur Messung und Quantifizierung der physischen Welt und senden diese Daten an einen Collector-Knoten oder ein Gateway, von wo sie zur Aggregation und Verarbeitung in die Cloud gesendet werden. Funk-Lösungen ermöglichen Fortschritte in der Fabrikautomation und im Versand. Es wird erwartet, dass drahtlose Geräte zunehmen, um die vielfältigen Anforderungen in der Produktion, aber auch auf vielen anderen Gebieten zu erfüllen.

Auf die Empfindlichkeit achten

Bei der Entwicklung eines drahtlosen Systems berücksichtigen die Ingenieure viele Faktoren. Schließlich kann man eine Reihe von Parametern ändern, wie z.B. die Sendeleistung oder die Empfangsempfindlichkeit oder beides. Vorschriften jedoch beschränken die Sendeleistung und Komponenten wie Hochleistungsantennen und externe LNAs können sich erheblich auf die Kosten auswirken. Bei der Auswahl eines Funkempfängers müssen Ingenieure daher auf die Empfindlichkeit achten. Doch damit nicht genug. Für die Konnektivität in industriellen Systemen benötigt man zuverlässige Funkverbindungen, und dieser Punkt ist besonders kritisch.

Die Aufrechterhaltung einer zuverlässigen Kommunikation

kann eine Herausforderung sein, da die HF-Umgebung insbesondere im Industriebereich mit relativ vielen und starken Störungen angereichert sein kann. Das nichtlizenzierte industrielle, wissenschaftliche und medizinische Band bei 2,4 GHz (ISM) erfreut sich einer wachsenden Anzahl an Benutzern seit seiner Einführung im Jahr 1985. Es gibt mehrere potenzielle Störquellen. Diese Funkgeräte müssen gegen unbeabsichtigte Funkstörungen ankämpfen, u. a. gegen Aussendungen anderer aktiver HF-Geräte, die möglicherweise im selben Band oft mit proprietären Protokollen arbeiten. Interferenzen können die Kommunikationsreichweite stark reduzieren. Größere, dichtere Netzwerke bedeuten auch mehr Sende-Knoten in unmittelbarer Nähe und wecken daher ein größeres Bedürfnis nach besserer Empfangs-Performance. Eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Störern ist äußerst wünschenswert.

Man kann die erforderliche Anzahl von Repeater-Knoten verringern und mehr Endpunkte pro Tor aktivieren. Dies führt zu einer stabileren Netzwerkabdeckung mit weniger „schwarzen Flecken“.

Bei zuverlässigen Funkverbindungen gehen weniger Pakete verloren, was weniger Neuübertragungen von Paketen und ein insgesamt effizienteres System bewirkt.

Die Leistung eines Empfängers verstehen

bedeutet in diesem Kontext, sich dem Datenblatt zuzuwenden und die Selektivitäts- und Blockierungsangaben zu betrachten. Für einen Funkempfänger ist die HF-Selektivität die Fähigkeit, das gewünschte Signal von unerwünschten Signalquellen, die auf anderen Kanälen senden, zu unterscheiden. Die Unterdrückung von Nachbarkanälen (Adjacent Channel Rejection, ACR) beschreibt die

---

Quelle:
Robust Wireless Communication for Industry 4.0
By Sean O'Connell, Analog Devices, Inc.
übersetzt von FS

