

Perquè Teoria de Sistemes

- ▶ La Terra ha estat **sotmesa a un procés de canvi ininterromput**. Un procés de canvi que va començar molt abans de l'aparició de la vida a la Terra. Canvis naturals -continus o catastròfics- i ara també induïts per l'ésser humà.
- ▶ La Terra té diferents parts o cobertes, i canvis efectuats en un sol dels seus components pot estendre's pel conjunt de la Terra en una tupida xarxa d'interrelacions
- ▶ Coneixent a fons les causes del canvi, analitzant-ne els orígens, quantificant-ne els efectes, podem **formular propostes per satisfer les necessitats actuals sense comprometre el futur, la millora mundial de la qualitat de vida.**



Concepte de Sistema (I)

- Un sistema és un tot orgànic, un conjunt de parts que interrelacionen, que estan lligades per unes lleis de funcionament.
 - ▶ Estan formats per **Elements**.
 - ▶ **Funció**. Cada element té una funció en el sistema.
 - ▶ **Interrelació**. El canvi d'un element afecta la resta d'elements i repercuteix en el funcionament del sistema.
 - ▶ **Homeòstasi**. Dins el sistema existeixen mecanismes autoregulators que tendeixen a restablir l'equilibri (dins de certs límits).



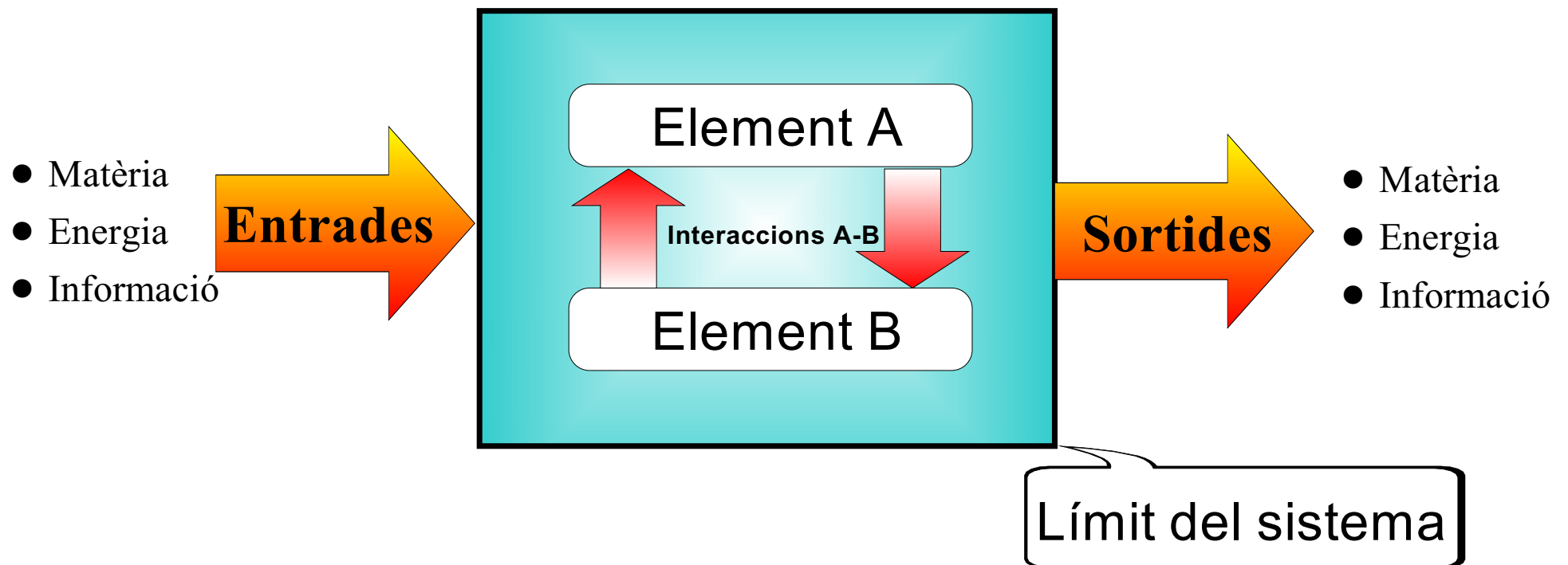
Concepte de Sistema (II)

- ▶ **Propietats emergents.** Un sistema té propietats o característiques noves, que no són solament la suma de les propietats dels components sinó que depenen també de l'establiment de les relacions correctes entre tots els components del sistema.
- ▶ **No estan aïllats.** Els arriba energia i matèria necessàries pel seu funcionament, i produeixen matèria i emeten energia. A més reben informació de l'exterior del sistema, el que desencadena la seva activitat, i emeten informació com a resultat de la funció que desenvolupen.



