

Wenn Reifendruck-Kontrollsysteme an ihre Grenzen stoßen

Mit POD auf Nummer Sicher

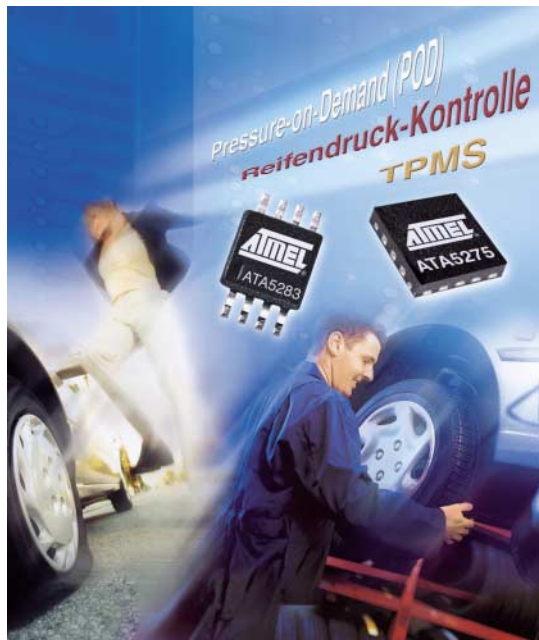
Mittlerweile sind auf dem Markt verschiedene Reifendruck-Kontrollsysteme (TPMS) in unterschiedlichen Preis- und Ausstattungsklassen erhältlich. In dem folgenden Beitrag gibt elektronik industrie zunächst einen Überblick und erläutert dann ein POD-System (POD: Pressure on Demand), bei dem jederzeit die aktuellen temperaturkompensierten Druckdaten für jeden einzelnen Reifen zur Verfügung stehen.

Bei einem TPMS-System zur direkten Reifendruckkontrolle (TPM, Tire Pressure Measurement) werden Druck- und Temperaturmess-Einrichtungen verwendet, die in jedem Rad angebracht sind und die den Luftdruck bzw. die Temperatur in jedem Reifen direkt messen. Reifendruck und Temperatur werden miteinander verrechnet und der so ermittelte Druck drahtlos zum UHF-Empfangsmodul im Auto übertragen. Anschließend werden die Informationen verarbeitet und dem Fahrer angezeigt.

Die Übertragung mit Standard-Datenraten zwischen 2,4 und 9,6 kBaud erfolgt dabei heutzutage mit Frequenzen von 315 und 433 MHz sowie den Modulationsverfahren ASK oder FSK, wobei ein allgemeiner Trend zum FSK-Modus besteht.

Heute verwendete typische Systeme zur direkten Messung erfordern die Sensor-Aktivierung durch Rotationsbewegung unter Verwendung von Roll-Schaltern. Diese sprechen erst mit Zeitverzögerung an und führen zu einer Anzeige ab einer Minimalgeschwindigkeit. Bei den neuesten Systemen wird der Reifendruck auch im Parkzustand des Autos weiter im Abstand von einigen Minuten kontrolliert, wodurch die aktuellen Reifendruckdaten beim Starten des Autos unmittelbar zur Verfügung stehen.

Im Vergleich zu einem indirekten System, das die Daten des ABS-Systems auswertet,



weist ein direktes System diverse Vorteile auf:

- ▶ Alle Reifen können voneinander unabhängig kontrolliert werden.
- ▶ Reifendruck und Lufttemperatur lassen sich mit hoher Messgenauigkeit erfassen, wobei im Rahmen der Druckkalibrierung die Korrelation des Drucks zur Temperatur berücksichtigt wird.
- ▶ Im Gegensatz zum indirekten Verfahren ist beim direkten System die Anzeige wenige Minuten nach einem Reifenwechsel möglich.

