

INTERNSCHRIFT Nr. 30

THEMA:

Beispiel einer Semaphore-Implementierung: Die Systemsperrung
beim TR 4-Betriebssystem

VERFASSER:

Rader

DATUM:

4.6.1969

FORM DER ABFASSUNG

ENTWURF

X AUSARBEITUNG

ENDFORM

SACHLICHE VERBINDLICHKEIT

ALLGEMEINE INFORMATION

DISKUSSIONSGRUNDLAGE

ERARBEITETER VORSCHLAG

X VERBINDLICHE MITTEILUNG

VERALTET

ÄNDERUNGSZUSTAND

BEZUG AUF BISHERIGE INTERNSCHRIFTEN

Vorkenntnisse aus:

Erweiterung von:

Ersatz für:

BEZUG AUF KÜNFTIGE INTERNSCHRIFTEN

Vorkenntnisse zu:

Erweiterung in:

Ersetzt durch:

ANDERWEITIGE LITERATUR

Die Systemsperre beim TR 4-Betriebssystem

1. Benutzung der Systemdienste von maximal 8 Programmen

Wenn der TR 4 unter Steuerung des Betriebssystems läuft, sind nur 3 von den vorhandenen 10 Prioritäten ständig besetzt (Totzeitprogramm in Priorität 0; Hauptstufenprogramm und Uhrprogramm, normalerweise in Priorität 2 und 8). Die übrigen 7 Prioritäten sind dagegen i.allg. nur jeweils vorübergehend mit einem Programm besetzt. Da jede Priorität höchstens ein aktuelles Programm hat, wird der Kürze halber die Priorität auch als Programmnr. verwendet: Programm 2 ist z.B. das aktuelle Programm in Priorität 2. Die Dienstleistungen des Betriebssystems können in jeder der Prioritäten 1 bis 8 benutzt werden; das Totzeitprogramm in Priorität 0 und die Katastrophenprogramme der Priorität 9 brauchen das Betriebssystem nicht.

2. Charakterisierung der Systemsperre

Um den Zugriff verschiedener Programme auf dieselben Systemvariablen zu koordinieren, werden gewisse Abschnitte im dynamischen Ablauf eines Programms als "Abschnitte unter Systemsperre" ausgezeichnet. Sie werden hier auch "kritische Systemabschnitte" genannt und lassen sich folgendermaßen kennzeichnen:

Solange sich ein Programm in einem kritischen Systemabschnitt befindet, kann der Rechnerkern zwar noch vorübergehend an

andere Programme übergangen; es ist aber ausgeschlossen, daß ein anderes Programm in einen kritischen Systemabschnitt gelangt.

Ein Beispiel für Operationen, die in einen kritischen Systemabschnitt zu legen sind, ist das Einfügen eines Elementes im Systemdepot: Um für das neue Element Platz zu schaffen, müssen i.allg. andere Elemente verschoben werden. Geht während der Verschiebungsaktion der Rechnerkern an ein anderes Programm über, so verbietet sich diesem ein Zugriff auf all diejenigen Elemente, die keinen festen Platz im Systemdepot haben. (Beim Aufsuchen eines solchen Elementes wird vorausgesetzt, daß sämtliche Elemente des Systemdepots lückenlos hintereinanderliegen; und das ist bei der Verschiebungsaktion i. allg. nicht der Fall. Hingegen kommt man z.B. ohne Systemsperre aus, wenn man lesend auf Elemente zugreift, die am Anfang des Systemdepots stehen und einen festen Platz haben, wie z.B. die den EA-Geräten zugeordneten Elemente.)

3. Beginn und Beendigung eines kritischen Systemabschnitts

Zur Abgrenzung eines kritischen Systemabschnitts dienen zwei zum Betriebssystem gehörige Unterprogramme, deren Einsprungsstellen nur den Systemteilen bekannt sind und die im folgenden EIN und AUS genannt seien. Der Eintritt in einen kritischen Systemabschnitt hat mit dem Befehl SU EIN zu erfolgen; mit dem Befehl SU AUS ist der kritische Systemabschnitt wieder zu verlassen.