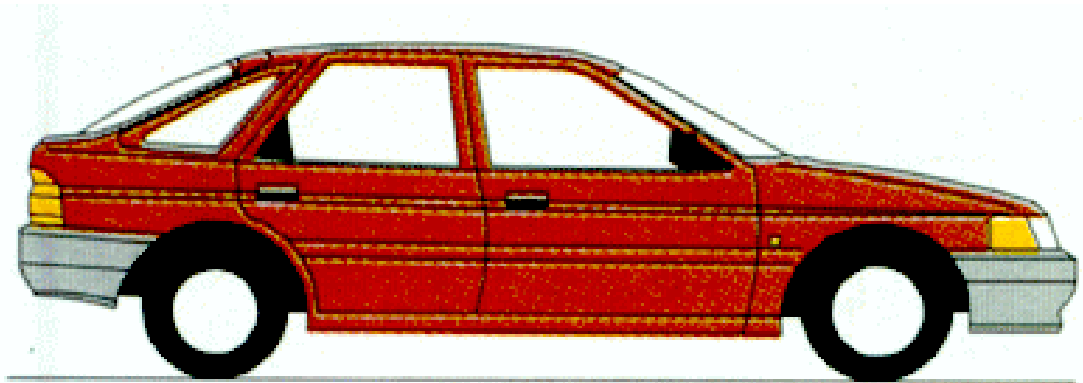
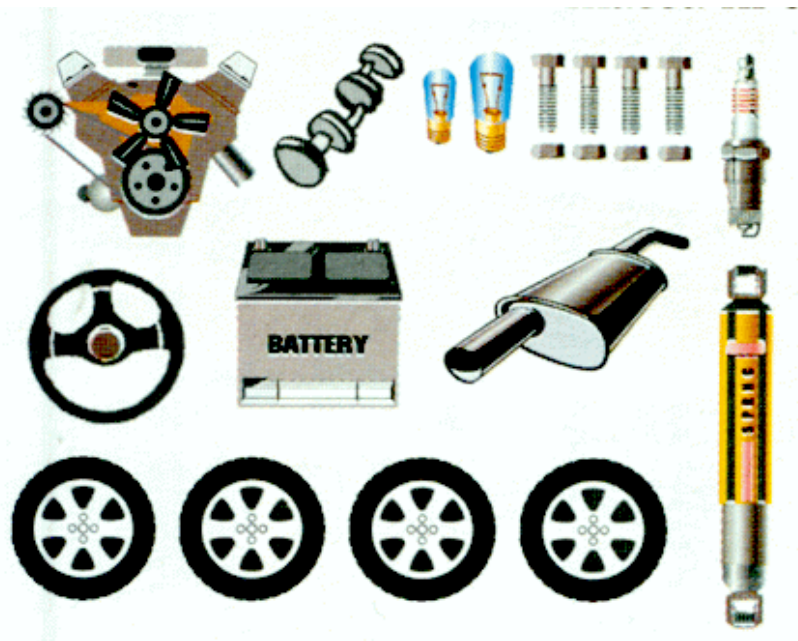
Concepte de Sistema (III)

- Els sistemes són un conjunt d'elements que es relacionen entre si per a dur a terme una o diverses funcions



Característiques dels sistemes (I)

- Un sistema és alguna cosa més que la suma de les parts que el formen, ja que de les interrelacions entre si i del comportament global sorgeixen les propietats emergents, absents en l'estudi de les parts per separat.



Característiques dels sistemes (II)

