



Praxisbezug :

Quelle : Beckhoff Informations-System

<https://infosys.beckhoff.com>

Mit „TwinCat“ macht Beckhoff Standard-Betriebssysteme (z.B. Win10) echtzeitfähig, außerdem wird eine auf Visual Studio basierte Entwicklungsumgebung mit angeboten. Damit können dann entweder Industrie-PC oder sog. „Embedded PC“ (= „SPS“) betrieben werden. In der Modellfabrik der Technikerschule wird Modul 2 von einer solchen „Embedded-SPS“ gesteuert.

Lesen Sie den Text. Mit dem Wissen, das Sie in den ersten Paketen DVT erworben haben, sollte es Ihnen möglich sein, die wesentlichen Aussagen zu verstehen. Die Testfragen am Ende sollten Sie beantworten können !

(Wenn Ihnen der Begriff „Interrupt“ Schwierigkeiten macht, nehmen Sie dafür einfach einen Timer, der in einstellbaren Zyklen Startimpulse abgeben kann)

Hinweis : Beckhoff empfiehlt, unbedingt auch einen Blick in das Original-Webangebot zu werfen, weil Informationen dort häufig und umfangreich aktualisiert werden.

TwinCAT 3 Echtzeit

Entsprechend der Norm DIN 44300 ist Echtzeit bzw. vielmehr der Echtzeitbetrieb definiert als:

„Echtzeitbetrieb ist ein Betrieb eines Rechensystems, bei dem Programme zur Verarbeitung anfallender Daten ständig betriebsbereit sind derart, daß die Verarbeitungsergebnisse innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne verfügbar sind.“

Mit anderen Worten bedeutet dies, dass die Ausgabewerte eines Anwenderprogramms (berechnet basierend auf dem inneren Zustand und den Eingabewerten) innerhalb einer definierten und garantierten Zeit zur Verfügung stehen. Diese definierte Zeit nennt man auch Zykluszeit.

Das Anwendungsprogramm selbst kann aus mehreren Programm-Bausteinen bestehen, die wiederum andere Programme, Funktionsbausteine etc. aufrufen (siehe auch Norm IEC 61131-3). Die Programmbausteine können Echtzeit-Tasks zugeordnet werden, welche diese wiederum mit einer zu definierenden Zykluszeit und einer definierten Priorität aufrufen.

Die TwinCAT 3 Echtzeit ist eine Echtzeiterweiterung, welche in der aktuellen TwinCAT 3.1 Version unter den Microsoft Windows Betriebssystemen ab Windows 7 verwendet werden kann. Um den beschriebenen Anforderungen an eine Steuerung von industriellen Prozessen gerecht zu werden, unterstützt die TwinCAT 3 Echtzeit die folgenden Eigenschaften:

- Echtzeitfähiges Scheduling
- Parallele Abarbeitung von Prozessen
- Direkter Hardwarezugriff

Darüber hinaus bietet die TwinCAT 3 Echtzeit auch Multicore-Support um den immer weiter steigenden Anforderungen an eine performante und flexible / erweiterbare Steuerungsplattform gerecht zu werden. Die verfügbaren Rechenkerne können dabei entweder exklusiv für TwinCAT genutzt werden oder sie werden mit Windows geteilt. Im Folgenden werden die Kerne daher als "isolated" oder "shared" bezeichnet.

Echtzeitfähiges Scheduling:

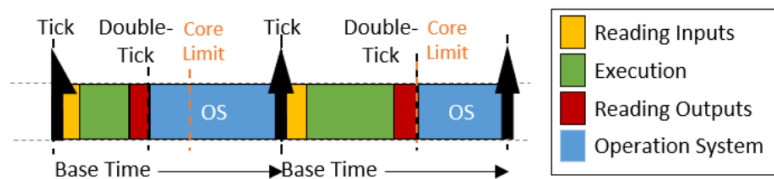
Die TwinCAT 3 Echtzeit arbeitet mit dem Doppeltick-Verfahren. Das bedeutet, dass sowohl das Umschalten in den Echtzeitmodus als auch zurück jeweils von einem Interrupt ausgelöst wird. Der Interrupt beim Umschalten in den Echtzeitmodus startet gleichzeitig auch das Scheduling. Nach einer einstellbaren Zeitdauer, spätestens aber nach 90% der eingestellten Zykluszeit, schaltet TwinCAT auf „shared“-Kernen in den Nicht-Echtzeitmodus zurück, damit das Gastbetriebssystem genügend Rechenzeit erhält um seinerseits die notwendigen Antwortzeiten für Hardware-Funktionen etc. einzuhalten. Eine Ausnahme bilden hier die isolierten Kerne.

Als Scheduling bezeichnet man den (System-)Prozess, welcher die Abarbeitungsreihenfolge und den Abarbeitungszeitpunkt der einzelnen Tasks, basierend auf der definierten Zykluszeit und der definierten Priorität bestimmt. Die strenge Einhaltung des Abarbeitungszeitpunktes sorgt dafür, dass die oben beschriebene Einhaltung der Echtzeit gewährleistet wird.