3.1 Überzählige Eintritte in einen kritischen Systemabschnitt

E_S kann vorkommen, daß eine Systemroutine A innerhalb eines kritischen Systemabschnitts eine andere Systemroutine B durchläuft, die ihrerseits ebenfalls einen

kritischen Systemabschnitt aufweist.

Dieser Fall wird folgendermaßen behandelt: Der Durchlauf durch Unterprogramm EIN in Systemroutine B ändert nichts an der Tatsache, daß die Systemsperre bereits besteht; es wird lediglich vermerkt, daß jetzt ein überzähliger Eintritt in den kritischen Systemabschnitt vorliegt. Beim Durchlaufen des Unterprogramms AUS in Systemroutine B wird dann der Vermerk über den überzähligen Eintritt wieder gelöscht; die Systemsperre bleibt jedoch weiterhin bestehen. Erst wenn die Systemroutine A das Unterprogramm AUS durchläuft, geht der kritische Systemabschnitt zu Ende.

Allgemein gilt folgende Regelung: Wenn in einer Priorität seit Start des Betriebssystems das Unterprogramm EIN Z_1 mal und das Unterprogramm AUS Z_2 mal vollständig durchlaufen wurde, so muß stets $Z_1 \geq Z_2$ sein; und genau in Falle $Z_1 > Z_2$ befindet sich ein Programm der betrachteten Priorität in einem kritischen Systemabschnitt.

4. Implementierung der Systemsperre beim Platten-Betriebssystem

Zunächst werden die zur Systemsperre gehörigen Unterprogramme und Variablen in der TEXAS-Sprache wiedergegeben, wobei die verwendeten Namen frei erfunden sind. Im Anschluß daran finden sich die dazugehörigen Programmablaufpläne und Erläuterungen.