Característica	Exemple
Els sistemes estan formats per elements o components.	Un cotxe està format per cargols, pneumàtics, cables,...
Cada element o component té una forma i una funció dins del sistema.	El cargol de la roda no serveix per subjectar l'escura-parabrises
El sistema no és la suma de tots els seus components sinó un fet més complex.	Malgrat ajuntéssim en una capsa tots els elements d'un cotxe hauriem perdut la seva capacitat de transportar objectes o persones
El canvi d'un component afecta tots els altres components i repercuteix sobre la forma i funcionament de tot el sistema.	La pèrdua de pressió en una de les rodes ocasiona dificultats en la conducció del cotxe
No tots els canvis d'un component afecten per igual al sistema.	No és el mateix la pèrdua d'un cargol de les rodes que el que subjecta el volant o que el subjecta el cendrer
Existeixen mecanismes d'autoregulació, o respostes als canvis, que tendeixen a restablir l'equilibri perdut.	Quan la composició dels gasos d'escapament té moltes restes de combustible el sistema d'injecció regula la mescla enriquint la quantitat d'aire
Els sistemes tenen una capacitat limitada per absorbir els canvis.	Si no s'aconsegueix la proporció adequada de mescla d'aire i combustible el cotxe es cala
Els sistemes importen més energia de la que exporten. Entropia negativa	Una part important de l'energia del combustible no s'utilitza en el moviment, es perd en forma de calor
El funcionament del sistema suposa un flux i un emmagatzematge temporal de material i energia a través de les diferents parts del sistema.	L'energia continguda al combustible passa als pistons, d'ells al cigonyal, a les rodes fent moure el cotxe.
Dins un sistema es poden considerar subsistemes.	Sistema elèctric, sistema de fre, sistema de direcció,...



Característiques dels sistemes (III)

- Sistema és un conjunt de parts operativament interrelacionades, és a dir, en què unes parts actuen sobre les altres, i del qual interessa fonamentalment el comportament global.



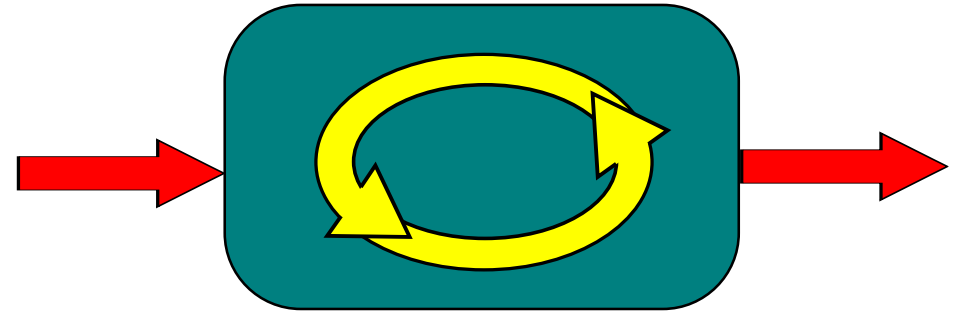
Sistemes matèria i energia.

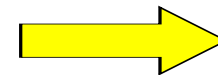
Sistema Obert



 Circulació Energia

Sistema Tancat



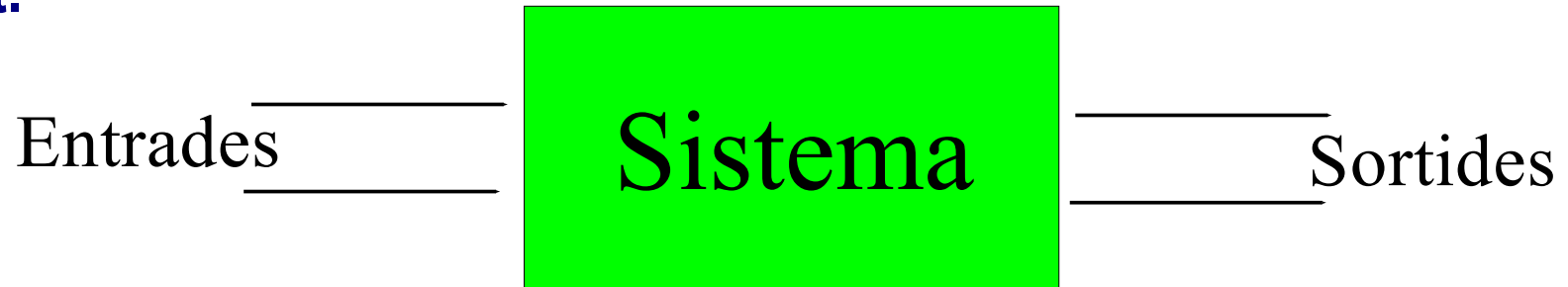
 Circulació Matèria

- Respecte dels intercanvis de matèria i energia podem parlar de:
 - ▶ Sistemes oberts en els que entra i surt matèria i energia
 - ▶ Sistemes tancats en els que entra i surt energia però no matèria (la matèria es recicla)