Komponenten des Sensor-Mess-Systems

Druckmesser (so genannte Sensor-Module) enthalten die folgenden Bausteine:

- ▶ Druck-/Temperatur-Sensoren
- ▶ Roll-Schalter bzw. Beschleunigungssensoren
- ▶ Aufweck-Eingang (Wake-up-Input)
- ▶ Steuereinheit

- ▶ HF-Transmitter (ggf. mit einem HF-Quarz, falls ein Transmitter auf PLL-Basis verwendet wird)
- ▶ Timer

Durch die Zentrifugalkräfte des Rades schaltet der Roll-Schalter den Drucksensor ein. Während frühere Sensor-Generationen oft auf mechanischen Bewegungssensoren basierten, enthalten die Module nach dem aktuellen Stand der Technik einen elektronischen Roll-Schalter, der in MEMS-Technologie realisiert ist. In den ersten Reifendruck-Messsystemen wurden Hall-Sensoren als kontaktlose Magnetsensoren für die Aufweck-Elektronik verwendet. Mit diesen Sensoren ist es möglich, die Sender-Module in kurzen Abständen zu Testzwecken in der Produktion und beim Service zu triggern. Eine andere Lösung verwendet eine integrierte 125-kHz-Transponder-Schnittstelle für sehr kurze Distanzen. Diese Lösung erlaubt nur die Übertragung über kurze Entfernungen und erhöht die Bauelemente- sowie die Systemkosten.

Um diese Nachteile zu beseitigen, hat Atmel den batteriebetriebenen Niederfrequenzempfänger-IC ATA5283 entwickelt, der in der Lage ist, sowohl während der Produktion und im Service als auch zum Auslösen der Mess- und Sendeprozedur ▶

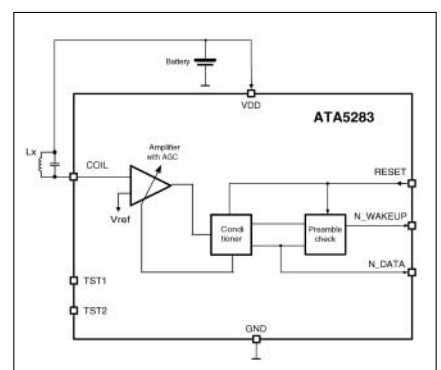


Bild 1: Blockdiagramm des ATA5283.

▶ AUTOR

Martin Motz ist Marketing Manager für TPMS bei Atmel in Heilbronn.



all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG



Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!



KOMPAKT

Ein POD-TPMS liefert bei Bedarf jederzeit die Druck-Daten für jeden einzelnen Reifen. Ein derartiges System lässt sich mit den ICs ATA5283 und ATA5275 realisieren.

beim Fahren über eine Entfernung von deutlich mehr als einem Meter Daten von einem Abfragemodul im Radkasten zu empfangen. Des Weiteren entwickelte Atmel ein Niederfrequenz-Antennentreiber-IC für die Abfragestation (Trigger-IC). Die Genauigkeit der Druckmessung beträgt bei direkten TPMS-Systemen ungefähr $\pm 0,2$ bar. Die meisten Geräte messen auch die Temperatur, da sich die Temperatur der Reifen während der Fahrt erhöht und der Druck ansteigt. Wenn ein Reifen mit deutlich zu geringem Reifendruck benutzt wird, werden die Seitenwände sehr stark beansprucht, und die Lufttemperatur im Innern erhöht sich zusätzlich durch die Walkarbeit. Dies macht eine Temperatur-Druck-Kalibrierung erforderlich, wie sie bei direkten Reifendrucksystemen vorhanden ist. Bei direkten Reifendrucksystemen müssen jedoch immer noch folgende Probleme gelöst werden:

- ▶ Das Sensor-Modul kann beschädigt werden, wenn der Reifen von der Felge genommen wird.
- ▶ Ein genereller Nachteil der heutigen Sender-Module besteht darin, dass sie ein Teil des Rades und nicht des Reifens sind. Somit erlauben es solche Module nicht, den Reifen von der Herstellung bis zum Ende seiner Lebensdauer zu verfolgen.
- ▶ Zurzeit liegt der Einkaufspreis für derartige Drucksensoren in größeren Stückzahlen bei ungefähr 7 bis 8 US-Dollar. Dieser Preis steht jedoch unter hartem Wettbewerbsdruck. Die Sensormodule enthalten neben der aktiven Elektronik auch mehrere passive Bauelemente wie den HF-Quarz, die Antennen und die Batterie. Antenne und HF-Quarz müssen auf das Transmitter-IC abgestimmt sein, um ein optimiertes Senden zu ermöglichen. Zusätzliche Kosten entstehen durch die in manchen Automodellen heute noch übliche spezielle UHF-Empfangseinheit im Reifendrucksystem.
- ▶ Die Aktivierung der Mess-Sensoren während der Drehbewegung mit Hilfe von Roll-Schaltern erfolgt immer noch mit einer gewissen Verzögerung. Die Anzeige des TPMS-Status steht in vielen Fällen daher nicht sofort beim Start des Motors zur Verfügung.

- ▶ Kosteneffiziente direkte Reifendrucksysteme sind derzeit nicht in der Lage, exakt anzuzeigen, welcher Reifen einen problematischen Reifendruckwert aufweist. Hierzu ist ein zusätzlicher Hard- und Software-Aufwand erforderlich. So wäre es beispielsweise im Rahmen einer Analyse der Feldstärke-Messungen möglich, die verschiedenen Reifendruck-Signale (RSSI-Messung) zu trennen, wobei diese Analyse für jede Plattform neu entworfen werden muss. Jedoch ist selbst ein derartiges aufwendiges System nicht vor Fehlanzeigen im Display sicher.
- ▶ Pressure-on-Demand-Systeme mit einem gesonderten Aufweck-Kanal hingegen erlauben problemlos die Zuordnung der Signale zu den Rädern und

tem ist das POD-System ein koordiniertes/Slave-System, bei dem die ECU als Master und die Sensoren als Slave agieren. Jeder POD-Kanal enthält grundsätzlich eine 125-kHz-Sendeeinheit (Trigger) und eine 125-kHz-Empfangseinheit mit den dazugehörigen Antennen. POD ermöglicht es, eine 100% perfekte Reifen-/Rad-Initialisierung auf der Fahrzeug-Montagelinie und im Service durchzuführen. Es lässt des Weiteren eine gesicherte Anzeige im Display mit klarer Zuordnung zum Reifen zu. Erste Fahrzeughersteller haben damit begonnen, solche Systeme einzusetzen.

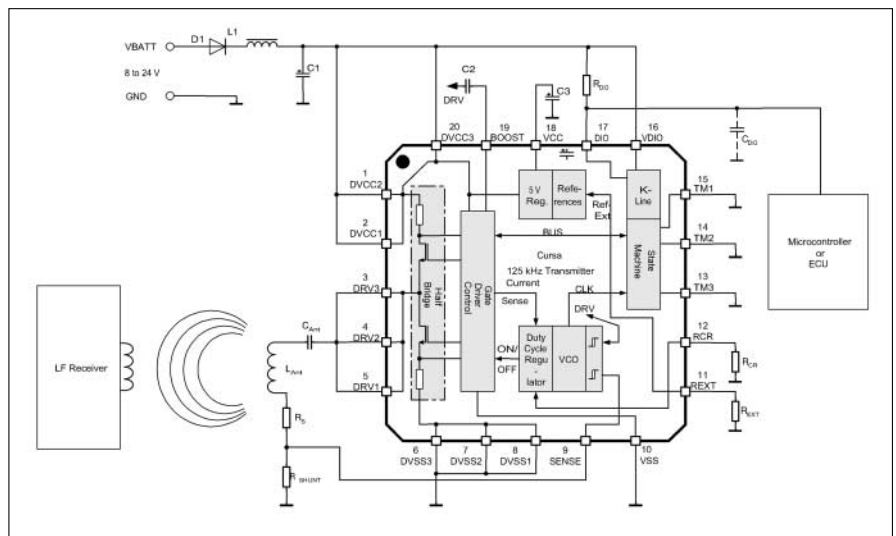


Bild 2: Applikationsschaltung für den ATA5275.

