

Gyártórendszerek dinamikája

Gyártórendszerek jellemzése és szerkezete

Dinamikus gyártórendszerek matematikai leírásának alapjai

Werner Ágnes

Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

werner@virt.uni-pannon.hu

Munkadarab, gyártási folyamat

A gyártórendszerekben a *megmunkálás egysége* a ***munkadarab***, ez

- megváltoztatja az állapotát a műveletek hatására
- más munkadarabokkal összeszerelésre kerülhet, de
- ***nem osztható "atomi" egység.***

Művelet: egy elemi megmunkálási lépés (tovább nem bontható), pl.

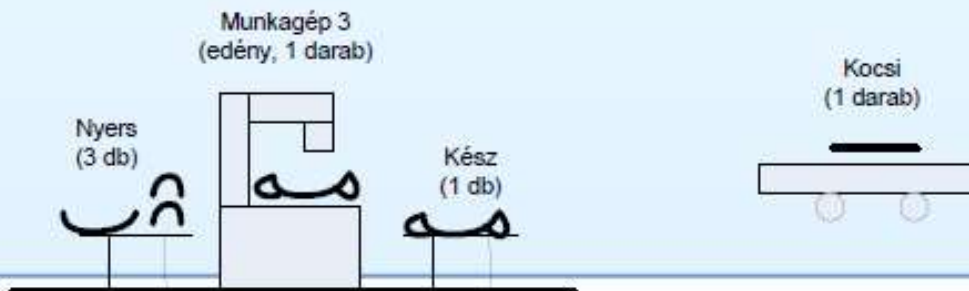
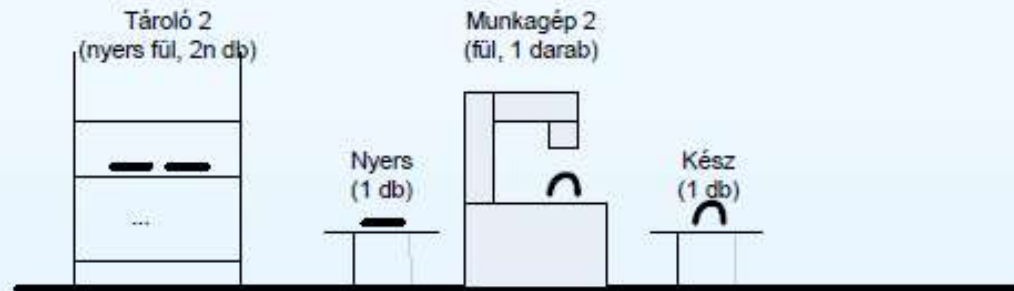
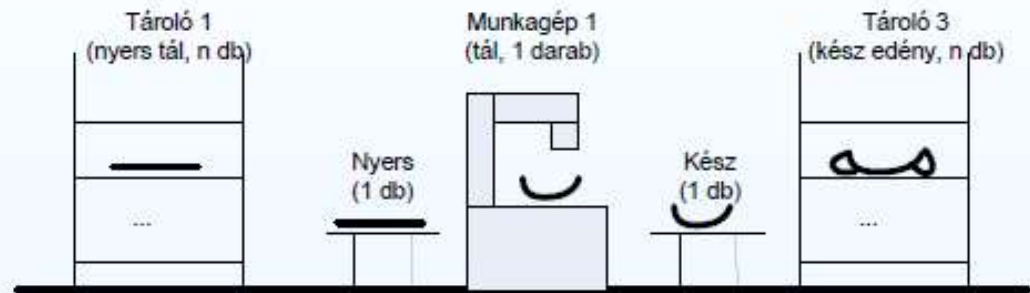
- préselés, lyukfúrás, stb.
- összeszerelés (pl. nyél rászegecselése)

Gyártási folyamat: egy termék előállításának lépései, egy műveleti sorrend

- lehetnek soos és párhuzamos műveletek
- időzítés is kapcsolódhat hozzá (pl. száradási idő festés után)

Edény gyártórendszer

Mik a munkadarabok? Mik a műveletek?



