

Autor: Dipl.Ing. Stefan Tauschek
Datum: 3.9.2010



Für: *technology transfer*, Elektronik-Ausgabe 2010

Keywords: *stromzähler, ferraris, power meter, energy meter, meter, smart meter, green grid, smart grid, analog digital converter, adc, high pass filter, hochpassfilter, hpf, 90e21, 90e22, 90e23, 90e24, idt*

Smarte Zähler

Kostengünstige Stromzähler-ICs mit höchster Präzision

Jeder kennt sie, keiner liebt sie - die Stromzähler mit rotierender Scheibe und umlaufender roter Markierung. Sie sind millionenfach in Haushalten und Unternehmen installiert und arbeiten mit einer recht antik anmutenden Technik im

Inneren. Tatsächlich kann man bereits bei dem 1912 gebauten Einphasen-Wechselstromzähler von Landis & Gyr die wesentlichen Elemente heutiger Technik erkennen. Rasant also war der Fortschritt im letzten Jahrhundert nicht, allerdings zeichnen sich diese Zähler durch Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Robustheit aus. Eines allerdings sind sie wahrlich nicht: Kommunikativ.



Stromzähler müssen „abgelesen“ werden, was erheblichen personellen Aufwand und damit Kosten bei den Versorgungswerken verursacht.

Zähler-ICs von IDT

Kommunikation ist aber nur eine der Forderungen, die an moderne Stromzähler gestellt werden. Daneben sollen sie in der Lage sein, neben der Wirkleistung auch die Blindleistung zu erfassen und zu speichern und das ganze dann in beide Richtungen, d.h. sowohl die Abnahme von Energie aus dem öffentlichen Netz, als die Einspeisung in das Netz muss korrekt „gezählt“ werden.

Die Genauigkeit muss in einem hohen Dynamikbereich besser liegen als 0.1% und der Zähler muss

für den erweiterten Temperaturbereich (-40 ..85 °C) spezifiziert sein.

Wichtig für die EVUs natürlich die Möglichkeit zur Fernablesung über Powerline- oder PSTN, was ein teures manuelles Ablesen überflüssig macht.

In Deutschland besteht nach der jüngsten Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) und der neuen Messstellenzugangsverordnung ab 1. Januar 2010 die Pflicht, bei Neubauten und Modernisierungen sogenannte „intelligente“ Zähler zu

Autor: Dipl.Ing. Stefan Tauschek
Datum: 3.9.2010

verwenden. Diese werden auch zunehmend im Rahmen von staatlich geförderten Pilotprojekten zur Einführung der Smart-Metering-Technologie eingesetzt.

Wiewohl die Definition eines „intelligenten“, also „smarten“ Zählers sehr ungenau ist, wird darunter doch i.A. das zuvor beschriebene Profil verstanden und die Spezifikationen darauf abgestimmt. .

Sicher ist jedenfalls,, dass die Elektromechanik nun endgültig aus den Zählern verschwindet und auch hier reine Halbleiter-Systeme zum Einsatz kommen.

Die neuen Metering-ICs von IDT adressieren genau diesen Bedarf und weisen noch einige Besonderheiten auf: Sie verfügen über den industrieweit größten Dynamikbereich bei höchster Präzision. Er beträgt bei den Zählerbausteinen 90E21, 90E22,



90E23 und 90E24 5000:1 und ermöglicht es den Herstellern von Stromzählern, die verschiedenen heute verfügbaren Gerätetypen für verschiedene

Maximalströme wie 5(20)A, 10(40)A, 15(60)A und 20(80)A in nur einem einzigen Standard-Modell

5(100A) zu verschmelzen, vereinfachen damit den Fertigungsprozess und reduzieren den Aufwand für Lagerhaltung und Logistik.

Zudem weisen die neuen Metering-ICs eine niedrige Temperaturdrift auf. Die Bausteine sind konform zu internationalen und chinesischen Standards (sowohl IEC als auch ANSI), vollständig programmierbar und haben eine elektronische Plombierung sowie andere Mechanismen zum Schutz gegen Manipulationen des Stromzählers.

Die Features auf einen Blick

Wie schon erwähnt zeichnet die Chips ein sehr hoher Dynamikbereich aus, innerhalb dessen sie eine Genauigkeit von 0.1% erzielen. Der Temperaturkoeffizient für die On-Chip Spannungsreferenz liegt typisch bei 15 ppm/°C.