Reifen. Es soll hierbei nicht verschwiegen werden, dass der Zugewinn durch einen zusätzlichen Hardware-Aufwand für jede der Aufweckstationen in den Radkästen erkaufte werden muss.

Pressure-on-Demand (POD)

POD-Systeme unterscheiden sich von den oben erläuterten direkten TPMS-Systemen hauptsächlich dadurch, dass in jedem Radkasten Niederfrequenz-Aufweck-Basisstationen eingebaut sind. Dies erlaubt es, die Messung und die Übertragungsmodi jedes Mess-Sensors über die Zentraleinheit im Auto zu steuern. Im Gegensatz zu den nicht steuerbaren Mess-/Sendekomponenten in einem herkömmlichen Sys-

ATA5283

Der ATA5283 von Atmel ist ein Niederfrequenz-Wake-up-Bauelement zum Ein-/Aus-schalten des Mikrocontrollers und des Transmitters. Der Baustein ermöglicht das Triggern des Drucksensors über Entfernungen von bis zu 2 m im Produktionstest und beim Service. Beim ATA5283 handelt es sich um ein 125-kHz-Receiver-IC mit besonders geringer Stromaufnahme und einer hochempfindlichen Eingangsstufe, die das von der Antennenspule angelieferte Trägersignal verstärkt und in ein digitales Ausgangssignal für einen Mikrocontroller demoduliert. Wenn das IC ein korrektes Trägersignal mit 125 kHz empfängt, überwacht ein Präam-

bel-Erkennungs-Block das eintreffende Signal und aktiviert den Wake-up-Ausgang N_{wake} sowie den Datenausgang N_{data} zum Mikrocontroller. Auf dem Atmel-Demoboard wird die Aktivierung des Mikrocontrollers durch eine LED angezeigt.

Das Bauelement benötigt im Standby-Listening-Modus nur ungefähr $1 \mu A$ und $0,4 \mu A$ im Reset-Modus. Im Standby-Listening-Modus bleiben alle anderen Sensor-Komponenten im Deep-Sleep-Modus, wodurch die Stromaufnahme drastisch verringert wird. Zusätzlich dazu hat das Bauelement eine hohe Empfindlichkeit (maximaler Effektivwert: $2,2 mV$). Ohne ein Trägersignal arbeitet der ATA5283 im Standby-Listening-Modus mit einer typischen Stromaufnahme von $1 \mu A$. In diesem Zustand ist die automatische Verstärkungsregelung ausgeschaltet und die Verstärkung auf einen Maximalwert eingestellt. Die Ausgänge N_{DATA} und N_{WAKEUP} liegen auf HIGH-Pegel.

Präambel

Um den ATA5283 und die angeschlossene Steuereinheit zu aktivieren muss die Triggerstation des ATA5275 einen Präambel-Träger-Burst senden, der länger als $5,64 ms$ andauert. Die erste Lücke am Ende der Präambel erzeugt ein Wake-up-Signal über N_{WAKEUP} . Anschließend gibt das IC das Datensignal an N_{DATA} aus und kehrt durch Aktivierung des RESET-Eingangs in den Standby-Listening-Modus zurück.

Der Schaltkreis überwacht die Präambel, überprüft aber nicht die empfangenen Daten. Es ist Sache des Anwenders, das Codierverfahren zu wählen (d. h. Manchester, Bi-phase, Pulse Distance).

Der Anschluss N_{WAKEUP}

Das Signal am Anschluss N_{WAKEUP} zeigt an, dass das Ende des Präambel-Signals erkannt wurde bzw. dass das IC den Stand-

by-Modus verlassen hat und einen Wake-up-Befehl an externe Steuereinheiten liefern kann.