Gyártórendszerek elemei

Alapelem: **műveleti egység**, ami egy művelet végrehajtására képes

Megmunkáló gép: egy munkagép, amely lehet

- célszerszám: csak egy műveletre (műveleti egység)
- több-funkciós: több műveletet is el tud végezni (pl. fúró-marógép, festo-csiszológép)

Gyártósor: megmunkáló gépek egy halmaza, amely egy adott termék előállítását végzi

- fix és rugalmas gyártósorok

Gyártórendszerek elemei és részrendszerei

Hierarchikus dekopozíció szintjei

Bonyolultság (méret) szerint

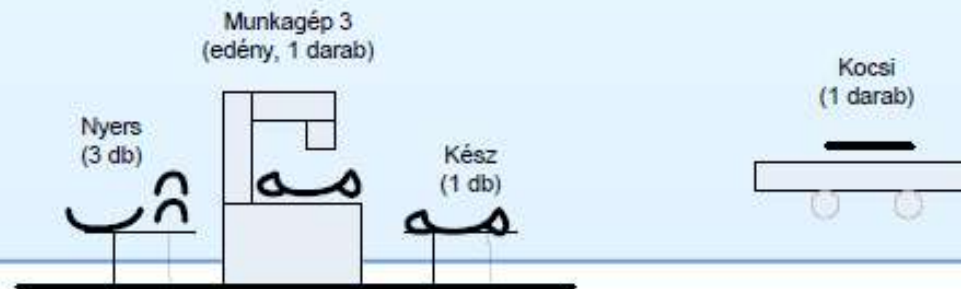
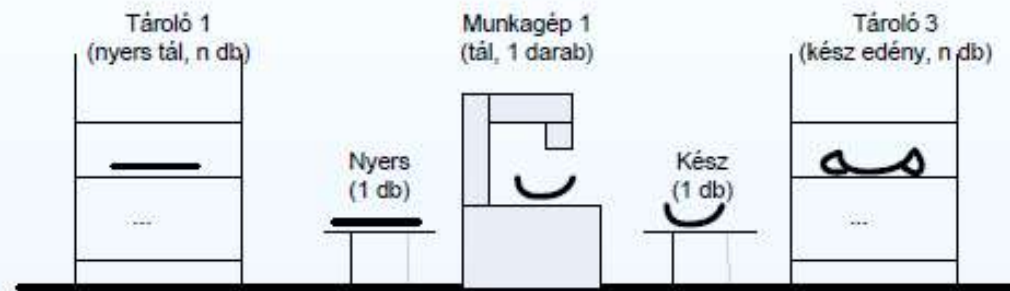
- teljes üzem(rész)
- gyártósorok (lehetnek virtuálisak)
- (megmunkáló) gépek
- műveleti egységek

Idő-lépték szerint

- teljes üzem ~ hetek
- gyártósor ~ nap (műszak)
- (megmunkáló) gépek ~ óra
- műveletek ~ perc

Edény gyártósor

Mik a műveleti egységek? Hogyan épül fel a gyártósor?



Gyártórendszerek környezete

1. **Piaci környezet:** ár, rendelkezésre állás, változási sebesség
 - megrendelések
 - beszállítók
 - nyersanyag és energia
 - munkaerő
2. **Gazdasági és adminisztrációs környezet az üzemen belül**
 - megrendelések kezelése
 - mérnöki eljárások, termék- és gyártásfejlesztés
 - minőségellenőrzés
 - karbantartás

Mérnöki feladatok típusai

Tervezési feladatok

- gyártmány tervezés
- kiviteli tervezés

Irányítási feladatok

- ütemezés
- irányítás és szabályozás

Üzemeltetési feladatok

- karbantartás
- ellenőrzés, diagnosztika

Tervezési feladatok

Üzemrész szinten

1. Gyártmány tervezés

- új termék megjelenésekor (megrendelésekor)
- alapanyagok és megmunkálási műveletek (sorrend és gépek is!) meghatározása
- ⇒ mérnöki dokumentáció

2. Kiviteli tervezés

- új mérnöki dokumentáció megjelenésekor
- megmunkálási erőforrások, alapanyagok, gépek, műveletek megtervezése (a konkrét üzemi lehetőségek ismeretében)
- ⇒ gyártási tervek (receptek)

