

Sercos SoftMaster ist nun produktionsreif



Bosch Rexroth stellt den Sercos SoftMaster als Teil seines Angebotspakets Sercans XS kostenfrei als Open Source Software zur Verfügung.

Am 8. Dezember 2016 begann eine neue Ära der Verfügbarkeit der Sercos® Technologie für Steuerungen. Zu diesem Zeitpunkt wurde das Sercos SoftMaster Package auf www.sourceforge.net/projects/sercos-softmaster-core freigegeben. Damit können beliebige Anwendungen kostenfrei mit dieser Technologie ausgestattet werden.

In den vorausgegangenen drei Jahren wurden zahlreiche Prototypsysteme bei über 15 evaluierenden Unternehmen und Organisationen weltweit mit den Vorstufen des Softwarepakets ausgestattet. Auf diese Weise konnte zum Freigabetermin ein sehr hohes Qualitätsniveau sichergestellt werden.

Was steht zur Verfügung?

Mit dem Sercos SoftMaster Package stehen mehr als 95 % der Sercos Master-Lösung zur Verfügung. Sie ist so aufgebaut, dass der Anwender außer weniger Konfigurationsschritten keine sonstigen Code-Änderungen vornehmen muss.

Die Betriebssystemabstraktion und eine Testanwendung ist als Beispiel auf Anfrage bei Bosch Rexroth unter Sercos@BoschRexroth.de kostenfrei erhältlich. Folgende

Betriebssysteme werden unterstützt und systematisch in die Freigabeteils einbezogen:

- Linux PREEMPT_RT („OSADL Linux“)
- QNX Neutrino
- Windows Embedded Compact
- TenAsys INtime
- IntervalZero RTX/RTX64
- Wind River VxWorks
- Linux (Standard-Ubuntu 14 LTS)
- Windows Embedded Standard

Die ANSI-C-Implementierung ist komplett plattformunabhängig gehalten und kann damit an jedes Betriebssystem und jede Plattform angepasst werden. Über das Betriebssystem entscheidet damit der Anwender.

Die dargestellte Lösung ist skalierbar, wie beispielhaft an der Sercans-Reihe abzulesen ist:

- Für alle Einstiegslösungen, die mit Buszykluszeiten von $\geq 500 \mu\text{s}$ und einer Linientopologie sowie

Synchronizität zwischen den Systemteilen im Mikrosekundenbereich die Anforderungen bereits abdecken, ist ein einzelner Standard-Ethernet-Controller in Verbindung mit einem geeigneten Echtzeitbetriebssystem bereits ausreichend. Dies trifft geschätzt auf mindestens 50 % aller Applikationen zu.

- Für mittlere bis hohe Anforderungen an Synchronizität im Bereich $< 100 \text{ ns}$ und an Buszykluszeiten $\geq 125 \mu\text{s}$ bietet die Verwendung eines TTS(Time-triggered Send)-fähigen Ethernet-Controllers zusammen mit dem geeigneten Echtzeitsystem eine hervorragende Lösung. Werden zwei dieser Ethernet-Controller synchronisiert, so ist zusätzlich die Unterstützung von Ringtopologie mit stoßfreier Redundanz möglich und insgesamt werden mehr als 90 % der Anwendungen damit abgedeckt.

Für alle Anwendungen,

- die höhere Anforderungen an die Buszykluszeit stellen oder
- bei denen die Hardware- und Betriebssystem-Plattformvoraussetzungen nicht herstellbar sind,

Im Paket enthalten sind folgende Ethernet-Modi, die mit den Ausbaustufen korrespondieren:

Economy: Im generischen Ethernet-Modus wird die zyklische Telegrammaussendung durch einen Betriebssystem-Timer ausgelöst. In Verbindung mit einer Paketbereitstellung über Raw-Sockets ist damit der Betrieb mit jedem Ethernet-Controller möglich.