Die erste gültige Lücke nach der Präambel-Erkennung ist die Start-Lücke. Sie bewirkt, dass der Ausgang N_{WAKEUP} auf LOW gesetzt wird bis das IC wieder in den Standby-Modus zurückgesetzt wird. Außerdem erfolgt in der Start-Lücke die Freigabe des Datenausgangs N_{DATA} . Bevor der externe Mikrocontroller in den Standby-Modus zurückkehrt, schaltet er den ATA5283 durch ein RESET-Signal in den Standby-Listening-Modus.

AGC-Schaltung

Nach dem Empfang des Präambel-Signals verstärkt die AGC-Schaltung das Eingangssignal der Spule. Die Eingangssignale werden mit einem hohen Dynamikbereich von $2 mV_{eff}$ bis $1,1 V_{eff}$ empfangen. Der AGC-Ausgang liefert das empfangene $125-kHz$ -Signal mit einer geregelten Amplitude, die für die nachfolgenden Evaluierungsschaltkreise, die Präambel-Erkennung und den Signalaufbereiter geeignet ist. Um ein unbeabsichtigtes Aktivieren des ICs in Umgebungen mit Störungen zu verhindern, muss ein von einem Zähler als gültig erkannt Signal mindestens 192 Periodendauern des Trägersignals dauern, während sehr kurze Unterbrechungen durch einen Signalaufbereiter unterdrückt werden. Wenn das gültige Signal erkannt wurde, beginnt die AGC, und es folgt eine Einschwing-Prozedur von bis zu 512 Periodendauern. Die Stromaufnahme hat einen typischen Wert von bis zu $2 \mu A$. Die Gesamtzeit vom Beginn bis zur Einschwing-Prozedur ist länger als $5,64 ms$.

ATA5275

Das $125-kHz$ -Antennen-Treiber-IC ATA5275 arbeitet mit einem Antennen-Spitzenstrom von bis zu $1,5 A$. Es enthält eine DIO-

Leitungs-Schnittstelle, die zur Standard-K-Line kompatibel ist, und wird durch einen Mikrocontroller von der ECU des Fahrzeugs gesteuert. Der Schaltkreis enthält außerdem eine komplexe Diagnosefunktion und mehrere Schutzfunktionen für die DMOS-Halbbrücken-Stufe. Er enthält die volle Funktionalität zur Erzeugung des magnetischen Feldes für Sendedaten und kann auch dazu verwendet werden, einen externen Niederfrequenz-Empfänger mit Strom zu versorgen.

Der integrierte Oszillator erzeugt das $125-kHz$ -Signal für die Ausgangs-Treiber-Stufe und die übrigen Teile der Schaltung. Er arbeitet in zwei Betriebsarten, nämlich im *Self-Oscillation-Mode* mit dem Takt CKL (SO) sowie im *Resonance-Tracking-Mode* mit dem Takt CLK (RT). Außerdem enthält das IC eine PWM-Stromregelung für den maximalen Antennenstrom, die mit dem externen Widerstand an R_{CR} in folgender Weise eingestellt werden kann:

$$I_{APEAK} = 750 \text{ mA} \times 50 \text{ k}\Omega / R_{CR}$$

Das IC kann somit in einem weiten Versorgungsspannungsbereich betrieben werden. Im ATA5275 sind Schutzfunktionen vor Übertemperatur und Überspannung implementiert. So schaltet die Überspannungs-Abschaltung den Schaltkreis aus, wenn die Spannung DVCC den Wert VBATLD von typischerweise $31 V$ überschreitet. Die Übertemperatur-Abschaltung erfolgt, wenn die Sperrschicht-Temperatur eine für die Übertemperatur-Abschaltung festgelegte Temperatur von typischerweise $165^\circ C$ überschreitet. (av)



KONTAKT

Atmel
www.atmel.com

Kennziffer 321