Irányítási feladatok

Gyártósor szinten

1. Ütemezés

- rendszeres időközönként
- felhasználva a *megrendeléseket, gyártási terveket és a gyártósor rendelkezésre állását*
- \Rightarrow gyártási ütemterv
- \Rightarrow beszállítói megrendelések (nyersanyagok, félkész termékek)

Munkagép szinten

2. Irányítás, szabályozás

- új művelet(sor) megjelenésekor
- felhasználva az *optimalitási kritériumokat*: minőség, gazdaságosság (trade-off!)
- \Rightarrow idő-program műveletekre és paraméterekre

Üzemeltetési feladatok

Minden szinten

1. *Karbantartás*

- rendszeres (tervezett)
- eseti (meghibásodás esetén)

Minden szinten

2. *Ellenőrzés, diagnosztika*

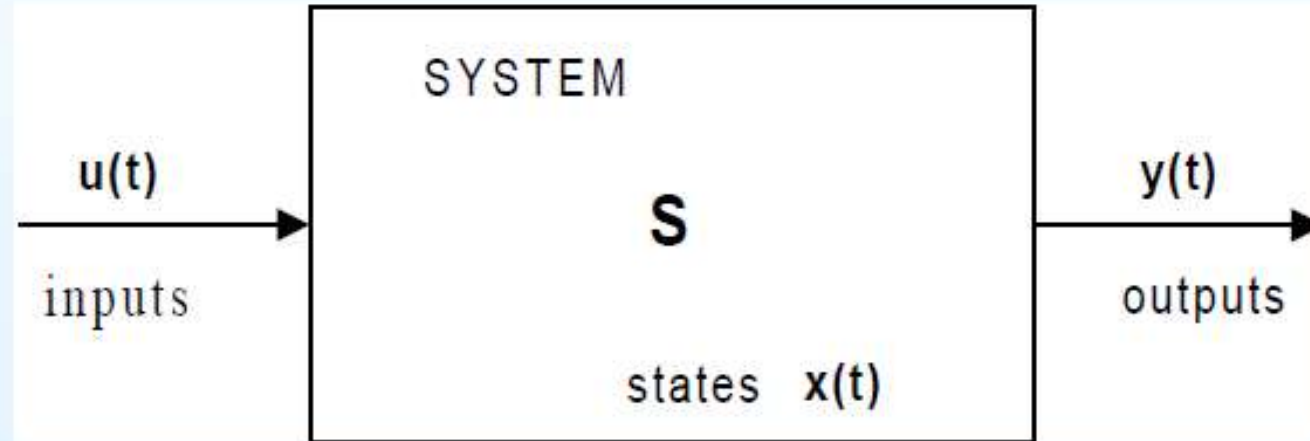
- rendszeres időközönként és új objektum felbukkanásakor
- lokálisan (az adott szinten)
- globálisan:
 - termék szinten
 - üzemrész gazdaságos működése szintjén