Basic: Im „Time-Triggered Send“-Modus (TTS-Modus) ist eine Hardwareunterstützung erforderlich. Dabei stellt die Applikation ausreichend früh das zu versendende Paket in einer priorisierten Warteschlange bereit und der Ethernet-Controller übernimmt die Aussendung exakt zum richtigen Zeitpunkt. Über diese Eigenschaften verfügt der Intel-i210-Controller bereits, der in einer großen Zahl von Industrieprodukten als Standard-Ethernet-Controller integriert ist. Viele Texas-Instruments-Sitara-Prozessoren werden diese Fähigkeiten in Zukunft über die Echtzeitverarbeitungseinheiten PRU-ICSS voraussichtlich ebenfalls an Bord haben.

Durch den generischen Modus ist quasi jeder Ethernet-Controller zur Anwendung mit dem Sercos SoftMaster geeignet, allerdings ist die Synchronisationsgenauigkeit durch den damit hervorgerufenen Telegrammjitter reduziert.

stehen weiterhin die bekannten HardMaster-Lösungen zur Verfügung.

	Sercans XS Economy (SoftMaster)	Sercans XS Basic (SoftMaster)	Sercos-FPGA/Sercans S, M, L (HardMaster)
Architektur			
Hardware (HW)	1 x Standard-Ethernet-Controller	2 x Intel I210-Ethernet-Controller TI Sitara PRU-ICSS (TTS*-fähige HW)	Sercos FPGA/ Sercans PC-Karte; 2 x Ethernet-PHY
Zykluszeit	$500 \mu\text{s}^+$	$125 \mu\text{s}^+$	$31,25 \mu\text{s}$ FPGA/ $62,5 \mu\text{s}$; $125 \mu\text{s}$; 2 ms (Sercans L, M, S)
Anz. Geräte	Durch Gast-Hardware bestimmt	Durch Gast-Hardware bestimmt	$511^+ / 255, 128, 16$ (Sercans L, M, S)
Synchronität	$20-50 \mu\text{s}$ ($\sim 1 \mu\text{s}$ durch Geräte-PLL)	$20-40 \text{ ns}$	$20-40 \text{ ns}$
Topologie	Linie	Ring (Redundanz), Linie/2 Linien	Ring (Redundanz), Linie/2 Linien
UCC	In der Linie	Routing@Master, in Ring/Linie	Routing@Master, in Ring/Linie
CPU Last	$< 5 \%$ Last auf Gast-CPU	$< 5 \%$ Last auf Gast-CPU	Minimale Last auf Gast-CPU
NIC: Network Interface Controller (präzise Zeitbasis)			* TTS: Time-triggered Send
			*: Abh. von Gast-System

Bild 1: Die Sercans XS Ausbaustufen Economy und Basic erweitern die Lösungsskala hin zu kostengünstigen und kompakten Lösungen auch für einfachere Anforderungen. (Quelle: Bosch Rexroth AG)

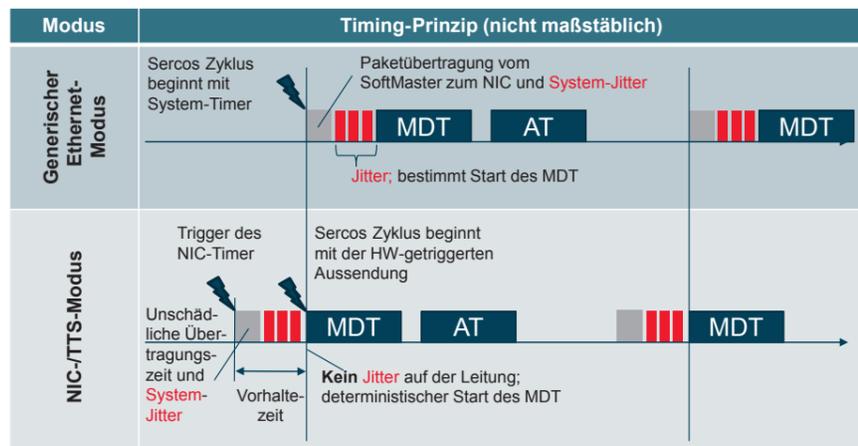


Bild 2: Im generischen Modus ist der im Echtzeitsystem vorhandene Jitter 1:1 als Telegrammjitter sichtbar, während im NIC-/TTS-Modus der Timer des Ethernet-Controllers für eine präzise Telegrammaussendung genutzt und damit höchste Synchronizität gewährleistet wird. (Quelle: Bosch Rexroth AG)