Analog Devices
www.analog.com

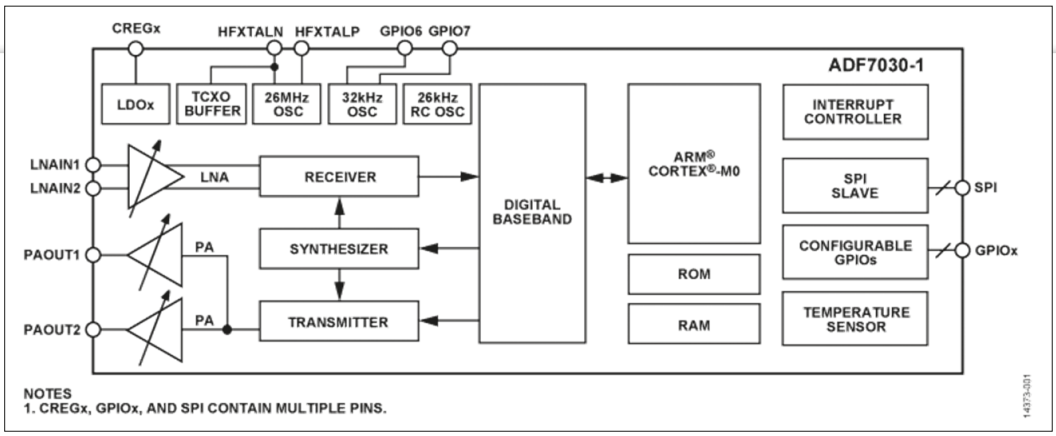


Bild 1: Grundaufbau des ADF7030-1

Fähigkeit eines Empfängers, ein gewünschtes Signal in einem Kanal zu empfangen, wenn ein Störsignal in einem direkt benachbarten Kanal aktiv ist. Je größer die Unterdrückung, desto besser die Empfängerleistung bei Vorhandensein von Störern.

Das Blockieren bezieht sich auf weiter entfernte und außerhalb des Empfangsbereichs liegende Störer. Sogar in mehreren Megahertz Abstand auftretende Hochleistungsstörungen können die Kommunikation beeinträchtigen und dazu führen, dass Pakete verloren gehen.

Ein Parameter, der entscheidend ist, um gute Blockierungs- und Selektivitätswerte zu erzielen, ist das Phasenrauschen im HF-System. Phasenrauschen, das von kurzzeitigen Phasenschwankungen in einem Oszillatorsignal herrührt, bildet Seitenbänder unter- und oberhalb des Nutzsignals. Phasenrauschen wird normalerweise relativ zum Träger in dBc/Hz angegeben. Man misst also die Rauschleistung in einer bestimmten engen Bandbreite bei einem bestimmten Versatz vom Träger und rechnet auf die 1-Hz-Bandbreite um. Dieses Rauschen wirkt sich auf die Leistung des Empfängers aus, indem es über den Mischer in den Empfangskanal gelangt, wie in der Aufmachergrafik gezeigt. Der Endeffekt ist ein Erhöhen des Grundrauschens. In einem Empfänger kann, wenn das Nutzsignal auf die Zwischenfrequenz herunterkonvertiert wird, ein Störer oder der Teil eines Störers nicht mehr herausgefiltert werden.

Die Frontend-Linearität eines Empfängers wirkt sich ebenfalls auf die Belastbarkeit gegenüber nahegelegenen Störern aus. Für Funknetze mit Frequenzen unter 1 GHz kann ein solcher Störer z. B. aus dem LTE-Spektrum stammen. Ein Maß für die Linearität des Empfängers ist der Eingangs-Interceptpunkt dritter Ordnung (IIP3). Der RX/TX-Chip ADF7030-1 von Analog Devices versucht, diese Herausforderung zu bewältigen.

Der ADF7030-1

ist ein vollständig integrierter Sub-GHz-Transceiver. Er eignet sich für Anwendungen in den ISM-, SRD- und lizenzierten Bändern 169,4...169,6, 426...470 und 863...960 MHz. Er unterstützt Standardprotokolle wie IEEE802.15.4g, bietet aber auch Flexibilität zur Unterstützung einer breiten Reihe von proprietären Protokollen. Die weitgehend konfigurierbare niedrige Zwischenfrequenz (IF) unterstützt eine große Bandbreite von Empfängerkanalbreiten von 2,6 bis 738 kHz. Dieser Bereich ermöglicht es dem ADF7030-1, die Spielarten ultranarrow-band, narrow-band und broad-band zu unterstützen. Er wurde entwickelt, um erstklassiges Blocking zu erreichen und bietet eine hervorragende Empfindlichkeit.