Rendszerek

Rendszer (**S**): *jeleken végez műveletet*

$$y = \mathbf{S}[u]$$

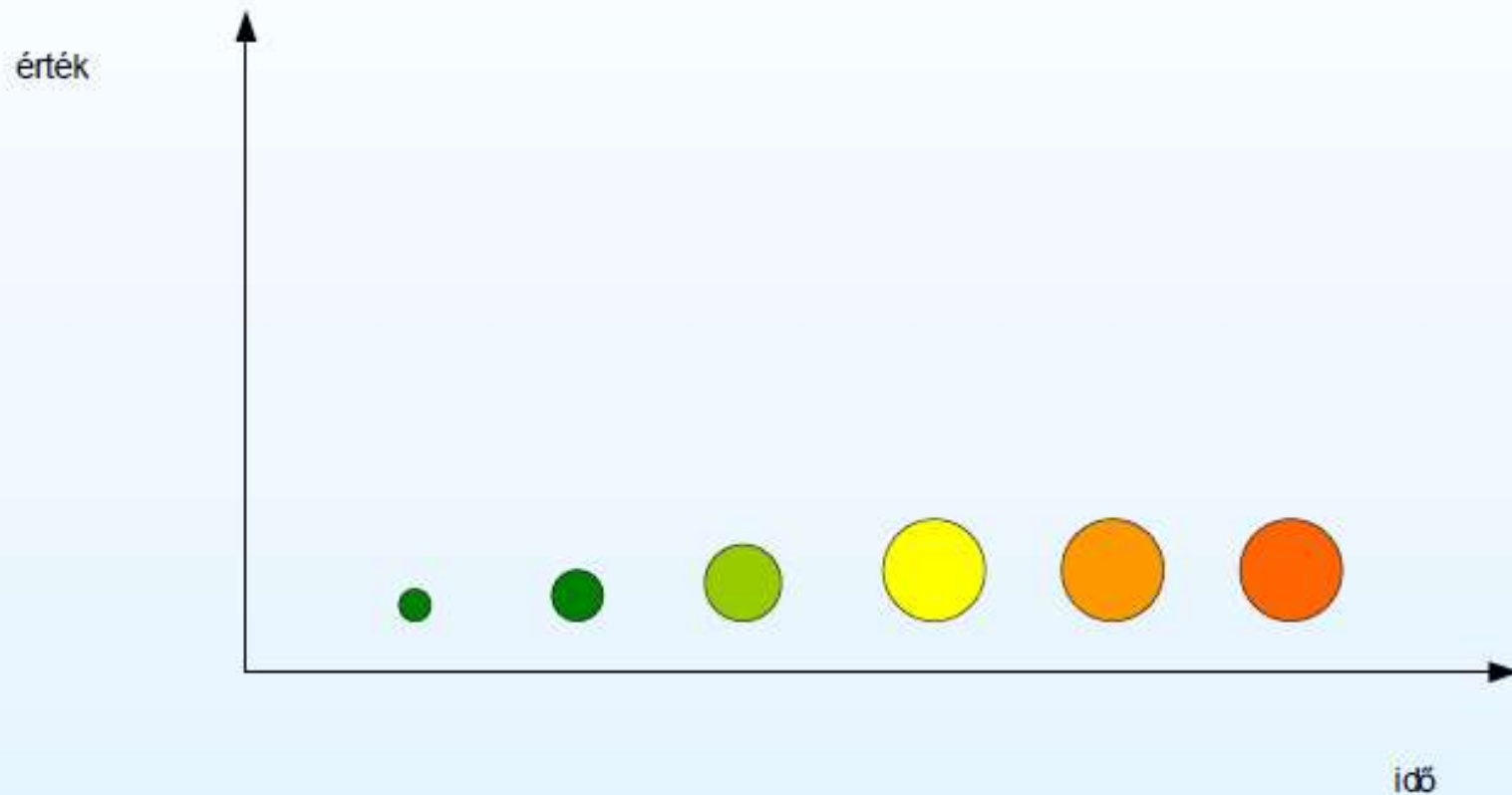
- bemenetek (u) és kimenetek (y)
- állapot-változók (x)