Für höhere Anforderungen an Synchronizität und Zykluszeit steht der NIC-/TTS-Modus zur Verfügung, bei dem der Ethernet-Controller (NIC) durch einen eigenen Timer die Telegrammaussendung präzise bestimmt und die Software durch eine vorgezogene Bereitstellung entkoppelt wird.

Mit der Freigabe vom Dezember 2016 haben folgende Funktionen den Status von „prototypisch“ auf „unterstützt“ gewechselt:

- Mehrere Verbindungen pro Slave
- Unterstützung der direkten Querkommunikation (CC)
- Ringtopologie
- Time-triggered Send (TTS) und NIC-Timing (auf Network Interface Controller basierend)

Für Evaluierungstests geeignet – jedoch noch mit prototypischem Status – sind weitere Funktionen:

- Standard-Ethernet-Kommunikation (Unified Communication Channel, UCC) über den Master (nicht zu verwechseln mit derselben Funktion innerhalb der Linie oder des Rings, die immer gegeben ist)
- Redundanz und Ringheilung

Welches Lizenzmodell gilt und welche Geschäftsmodelle sind damit möglich?

Neben dem einfachen Zugriff auf Softwaretechnologien haben viele industrielle Anwender dennoch die Sorge, dass bei Verwendung von Open Source Software in eingebetteten Systemen, wie Automationslösungen, die dabei geltenden Lizenzbedingungen sie zwingen könnten, ihr Know-how offenzulegen. Diesem Aspekt wurde durch eine Umstellung des Lizenzmodells von LGPL (https://opensource.org/licenses/lgpl-license) auf eine MIT-Lizenz (https://opensource.org/licenses/MIT) Rechnung getragen.

Bild 3: Lizenzbedingungen und Lizenztext nach MIT

Copyright 2016 Bosch Rexroth AG

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

```

/**
 * \file      SIII_nnn.c
 *
 * \brief     Sercos III SoftMaster Stack - nnn
 *
 * THIS SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS"; WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
 * IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY;
 * FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. THE AUTHORS OR COPYRIGHT
 * HOLDERS SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER
 * IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN
 * CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE;
 * UNLESS STIPULATED BY MANDATORY LAW.
 *
 * \ingroup   SIII
 *
 * \copyright Copyright Bosch Rexroth AG, 2013-2016
 *
 * \author    nnn
 *
 * \date     2013-08-05
 */

```



Dr. Andreas Schiffler, einer der Entwickler der Open-Source-CNC-Lösung MachineKit/LinuxCNC

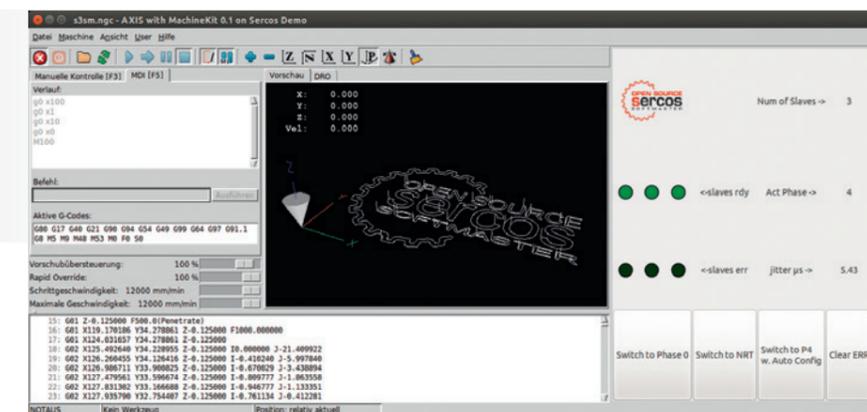


Bild 4: Screenshot der Bedienoberfläche von MachineKit mit Sercos SoftMaster

Durch das Lizenzmodell stehen allen interessierten Unternehmen und Organisationen Nutzungsmöglichkeiten offen, die sich für unterschiedlichste Geschäftsmodelle eignen. Hier einige Beispiele:

- Bosch Rexroth selbst stellt die Quellen kostenfrei zur Verfügung und bietet als Teil des Lösungspakets Sercans XS kostenfreien Beispielcode sowie Integrationsupport an. Die Unterstützung von Anwendern ist auf diese Weise in allen wichtigen Märkten der Erde gegeben. Bosch Rexroth unterstützt dabei nicht nur eigene auf Sercos basierende Komponenten, sondern stellt sicher, dass jedes mit Sercos konforme Produkt damit betrieben werden kann.
- Jeder Automations-Softwarehersteller für SPS, Motion bzw. Robot Control oder CNC-Lösungen kann die Technologie ebenfalls in eigene Lösungen integrieren und sie beliebig in Verbindung mit den eigenen Produkten vermarkten.
- Unternehmen, deren Geschäftsmodell darin besteht, Softwaredienstleistungen zu erbringen, können diese Technologie nutzen, um die Lösungen ihrer Kunden damit zu erweitern.
- Maschinenbauer mit eigenen Steuerungslösungen steht damit der Weg offen, auf einfache Weise die Sercos Technologie in ihre OEM-Lösung zu integrieren.

Interessierte Unternehmen können eine Integrationsschulung über Sercos International (info@sercos.de) oder Bosch Rexroth (Sercos@BoschRexroth.de) buchen.

Damit stehen den Nutzern nicht nur die hervorragenden Funktionen der Sercos Technologie zur Verfügung, sondern es können mit diesem vollkommen offenen und kostenfreien Softwarebaustein sämtliche der über 240 Sercos-III-Produkte genutzt werden. Damit sind Freiheitsgrade für

umfassende und kostengünstige Lösungen auf Basis von Sercos möglich, die es zuvor nicht gab.

Welche Erfahrungen liegen bereits bei Anwendern vor?

Die Projekte der Anwender sind in unterschiedlichen Stadien der Integration. Nachfolgend sollen einige Beispiele die Erfahrungen und die breite Anwendbarkeit illustrieren.

Werkzeugmaschinen – MachineKit/LinuxCNC

Die Open Source Software MachineKit hat sich als Ableger und Weiterentwicklung der Software LinuxCNC entwickelt. Dabei ist ein Vorteil, dass damit auch eine einfache Echtzeitkernenerweiterung zur Anwendung kommen kann. Dadurch ist MachineKit offen für viele Plattformen wie PC, Embedded PC oder ARM-Single-Board-Computer.

Der Open Source Sercos SoftMaster eignet sich durch seine Unabhängigkeit vom Betriebssystem bestens dafür, in ein Echtzeit-Linux-Betriebssystem auf der einen Seite und in eine vielseitig anwendbare Software wie MachineKit auf der anderen Seite integriert zu werden. Die Integration muss dabei an zwei Stellen erfolgen. Einmal an der Stelle, an der das Echtzeitbetriebssystem den Zugriff auf die Standard-Ethernet-Hardware abstrahiert und zum anderen auf der obersten Applikationsschicht. In der Open-Source-Community ist nun dieser Ansatz aufgegriffen worden und zeigt erste demonstrative Ansätze, siehe Links zu Sercos SoftMaster auf:

YouTube-Channel von Dr. Schiffler:
<https://www.youtube.com/watch?v=Sw9DAKn6hoY>,

MachineKit-Webseite:
<http://www.machinekit.io/>,

GITHUB zu MachineKit/LinuxCNC Sercos III:
<https://github.com/aschiffler/linuxcnc-sercos3>