4.1 TEXAS-Protokoll

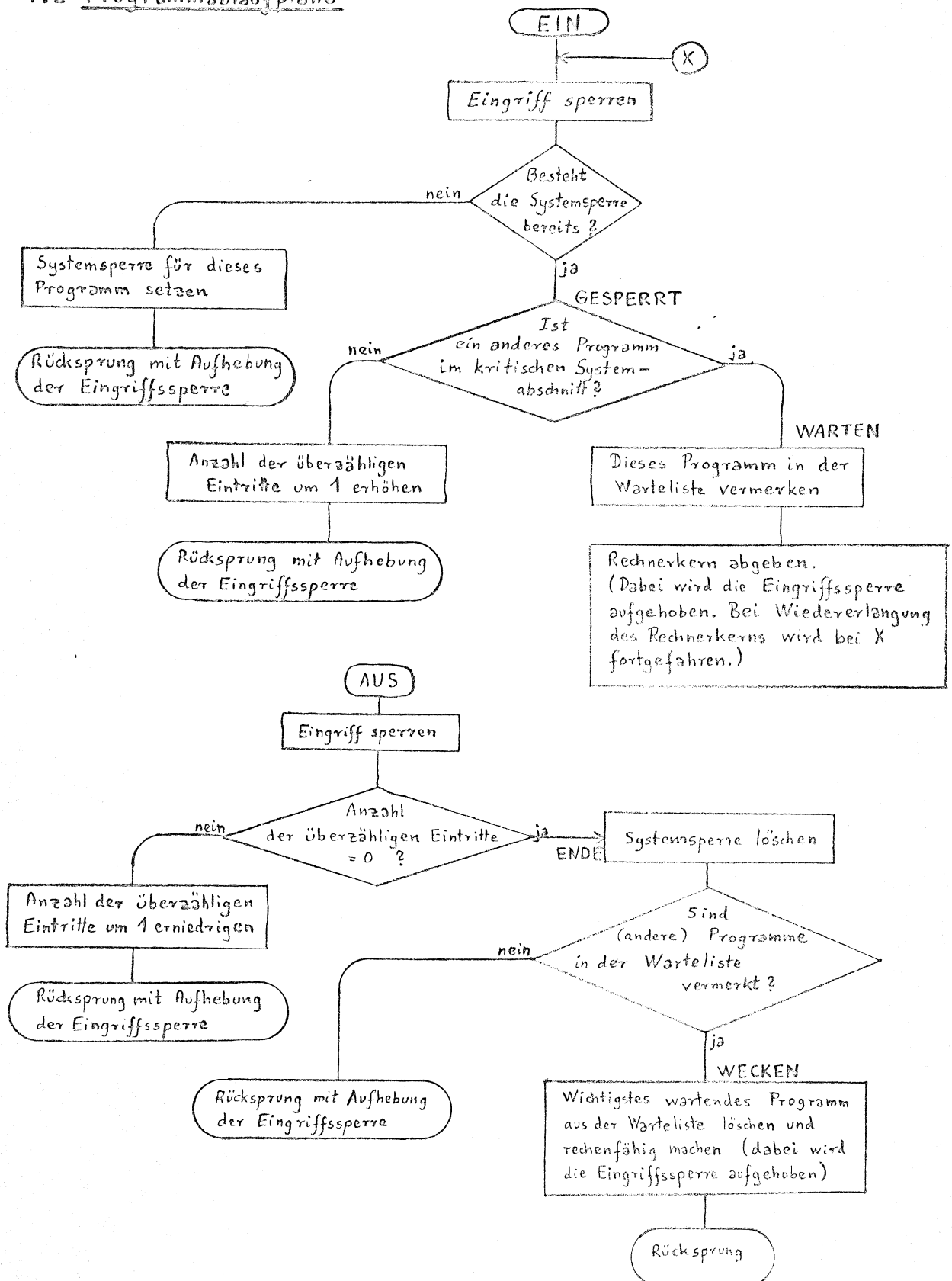
```

B,EIN=      BPN      --PROGRAMMR. HOLEN
            BAR 1U
            ES        --EINGRIFF SPERREN
            BC  S
            SNO GESPERRT
            CH  P
            MU  YF  O --RUECKSPRUNG MIT AUFHEBUNG
                        --DER EINGRIFFSSPERRE

B,GESPERRT= B  P
            SN  WARTEN
            BA  1U
            FAC U
            MU  YF  O
B,WARTEN=   XBA WARTELISTE+8
            R   VC  H
            B2  SZB
            MAB C2  O
            RT  AH
            SZB 26U  --RECHNERKERNABGABE
X=          S   EIN
B,SZB=     SZB WECKEN
B,ENDE=    LC  S
            LC  P
WARTELISTE= O  OU  --WARTEPLATZ FUER PROGRAMM 8
            O  OU
            O  OU
            O  OU
            O  OU
            O  OU
            O  OU
            O  OU  --WARTEPLATZ FUER PROGRAMM 1
            LC  S
            MU  YF  O
B,AUS=     ES
            B   U
            SKO ENDE
            SBA 1U
            R   BB  A
            C   U
            MU  YF  O
B,WECKEN=  MAB C2 -1
            BA  WARTELISTE+8
            R   FSB B
            SZB 29U  --FORTSETZUNG EINES ANDEREN PROGRAMMS
            MU  S   O

F,S=       O
F,P=       O
F,U=       O

```

4.2 Programmablaufpläne

4.3 Erläuterungen

4.3.1 Die zur Systemsperre gehörigen Variablen

Zur Systemsperre gehören folgende Variablen:

1. Der Inhalt der 8 Halbworte WARTELISTE bis WARTELISTE+7 (zugehörige TK ist stets 2);
2. Der Inhalt der Ganzworte S, P, und U (stets mit TK1).

Ein Zugriff auf diese Variablen ist nur in den Unterprogrammen EIN und AUS zugelassen, und erfolgt dort jeweils in einem Abschnitt, der unter Eingriffssperre durchlaufen wird und im folgenden als "kritischer Sperränderungsabschnitt" bezeichnet wird. (Jeder solche kritische Sperränderungsabschnitt möge folgendermaßen abgegrenzt sein: Beginn durch den Befehl ES, Beendigung durch den Befehl MU YF o bzw. durch den SZB-Sprung in das Verteilerprogramm.)