1. ábra. A rendszer jel-folyam ábrája

Diszkrét idejű jelek

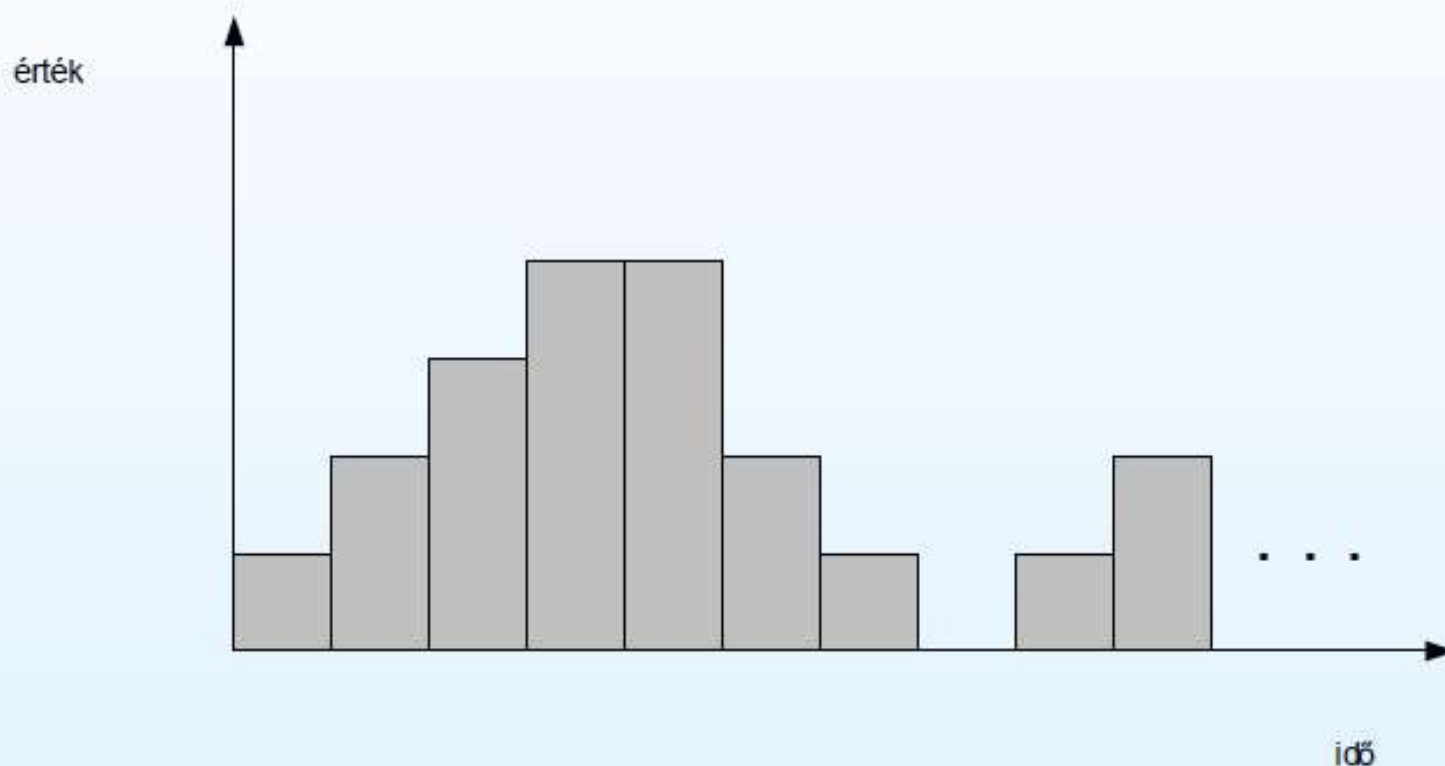
Narancs érésének folyamata: a jel értéke a narancs állapota



Az időt hónap lépésekben mérjük: **mintavételi idő** egy hónap

Diszkrét idejű diszkrét értékű jelek

Érték: pl. a munkadarabok száma a késztermék tárolóban
(*egész szám*)