Dr. Schiffler, einer der Entwickler, meint dazu: „Der Einsatz der Sercos Technologie als praktikabler SoftMaster mit Standard-Ethernet-Hardware und PC bietet unzählige Möglichkeiten – von einfachen Automatisierungsaufgaben über CNC-Achsen bis hin zu IoT-Anwendungen. Gerade letzteres ist durch den Sercos Automatisierungsbus hervorragend möglich, da hier Standard-Ethernet- sowie Sercos-Telegramme über die gleiche Leitung geleitet werden. Die erste beispielhafte Implementierung in der Software MachineKit kann hier sicherlich einen Anstoß für weitere spannende Entwicklungen geben. Vielleicht sehen wir bald die CNC-Steuerung auf einem NanoPi.“

Verpackungstechnik – Rovema

Die Rovema GmbH liefert Verpackungslösungen und setzt dabei seit Einführung der Industrial-Ethernet-Technologie auf Sercos. Bereits 2015 hat die Rovema GmbH begonnen, die Sercos SoftMaster-Technologie zu integrieren, und steht nun an der Schwelle zur Produkteinführung.

Siegfried Wacker, Leiter der Produktentwicklung, berichtet über Ziele und Erfahrungen: „Wir haben uns bewusst für die Sercos Technologie als Systembus in unseren Anlagen entschieden, da dies entscheidende Vorteile in Bezug auf Determinismus und Interoperabilität hat. Speziell das hohe Niveau in Bezug auf funktionale Standardisierung erlaubt

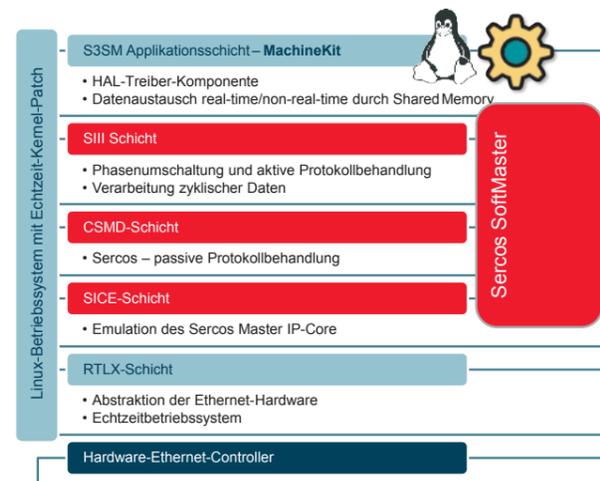


Bild 5: Integration (Betriebssystem und Applikation) des Sercos SoftMaster in MachineKit/LinuxCNC (Quelle: Dr. Schiffler)

es, Geräte unterschiedlicher Hersteller wahlweise ohne Funktionseinbußen einzusetzen. Mit der Einbindung der Sercos SoftMaster-Technologie verbinden wir eine weitere Reduktion von Hardwarebauteilen und Kosten, die speziell im Einstiegssegment (z. B. unsere Schlauchbeutelmaschine Typ BVK) von großer Bedeutung sind.“



Siegfried Wacker
Leiter Produktentwicklung
Rovema GmbH



Bild 6: Schlauchbeutelmaschinenreihe BVK der Rovema GmbH, die durch Einsatz der Sercos SoftMaster-Technologie noch besser an Kundenanforderungen angepasst werden konnte. (Quelle: Rovema GmbH)



Hannes Richter
Business Development Manager
ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH

Lebensmittelverarbeitung – Maschinenhersteller (OEM)

Seit vielen Jahrzehnten bietet ein US-amerikanisches Maschinenbauunternehmen seine Produkte und Dienste im Bereich der Fleisch- und Fischverarbeitung an und hat nun begonnen, die Open-Source-Technologie Sercos SoftMaster mit Unterstützung durch die Bosch Rexroth AG zu integrieren.