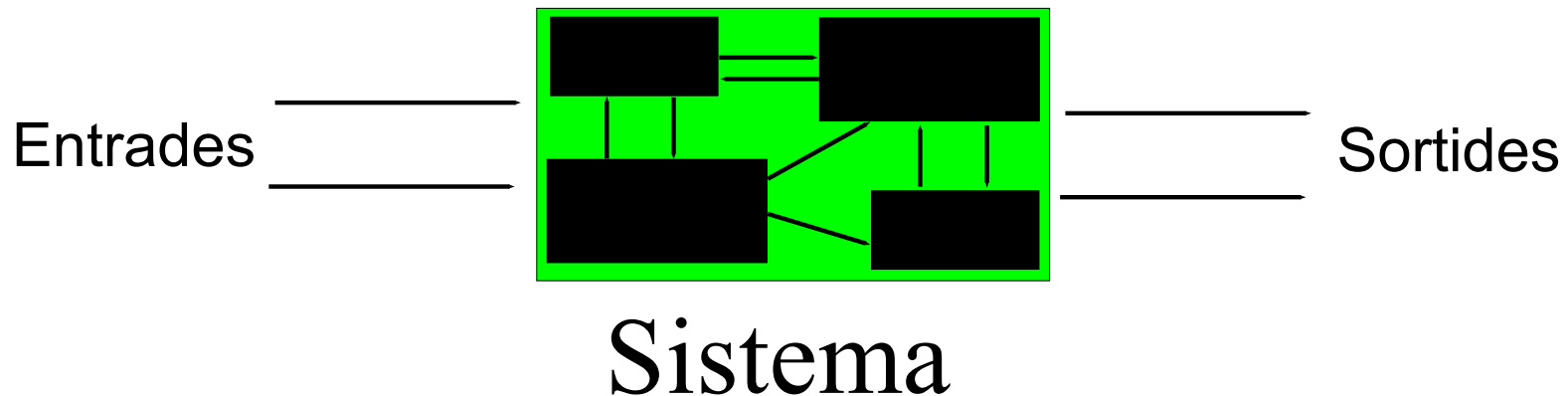


Dues formes d'estudi (models).

- Un sistema pot considerar-se com una capsula negra i estudiar-ne els fluxos de matèria, energia i informació que entren i surten d'ell, es tracta d'un enfocament sintètic o holístic, en que s'estudia el funcionament i l'evolució d'un tot.

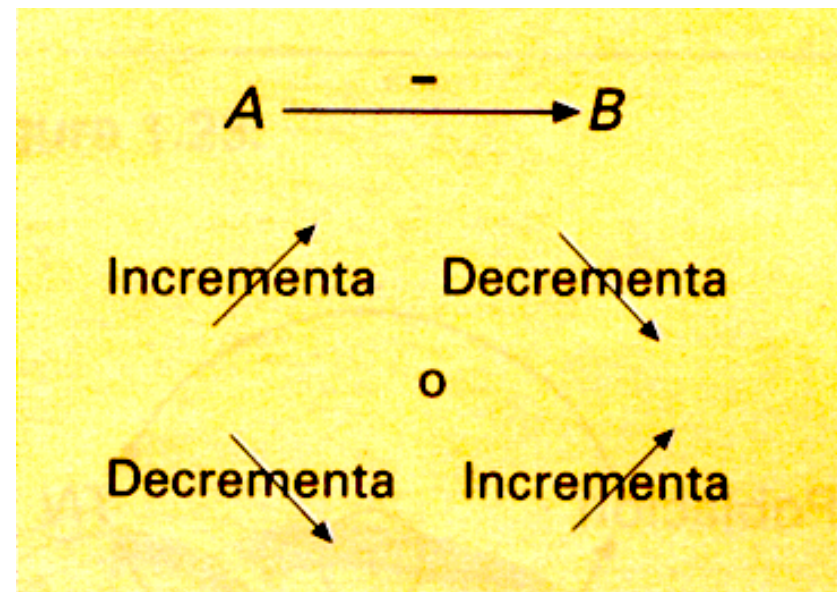
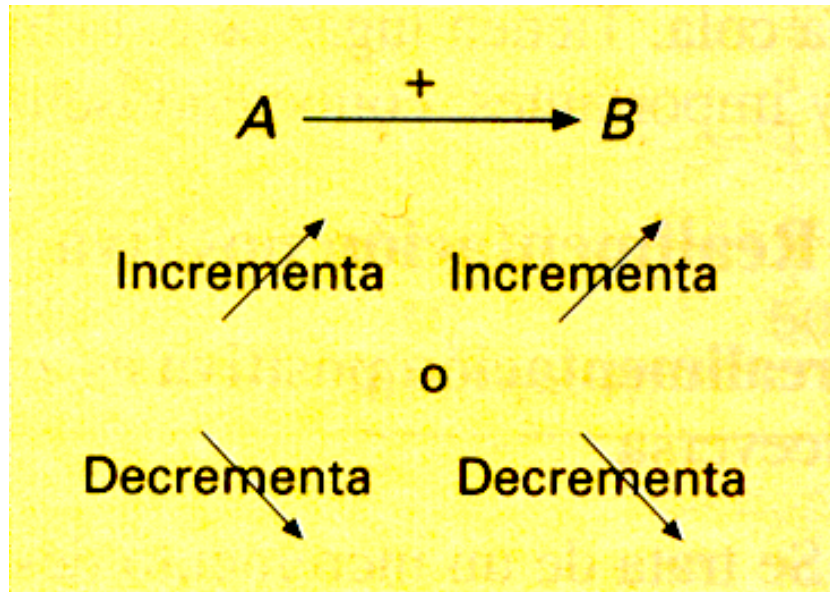