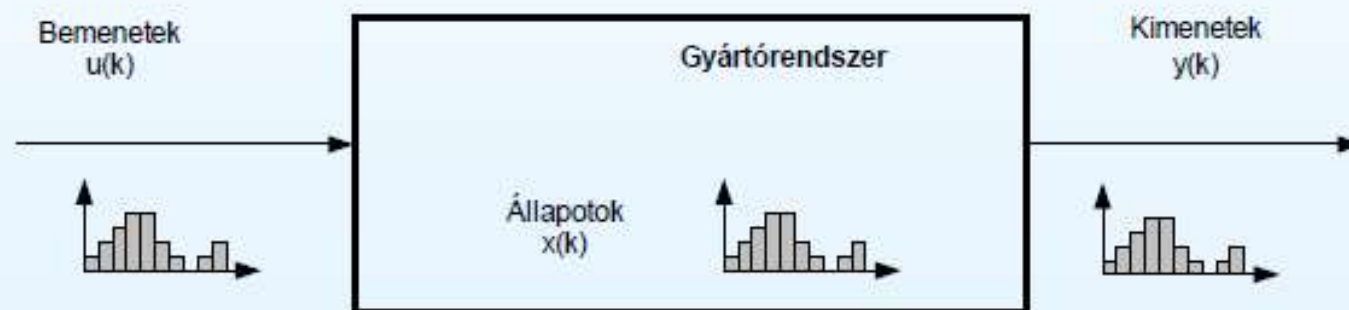
Mintavételi idő: egy óra

Diszkrét idejű rendszerek

Diszkrét idejű *jelek*en végez műveletet

$$y = S[u]$$

- bemenetek ($\{u(0), u(1), \dots, u(k), \dots\}$) és kimenetek ($\{y(0), y(1), \dots, y(k), \dots\}$)
- állapot-változók ($\{x(0), x(1), \dots, x(k), \dots\}$)



2. ábra. A rendszer jel-folyam ábrája

A diszkrét idejű rendszerek leírásának fajtái

Bemenet-kimenet leírás (matematikai modell)

$$y(k) = H(u(k); y(k-1), u(k-1); y(k-2), u(k-2); \dots)$$

Állapottér leírás

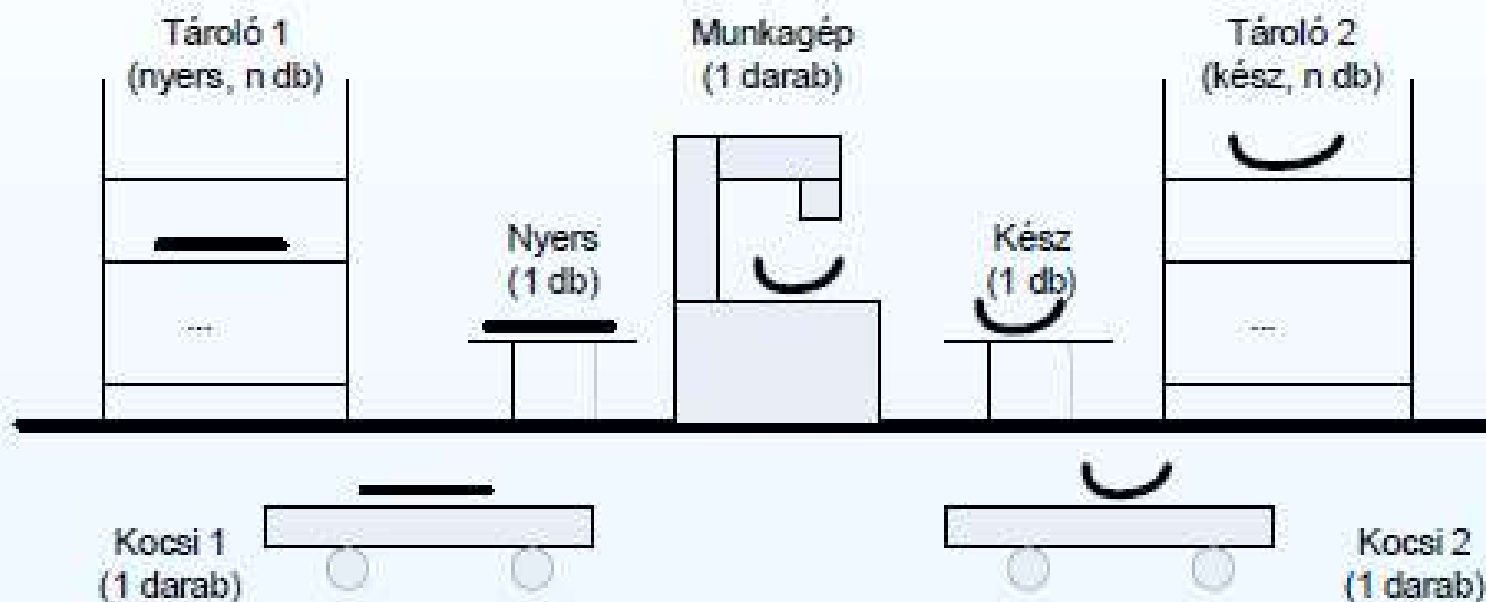
$$x(k+1) = F(x(k), u(k)) \quad (\text{állapot egyenlet})$$