Weitere Eigenschaften:

- Single-Point Kalibrierung (Verstärkung und Phase) für Wirkleistung über den gesamten Dynamikbereich, keine Kalibrierung der Blindleistungsmessung notwendig.
- Wirk-/Blindleistungs Impulsausgänge und Register für Netz-Entnahme/-Einspeisung sowie Wirk- und Blindleistung.
- Programmierbare Start- und Nulllast-Schwellen.
- Programmierbares Hochpassfilter 2^{ter} Ordnung in jedem ADC-Kanal. Unabhängige Programmierung der Verstärkung von Phase- und Neutralleiterstrom.
- Messung von „Stromgüte“-Parametern für V_{rms} , I_{rms} (Phase und Neutralleiter L und N), P(Q/S), Frequenz, Leistungsfaktor λ , Phasenverschiebung etc. Meßgenauigkeit besser als 0.5%.
- On-Chip Parameter-Diagnose-Funktion und programmierbare Interrupt-Ausgang (IRQ)

Autor: Dipl.Ing. Stefan Tauschek
 Datum: 3.9.2010

und Warn-Out-Pins) zur Reduzierung der Systemkomplexität und Verbesserung der Betriebssicherheit.

- Standard 4-Draht SPI-Schnittstelle oder vereinfachte 3-Draht Quasi-SPI-Schnittstelle zur Anschaltung an einen Mikrocontroller.
- Dedizierter Spannungsnulldurchgang Ausgangs-Pin (ZX)
- Erkennung Spannungseinbruch, programmierbare Schwelle für Spannungseinbruch und Interrupt-Ausgang
- Einfache 3.3 Volt Spannungsversorgung, 5 Volt-kompatibel für digitale I/Os.
- Power-On Reset mit eingebauter Hysterese: Normaler Betrieb bei 2.6V und Reset bei 2.3V. Software-Reset wird unterstützt.
- Betriebstemperaturbereich -40 °C .. +85 °C
- 3 integrierte Delta-Sigma-AD-Wandler mit je einem programmierbaren Hochpassfilter 2ter Ordnung erfassen die Leitungsspannung, den Leitungsstrom sowie den Strom im Nulleiter.
- 90E23/24 verfügen über Funktionen zum Schutz gegen Manipulation („Anti-Tampering“)
- Dedizierte Pins zur Wahl der Metering-Betriebsart, 4 Modi stehen zur Auswahl: Anti-Tampering-Modus, L-Line Modus, L+N-Modus und Register-Modus.
- Programmierbare Schwellen auf Phase und Neutralleiter (L und N) zum Anti-Tampering (1% - 12.5%). Unabhängige Programmie-

rung der Verstärkung bei Strommessung auf Phase und Neutralleiter.

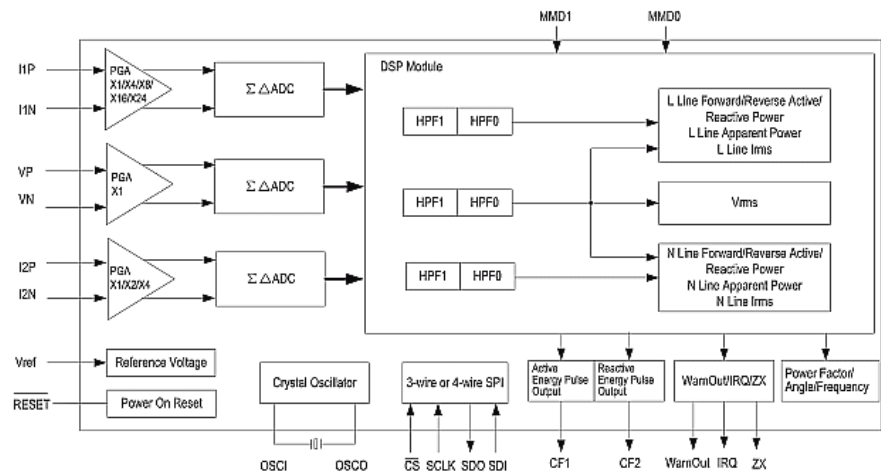


Bild 1: Blockdiagramm des 90E24 Metering ICs von IDT

- SSOP28-Gehäuse, gleiche Pinbelegung aller Bausteinderivate.

Bezeichnung	Messung			
	Wirkleistung	Blindleistung	Strom im Neutralleiter	Elektrische Parameter
IDT90E21	X			X
IDT90E221	X	X		X
IDT90E23	X		X	X
IDT90E241	X	X	X	X

Tabelle 2: verfügbare Produktderivate und ihre Funktionen

Autor: Dipl.Ing. Stefan Tauschek
 Datum: 3.9.2010

Einphasen Referenzzähler

Ganz allgemein formuliert besteht ein aktuelles Ein-Phasen-Smart-Meter aus einem Single-Phase Metering-IC, einem Prozessor und ein paar peripheren Komponenten. Der Prozessor (meist genügt eine einfache 8-Bit Variante), tauscht über den SPI-Bus