- O bé considerar els subsistemes que hi ha en el seu interior i considerar els fluxos i relacions que hi ha entre ells, capsula blanca, per tal d'entendre el funcionament global, es tracta d'un enfocament analític o reduccionista amb l'objectiu d'estudiar de manera independent les parts que formen un tot.



Regulació de Sistemes (I)

- Els elements que formen els sistemes estan relacionats entre sí, i funcionen de manera coordinada.
 - ▶ Els elements que poden variar en funció d'uns altres s'anomenen variables.
 - ▶ Les **variables d'un sistema** són elements que es poden mesurar (informació quantitativa).
 - ▶ Les relacions entre els valors d'aquestes variables es poden representar mitjançant fletxes (o equacions).
 - ▶ Les fletxes representen les relacions causals (causa → efecte) entre les variables d'un sistema

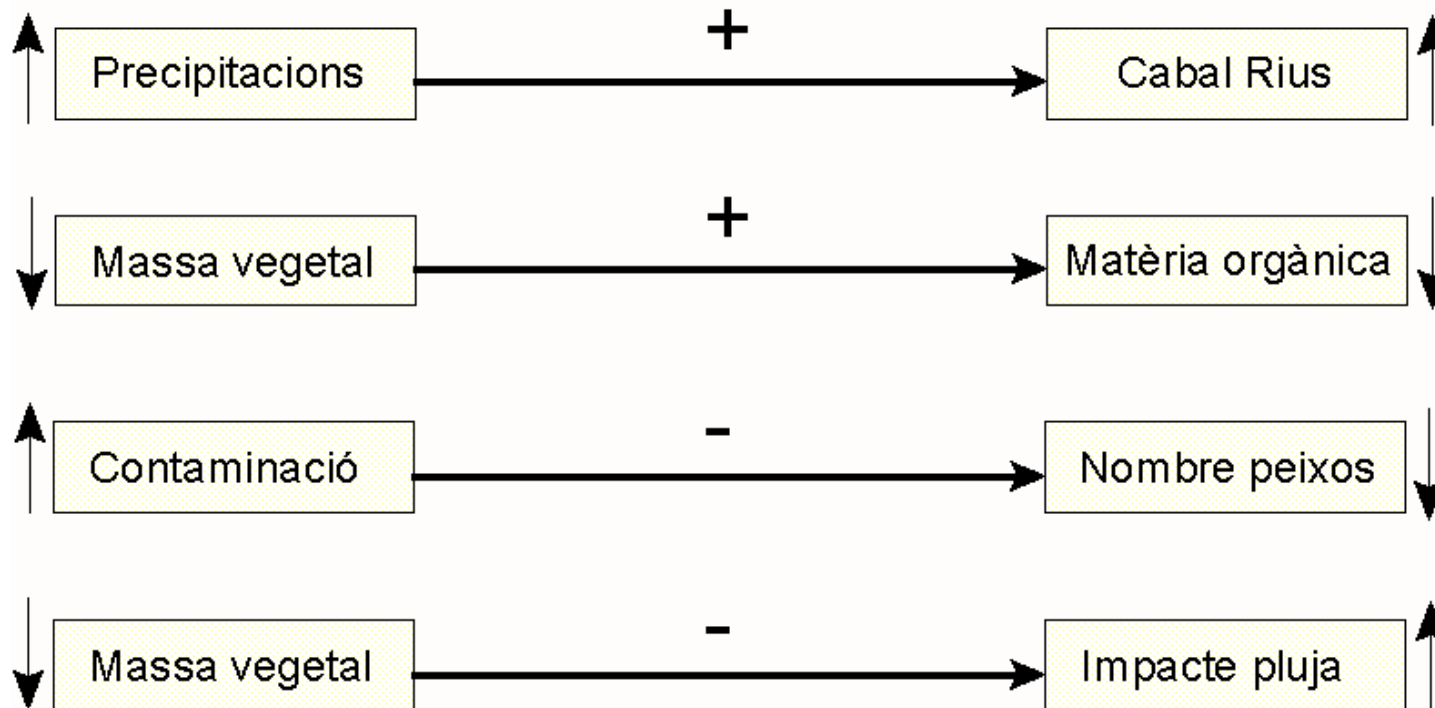


Regulació de Sistemes (II)

● Relacions causals simples

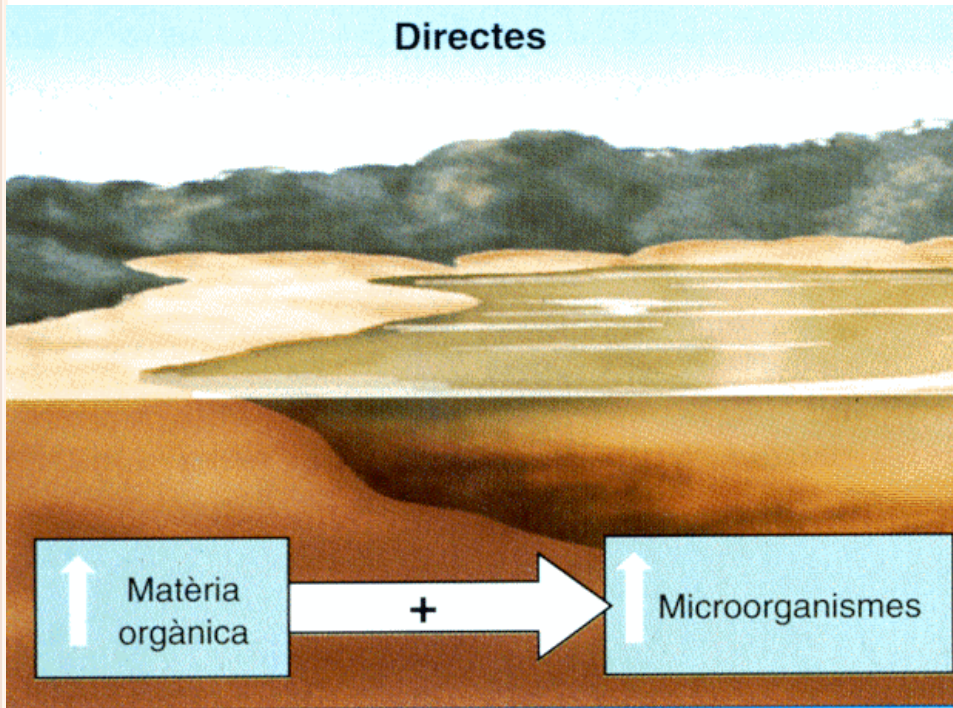
- ▶ Quan es relacionen dues variables.
- ▶ Una relació és positiva quan l'increment d'una variable fa que l'altra variï en el mateix sentit.
- ▶ Una relació és negativa quan la variació d'una variable fa que l'altra canviï en sentit contrari (si la primera disminueix la segona augmenta i viceversa).