Ein kritischer Sperränderungsabschnitt läuft im Rechner ohne Unterbrechungen (Eingriffe und Alarme) ab (Begründung s. 4.3.2).

Sieht man von den Zeiten ab, in denen sich der Rechner in einem kritischen Sperränderungsabschnitt befindet, so gibt es für den Wert der Systemsperre-Variablen nur 2 Möglichkeiten:

1. Die Variablen sind durchwegs mit +0 besetzt. Bedeutung: Kein Programm befindet sich in einem kritischen Systemabschnitt.
2. $\langle S \rangle = 1$, $\langle P \rangle = p$ ($1 \leq p \leq 8$). Bedeutung:
Z.Z. befindet sich Programm p in einem kritischen Systemabschnitt. In U steht die Anzahl der überzähligen Eintritte des Programms p in den kritischen Systemab-

schnitt (+0,1,2,...). Für $i = 1, 2, \dots, 8$ gilt: Das Halbwort (WARTELISTE + 8 - i) enthält den Befehl SZB WECKEN bzw. 0 OU, je nachdem, ob das Programm i gerade auf den Eintritt in einen kritischen Systemabschnitt wartet oder nicht. (Letzteres gilt immer für $i = p$.)

4.3.2 Wirkung der Eingriffssperre

Wegen der gesetzten Eingriffssperre läuft ein kritischer Sperränderungsabschnitt im Rechnerkern ohne Unterbrechungen ab. Dies ergibt sich aus folgenden Überlegungen:

1. Die Eingriffssperre verhindert Unterbrechungen durch
Eingriff,
Hauptalarm und
Dreierprobenalarm im Vorrang (d.h. bei EA-Vorgängen),
(s. Beschreibung des Verteilers V6, Nr. 3.0.04, Oktober 68, Abschnitt 2.2.2).
2. Es verbleibt die Möglichkeit einer Unterbrechung durch
Dreierprobenalarm,
Befehlsalarm,
Typenkennungsalarm oder
Arithmetischen Alarm.

Solche Alarme sind jedoch - unter der Annahme, daß die Befehle und Variablen der Unterprogramme EIN und AUS keine unzulässige Änderung (Fehlspeicherung oder Hardwarefehler) erleiden - ebenfalls ausgeschlossen.

4.3.3 Ansprung des Verteilers

Die Rechnerkernabgabe erfolgt mit dem Befehl SZB 26U anstelle von EA Q, weil der Operationsteil EA unter Eingriffssperre wie ein Leerbefehl wirkt. Aus dem gleichen Grund steht SZB 29U anstelle von EA C.

5. Ein unangenehmer Nebeneffekt der Systemsperre

Gibt es bei den Prioritäten 1 bis 8 mehr als 2 aktuelle Programme, so kann es vorkommen, daß der Eintritt eines wichtigen Programmes in einen kritischen Systemabschnitt von weniger wichtigen Programmen unnötig verzögert wird. Dies zeigt das folgende Beispiel:

Es seien die Prioritäten 0, 2, 4, 6 und 8 besetzt. (Nur 2, 4 und 6 spielen im folgenden eine Rolle.)

Zunächst habe Programm 2 den Rechnerkern und trete in einen kritischen Systemabschnitt ein, während Programm 4, 6 und 8 auf die Beendigung von EA-Vorgängen warten.

Die nächste Blockendemeldung bewirke den Übergang des Rechnerkerns an Programm 6, das nun seinerseits Unterprogramm EIN aufrufe. Dabei trägt sich Programm 6 in die zur Systemsperre gehörige Warteliste ein und gibt den Rechnerkern wieder ab.

Inzwischen sei auch für Programm 4 eine Blockendemeldung eingetroffen, und der Rechnerkern gehe an Programm 4 über. Programm 4 blockiert jetzt so lange das Weiterkommen von Programm 2 und damit auch von Programm 6, bis es selbst wieder den Rechnerkern abgibt; und dies kann u.U. sehr lange dauern.