Angestoßen durch einen synchronen Basis-Tick auf allen Echtzeitkernen, wird in der TwinCAT 3 Echtzeit das Scheduling für jeden Echtzeitkern unabhängig berechnet. Damit ist garantiert, dass Echtzeit-Tasks, welche auf verschiedenen Kernen laufen, sich nicht beeinflussen (sofern dies nicht durch die Verwendung von Verriegelungen explizit im Anwenderprogramm ausprogrammiert wurde).

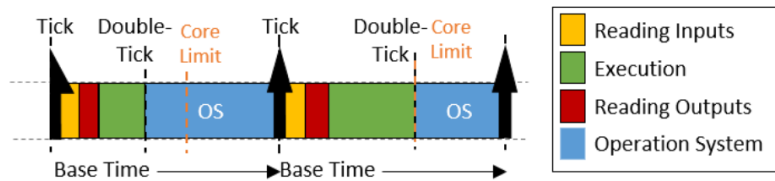
Ein Scheduling, bei dem die Priorität eines Taskes anhand seiner Zykluszeit abgeleitet wird, bezeichnet man auch als Ratenmonotones Scheduling. Das Aktivieren der Option „Automatic Priority Management“ stellt die TwinCAT 3 Echtzeit automatisch so ein. Da dies nicht immer für jeden Anwendungsfall die beste Lösung ist, kann man die Prioritäten manuell anpassen.

Beispielhafte Darstellung des Aufrufs einer SPS-Task:



In der Abbildung dargestellt sieht man den Aufruf einer SPS-Task. Nachdem der Echtzeit-Tick erfolgt ist, wird vom Scheduler die SPS-Task aufgerufen. Dieser stellt der SPS-Anwendung die aktuellen Eingangswerte zur Verfügung (Input-Update), danach erfolgt die Abarbeitung des Anwendungsprogramms (Cycle-Update) und abschließend das Schreiben der Ergebnisse auf die Ausgänge (Output-Update). Ist dieses beendet, erfolgt das Umschalten in den Nicht-Echtzeit-Mode (Doppeltick). Wie in der Abbildung zu sehen ist, kann die Ausführungsdauer des Anwenderprogramms variieren, je nachdem welcher Code (basierend auf dem inneren Zustand des Programms) durchlaufen wird. Somit variiert auch der Zeitpunkt, wann die Ausgänge geschrieben werden. Je nachdem welche Task u. U. ein Bussystem treibt, kann dies dazu führen, dass das Absenden der Bustelegramme in gleichem Maße variiert.

Beispielhafter Aufruf einer Task mit „IO am Task-Beginn“



Durch die Verwendung der Option „IO am Task-Beginn“ kann die Abarbeitungsreihenfolge innerhalb einer Task dahingehend geändert werden, dass nach dem Lesen der Eingänge direkt die Ausgänge (des vorhergehenden Zyklus) geschrieben werden, bevor die Abarbeitung des Anwendungsprogramms erfolgt. Obwohl das Schreiben der Ausgänge erst einen Zyklus später erfolgt, hat diese Einstellung den Vorteil, dass der Zeitpunkt, wann die Ausgänge auf den Prozess / den Bus geschrieben werden, in jedem Zyklus exakt derselbe ist.

Präemptives Multitasking:

Präemptives Multitasking bedeutet, dass der aktuelle Zustand eines Prozesses (die CPU- und Floatingpoint-Register), bei einer Unterbrechung durch einen Interrupt (z. B. durch höher priorisierte Prozesse), gesichert wird und der aktuelle Prozess „schlafen gelegt“. Ist dies passiert, bestimmt der Scheduler, anhand der Prioritäten der Tasks, den (neuen) abzuarbeitenden Prozess. Nachdem der zu unterbrechende Prozess beendet wurde, wird der Prozesskontext wiederhergestellt und der „alte“ Prozess fortgesetzt.

Direkter Hardwarezugriff:

Um ein deterministisches (reproduzierbares) Echtzeit-Verhalten zu erreichen, benötigt die TwinCAT 3 Echtzeit einen direkten Hardwarezugriff. Damit dies möglich ist, muss die TwinCAT 3 Echtzeit im sogenannten Kernel-Mode von Windows ausgeführt werden. Dadurch ist es u.a. möglich, dass die TwinCAT-Echtzeit direkt auf die Netzwerk-Ports zugreift und Echtzeit-Ethernet-Telegramme (z. B. EtherCAT) versenden und empfangen kann.

Testfragen :

- Wieso muß TwinCat Echtzeit im Kernel-Mode laufen ? Was bedeutet das ?
- Welche Scheduling-Strategie wird von TwinCat im „Automatik“-Echtzeitbetrieb benutzt ?
Wie funktioniert diese Scheduling-Strategie ?
- Bei der beschriebenen Scheduling-Strategie kann Jitter („zappelnde“ Zeiten) im Zyklus der Ausgangssignale entstehen. Bei Reglern z.B. kann das Schwierigkeiten machen.
Wie kann man das bei TwinCat verhindern ?