Dinàmica de Sistemes: Relacions Causals Simples



Relacions causals simples

Directes

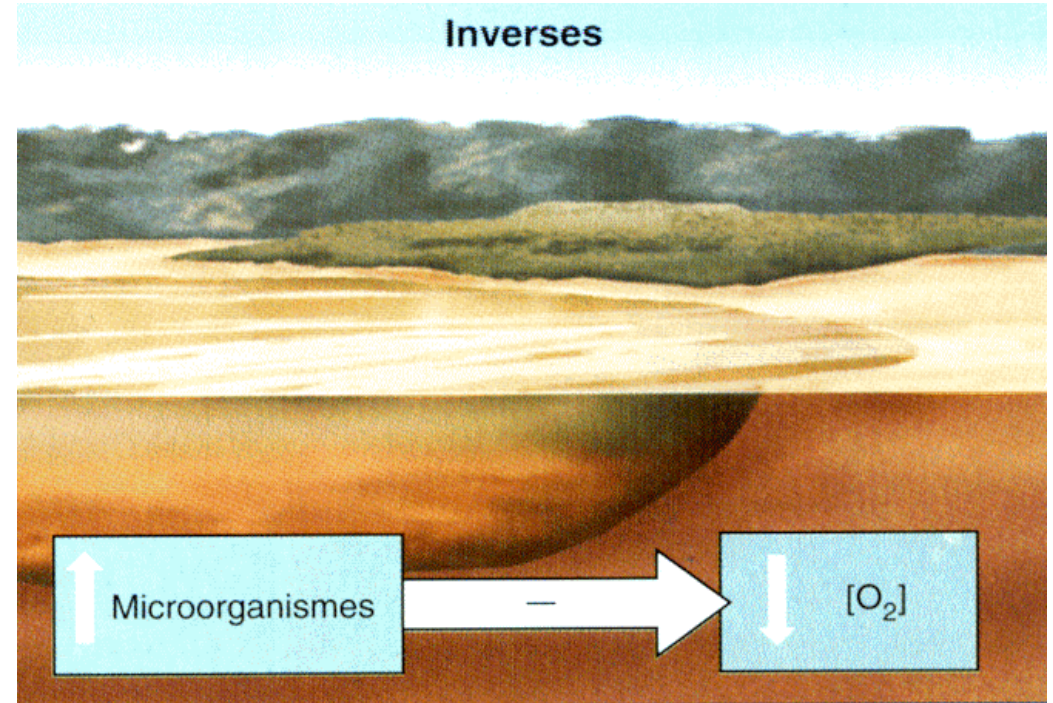


L'augment d'una de les variables fa que n'augmenti una altra.

Es representa amb el signe + entre les variables.

Per exemple, l'augment de matèria orgànica en un toll fa que hi augmenti el nombre de microorganismes.

Inverses



L'augment d'un dels elements del sistema fa que en disminueixi un altre.

Es representa amb el signe – entre les variables.

Si en un toll augmenta el nombre de microorganismes que utilitzen oxigen en la respiració, hi disminueix la concentració d'oxigen.

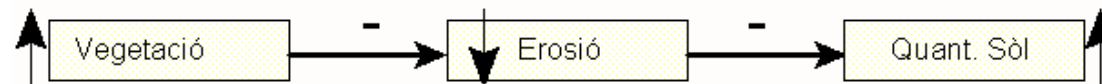


Regulació de Sistemes (III)

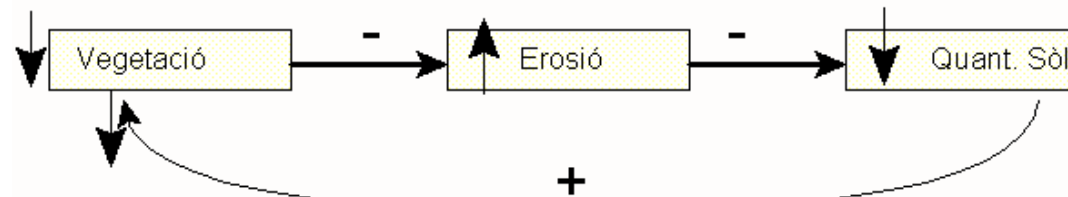
● Relacions causals compostes

- ▶ Quan es relacionen més de dues variables.
- ▶ Quan el resultat final influeix en l'inici de l'activitat, quan **l'última variable afecta la primera**, es parla de “*feed-back*”, retroalimentació (o retroacció).

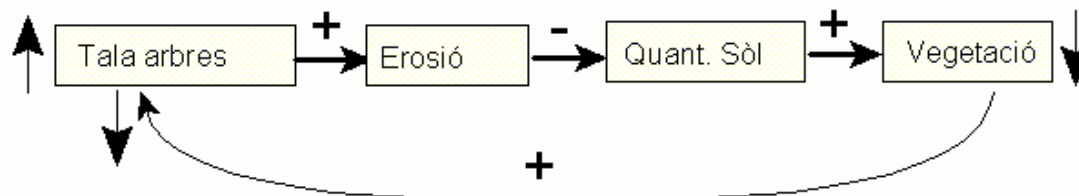
Dinàmica de Sistemes: Relacions Causals Compostes