Neutralleiter (N-Line) hingegen sind Stromübertrager notwendig, weil ansonsten keine galvanische Trennung zwischen Phase und Neutralleiter sichergestellt werden kann. Zur Erfassung der Spannung genügt wiederum ein einfaches Teiler-

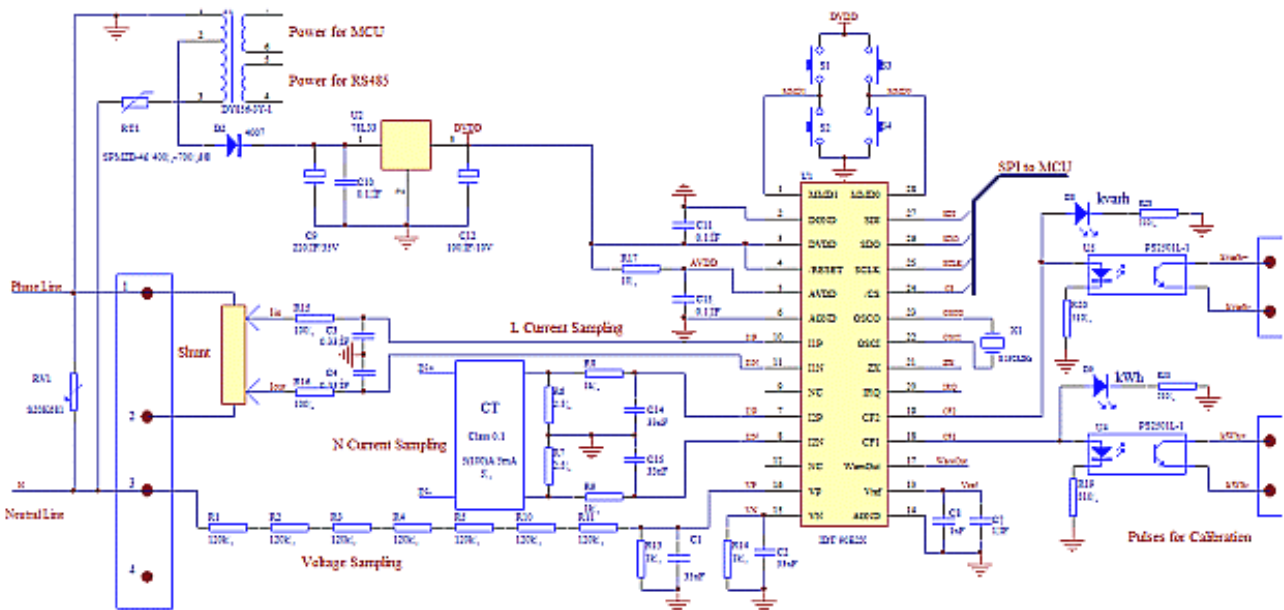


Bild 3: Blockschaltbild eines Ein-Phasen-Energiezählers mit dem 90E24

Daten mit dem Metering-IC aus. Um Kosten zu reduzieren und unbefugtes Manipulieren des Zählers zu erschweren (Anti-Tampering) wird das Metering-IC mit seinem Spannungsbezug (GND) auf die Phase des Netz-Wechselstroms geschaltet. Der Mikroprozessor dagegen kann zur galvanischen Trennung durch Optokoppler vom Metering-IC isoliert werden. Darauf kann aber verzichtet werden, wenn der Endanwender konstruktionsbedingt keinen Zugang zu den internen Komponenten des Zählers hat – in einem solchen Fall wird dann der Spannungsbezug der MCU ebenfalls auf Phase gelegt und die Optokoppler können entfallen. Zur Messung des Stroms auf der Phase (L-Line) werden in typischen Beschaltungen Shunt-Widerstände verwendet. Zur Strommessung auf dem

netzwerk.

Die Metering-ICs 90E2x brauchen lediglich eine 3.3 Volt Spannungsversorgung. Im Referenzdesign wird die Spannung über eine Gleichrichterdiode gewonnen, die über eine induktive Teilung (Anzapfung eines Transformators) auf Dioden-kompatible Werte gesenkt wird. Nach Gleichrichtung erfolgt Siebung und Regelung mit einem 78L33 zur Erzeugung einer linearen 3.3 Versorgungsschiene. Die Versorgung für das Metering-IC als auch für Controller, Display und Peripherie wird vor der Meßstelle entnommen, geht also zu Lasten der EVU. Daher ist ein möglichst geringer Eigenverbrauch wichtig, die 90E2x-Serie liegt dabei mit etwa 10mA äußerst günstig.