$$y(k) = G(x(k), u(k)) \quad (\text{kimenet egyenlet})$$

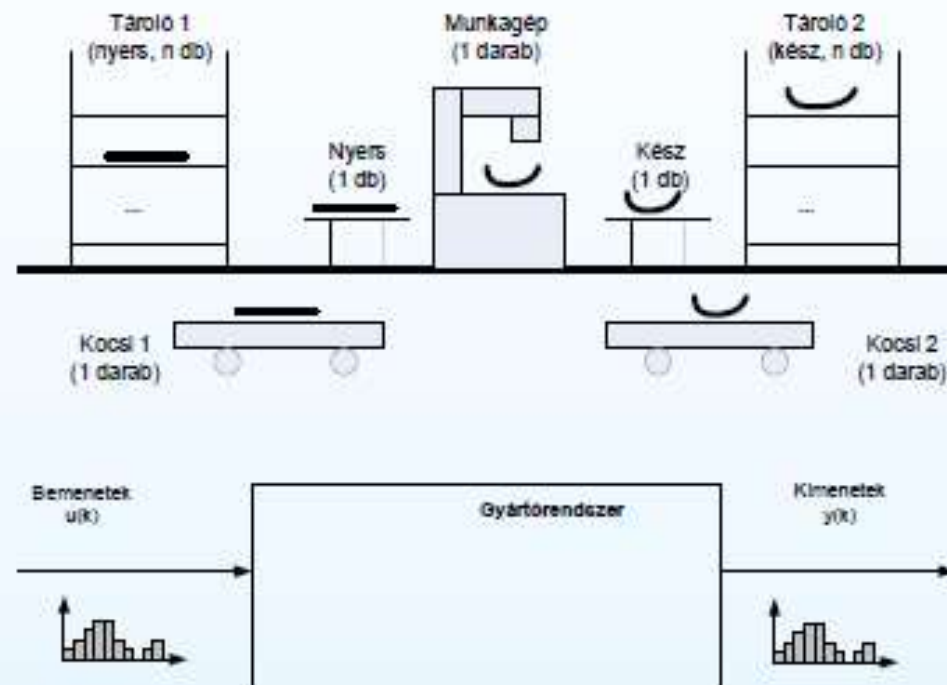
adott $x(0)$ kezdeti feltétellel és nemlineáris F állapot, valamint G kimeneti függvényekkel

Egyszerűbb gyártórendszer példa

Konfliktushelyzet nélkül



Egyszerűbb gyártórendszer példa



Bemenet: nyersanyag munkadarabok száma "Tároló 1"-en
Kimenet: késztermék munkadarabok száma "Tároló 2"-en

Munkadarabok és műveletek leírása

Jelek: munkadarabok száma a gyártórendszer különböző tárolóhelyein (*körökkel jelölve*)

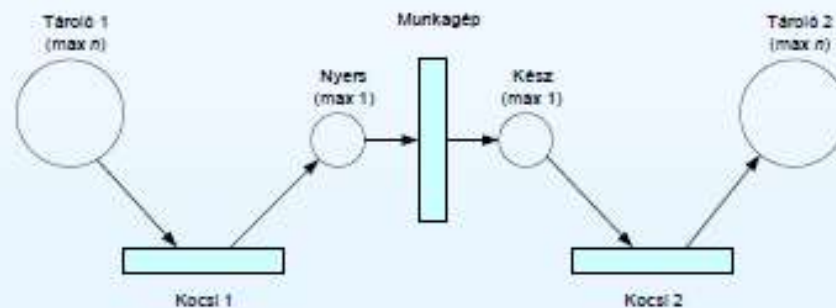
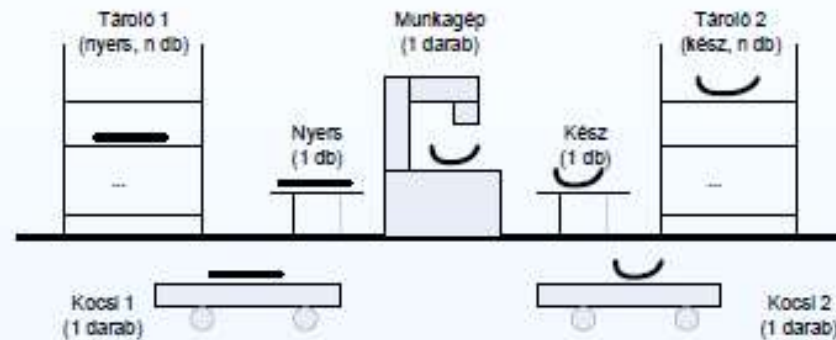
- diszkrét idejű és értékű jelek