Der verantwortliche Softwareentwickler berichtet über die ersten Schritte bei der Integration und den Erfahrungen zur Unterstützung der Technologie: „Das Wissen, dass die Sercos SoftMaster-Technologie von einem sachkundigen und kompetenten Software-Engineering-Team bei Bosch Rexroth stammt, das für einen nachhaltigen Support der Technologie steht, ermutigt uns, sie anzuwenden. Während der Schulung haben wir viel gelernt und demnächst werden wir die nächste Iteration unseres Prototyp-Systems implementieren. Wir gehen davon aus, dass das System sehr gut funktionieren und all unsere Anforderungen erfüllen wird.“

Werkzeugmaschinen und Robotik – ISG-kernel

Die Industrielle Steuerungstechnik GmbH entwickelt und integriert NC- und Robotik-Steuerungslösungen als Softwarekomponente ISG-kernel in Steuerungssystemen ihrer Kunden. Daneben bietet das Unternehmen das Echtzeitsimulationssystem ISG-virtuos an, das sowohl in Kunden-

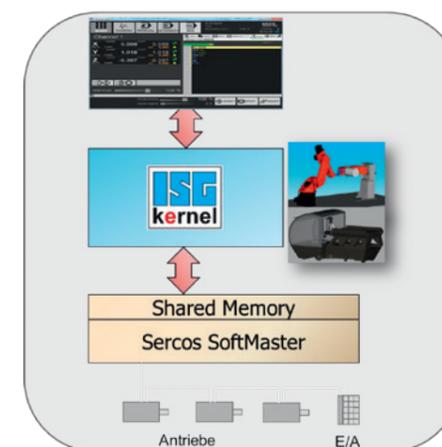


Bild 7: ISG-kernel im Einsatz mit dem Sercos SoftMaster. (Quelle: ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH)

lösungen integriert werden kann als auch als Hardware-in-the-Loop(HiL)-System für die virtuelle Inbetriebnahme geeignet ist.

Im Rahmen der Evaluierung wurden mehrere Demonstrationssysteme unter Verwendung beider Produkte in Kooperation mit TenAsys, Phoenix Contact, dem Institut für Steuerungstechnik der Universität Stuttgart und der Bosch Rexroth AG realisiert.

Hannes Richter, Business Development Manager, berichtet über seine Erfahrungen im Umgang mit der Technologie:

„Das Produkt NC-Kernel ist prädestiniert für die Integration von Feldbusschnittstellen. Die Handhabung des Sercos SoftMaster zeichnet sich durch besonders einfache Schnittstellen aus, die ideal zu unserem Shared-Memory-Konzept passen. Wir beabsichtigen, die Technologie mit der Verfügbarkeit des freigegebenen Softwarepakets als Option für unser Produkt ISG-kernel aufzunehmen.“

Zusammenfassung

Die Voraussetzungen für eine Implementierung der Sercos SoftMaster-Technologie in einem weiten Anwendungsfeld – vorsichtig geschätzt sind über 90 % aller Feldbusanwendungen abgedeckt – sind durch

- die nachhaltige Verankerung der Technologie als Open-Source-Projekt und in dem Lösungspaket Sercans XS von Bosch Rexroth
- sowie durch das Lizenzmodell nach MIT gegeben.

Mit der Integration des Sercos SoftMaster in die Open-Source-CNC-Lösung MachineKit/LinuxCNC steht eine kostenfreie Evaluationsplattform für die Bewegungssteuerung mit E/A-Hilfsfunktionen zur Verfügung. Anhand der Demonstrationssysteme, die mit der ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH aufgebaut wurden und weiterer Evaluierungsprojekte kann abgeleitet werden, dass innerhalb von vier bis acht Wochen eine Integration in jedes vorhandene Automatisierungssystem mit einer für diesen Zweck ausgelegten Feldbusschnittstelle möglich ist.

Die in diesem Beitrag beschriebenen Randbedingungen zeigen, dass einer industriellen Anwendung unabhängig von Ort und Branche nichts im Wege steht.