Autor: Dipl.Ing. Stefan Tauschek
 Datum: 3.9.2010

Der 90E2x verfügt über eine Power-On Reset-Mimik, der Reset-Pin kann daher i.d.R. auf die digitale Versorgung DVDD gelegt werden.

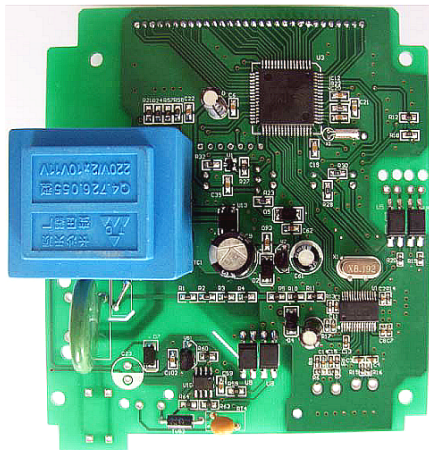


Bild 4: Der Referenzzähler als Baugruppe.

Zur Sicherstellung höchster Messgenauigkeit hat der Chip eine eigene Spannungsreferenz an Bord, die lediglich einen 1µF SMD-Kondensator als externes Bauelement am V_{ref} -Pin benötigt, ggf. parallel mit einem 1 nF-C zur Blockung höherfrequenter Störungen.

Die beiden Ausgänge CF1 und CF2 sind Impulsausgänge für Wirk- respektive Scheinleistung. Sie dienen der Kalibrierung, können aber auch an die CPU zur Energie-Akkumulation gelegt werden. Im Referenzsystem treiben sie jeweils einen Optokoppler und stehen damit als potentialfreie Kalibrierungsausgänge zur Verfügung.

Der 90E2x verfügt über einen programmierbaren Nulldurchgangs-Pin ZX (= *voltage zero crossing point*), einen Ausgang zur Signalisierung des

st

Netzspannungs-Nulldurchgangs also, der von der MCU beispielsweise dazu verwendet werden kann, um das Versenden von Powerline-Trägersignalen oder Relais-Operationen abzuschließen

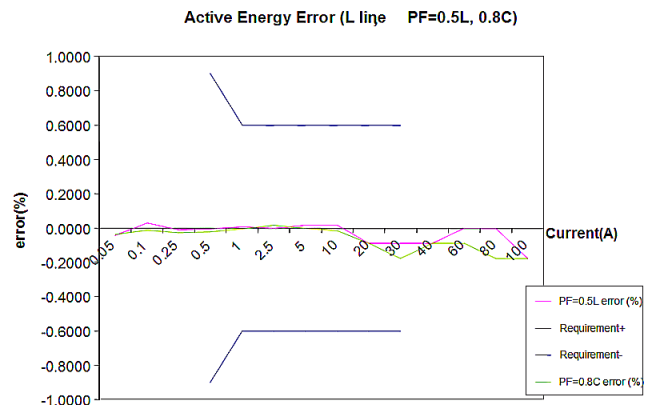


Bild 5: Genauigkeit der Wirkleistungsmessung über den Dynamikbereich

Ein weiterer wichtiger Signalisierungs-Pin ist WarnOut, der bei allen Arten von Fehlern bei den Metering-Parametern anspringt und die MCU damit auffordert, den Metering-Baustein zurückzusetzen und die Betriebs-Parameter erneut zu laden.

Über WarnOut können auch Spannungseinbrüche signalisiert werden, sofern über entsprechende Register aktiviert.

Der 90E2x verfügt über einen dedizierten Interrupt-Request-Ausgangs-Pin „IRQ“. Er schaltet auf „1“, sobald ein Parameterfehler beim Metern oder Messen auftritt, sich die Richtung des Energieflusses umdreht, Spannungseinbrüche erkannt werden oder andere definierte Ereignisse auftreten.

Autor: Dipl.Ing. Stefan Tauschek
Datum: 3.9.2010

Quellen:

- 1) Single-Phase Energy Metering IC Application Note (AN-641), September 2010
Siehe: <http://www.idt.com/products/getDoc.cfm?docID=18722192>
- 2) „Single-Phase High-Performance Wide-Span Energy Metering IC90E21/22/23/24“, Datasheet, IDT, 27.7.2010

Autor: Dipl.Ing. Stefan Tauschek
Datum: 3.9.2010

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Blockdiagramm des 90E24 Metering ICs von IDT.....	3
Tabelle 2: Verfügbare Produktderivate und ihre Funktionen.....	3
Bild 3: Blockschaltbild eines Ein-Phasen-Energiezählers mit dem 90E24.....	4
Bild 4: Der Referenzzähler als Baugruppe.	5
Bild 5: Genauigkeit der Wirkleistungsmessung über den Dynamikbereich.....	5