Bild 1 zeigt den Blockaufbau. Das leistungsstarke analoge Frontend (AFE) punktet mit geringem Stromverbrauch. Der ADF7030-1 verwendet ADCs mit hohem Dynamikbereich und analogen komplexen Anti-aliasing-Filtern mit QEC und Filtern in digitalen Kanälen, um unerwünschte Signale zu entfernen. Mit diesen Techniken kann der ADF7030-1 bis zu 102 dB Blocking-Abstand bei ±20 MHz Offset und bis zu 66 dB Nachbartkanaldämpfung erreichen.

Für eine hohe Performance bei allen Signalbandbreiten und in allen Frequenzbändern verwendet der ADF7030-1 eine konfigurierbare VLIF-Empfängerarchitektur (Very Low Intermediate Frequency) mit Dualband-LO-Pfaden. Diese möglicht es dem ADF7030-1, eine Vielzahl von Anwendungen zu unterstützen. Bild 2 vermittelt einen Eindruck von der ADF7030-1-ACR im Vergleich zu Wettbewerbern. Der ADF7030-1 bietet eine hohe Unterdrückung und verfügt über einen IIP3-Wert von -8,5 dBm bei maximaler Empfangsverstärkung. Dies erlaubt es den Endbenutzern. die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen und beseitigt den Bedarf an teuren externen Komponenten wie SAW-Filtern.

Ein Beispiel für Anwendungen ist die ETSI-Klasse 1 mit einem Kanalabstand von 25 kHz. Dies erfordert 60 dB Nachbarkanalunterdrückung und 84 dB Selektivität. Der ADF7030-1 übertrifft diese Anforderungen deutlich.

Industrie 4.0 fordert Ingenieure auf, innovativ und überzeugend Lösungen für die nächste Generation vernetzter und intelligenter Geräte zu entwickeln. Die Gewährleistung einer robusten und zuverlässigen Kommunikation ist der Schlüssel zu dieser vernetzten Welt und um das Internet der Dinge und Dienste von Industrie 4.0 zu bedienen. ◀

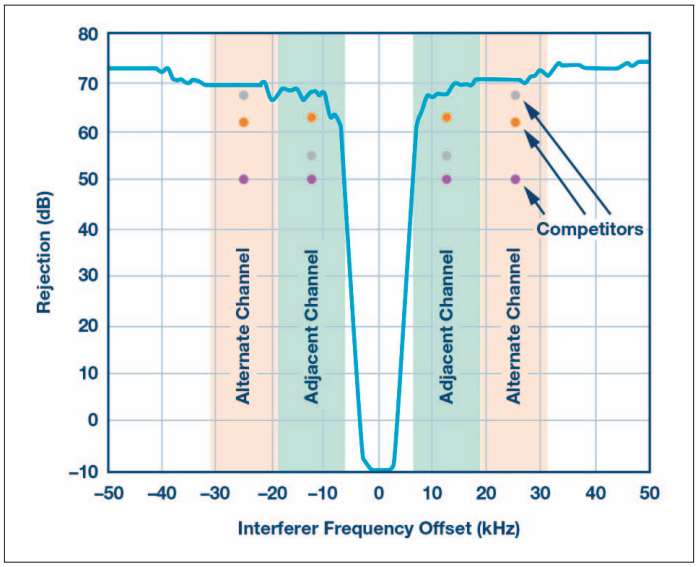


Bild 2: Zur ACR des ADF7030-1

Über den Autor

Sean O'Connell absolvierte das University College Cork mit einem Abschluss in Elektrotechnik und Elektronik. Er arbeitet als Produktanwendungstechniker in der IoT Solutions und Security Group, die HF-Transceiver mit geringem Stromverbrauch unterstütz. Er ist erreichbar unter sean.oconnell@analog.com.