Részrendszerek: műveleti egységek (berendezések) (*színezett téglalapokkal jelölve*)

- diszkrét idejű részrendszerek és összetett rendszer

Művelet: munkadarabok átalakítása

Egyszerűbb gyártórendszer példa



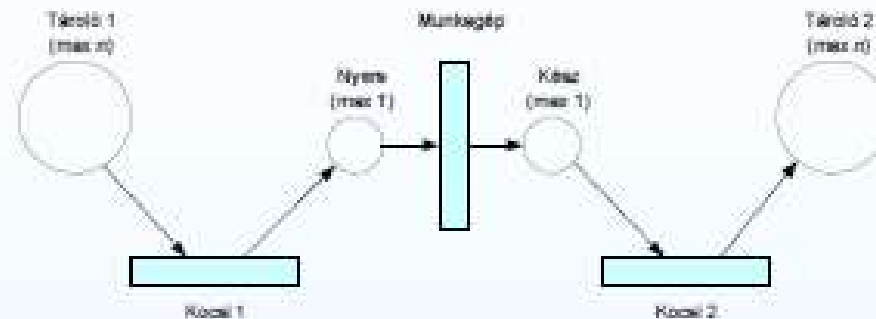
Bemenet: nyersanyag munkadarabok száma "Tároló 1"-en, n_{T1}

Kimenet: késztermék munkadarabok száma "Tároló 2"-en, n_{T2}

Állapotok: munkadarabok száma a "Nyers" és "Kész" tárolókon

n_N, n_K

Egyszerűbb gyártórendszer: diszkrét idejű ÁT modell



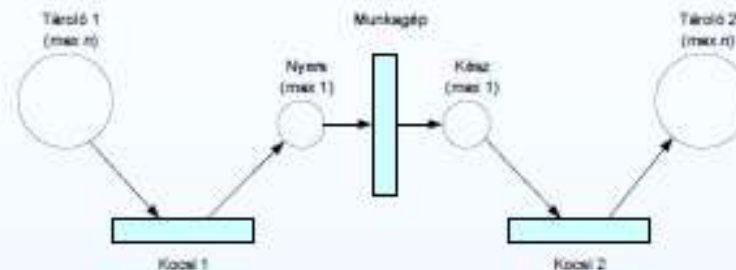
$$x(k+1) = F(x(k), u(k)) \quad (\text{állapot egyenlet})$$

$$y(k) = G(x(k), u(k)) \quad (\text{kimenet egyenlet})$$

Jelek

$$x(k) = [n_N(k), n_K(k), s(k)]^T, \quad u(k) = n_{T1}(k), \quad y(k) = n_{T2}(k)$$

Egyszerűbb gyártórendszer: diszkrét idejű ÁT modell



Egyenletek

$$x_1(k+1) = \begin{cases} \text{ha } (x_1(k) = 0 \text{ es } u(k) > 0) \text{ akkor } 1 \\ \text{egyebkent (ha } (x_1(k) = 1 \text{ es } x_2(k) = 0) \text{ akkor } 0 \\ \text{egyebkent } x_1(k) \end{cases}$$

$$x_2(k+1) = \begin{cases} \text{ha } (x_2(k) = 0 \text{ es } x_1(k) = 1) \text{ akkor } 1 \\ \text{egyebkent } 0 \end{cases}$$

$$x_3(k+1) = x_3(k) + x_2(k)$$

$$y(k) = x_3(k)$$

Egyszerű gyártórendszer példa

Milyen a rendszerelméleti leírás?