Retroacció Positiva: Disminució incontrolada d'un paràmetre

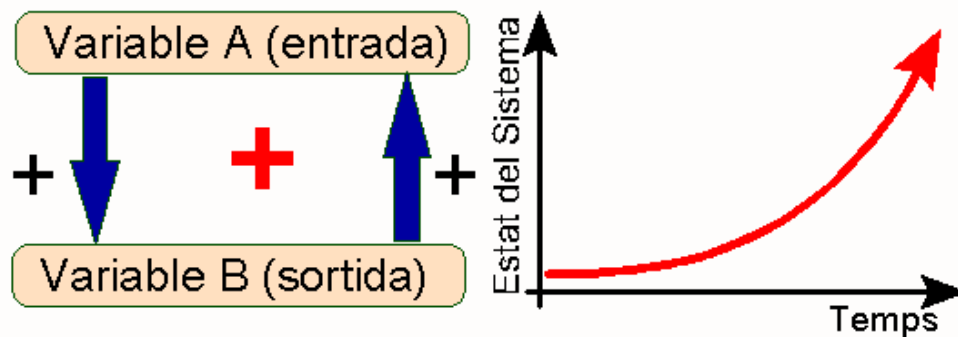


Retroacció Negativa: Autorregulació

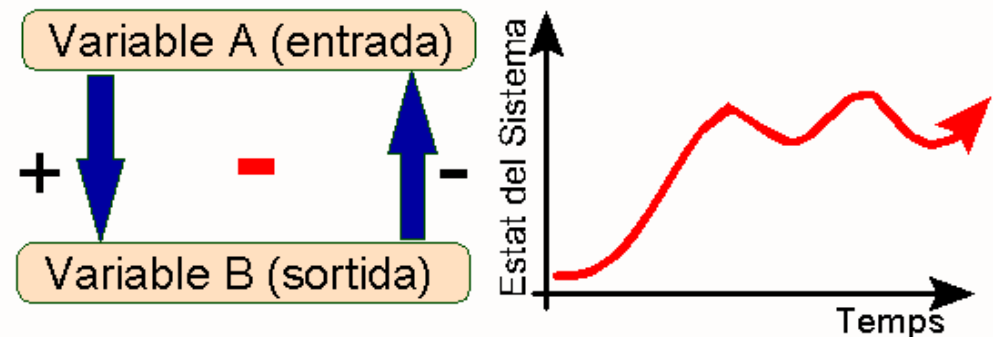


Retroalimentació

- Quan l'última afecta la primera es parla de “*feed-back*”, retroalimentació (o retroacció), aquestes relacions poden ser:
 - ▶ Retroalimentació positiva i desencadenar una **variació** (augment o disminució) **incontrolada** de les variables.
 - ▶ Retroalimentació negativa i produir un efecte “**homeostàtic**” o atorregulador ja que les variables s'autocontrolen.



Variació incontrolada

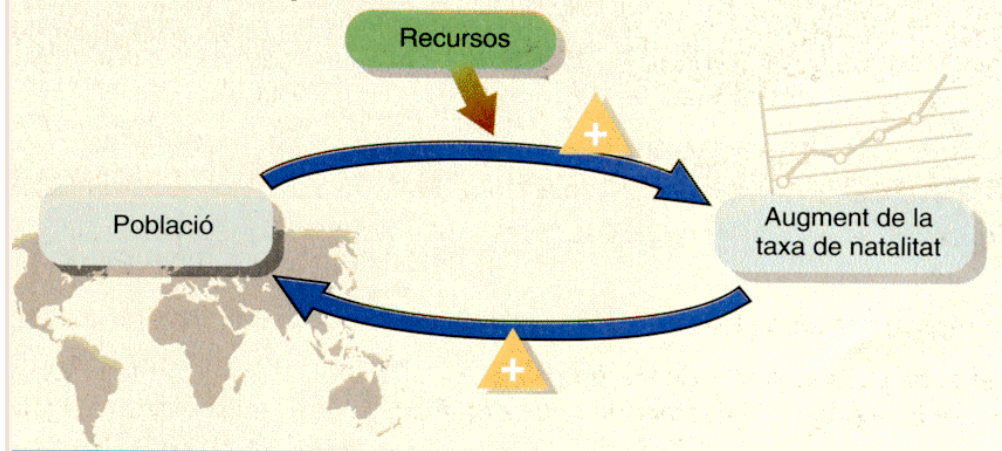


Autorregulació



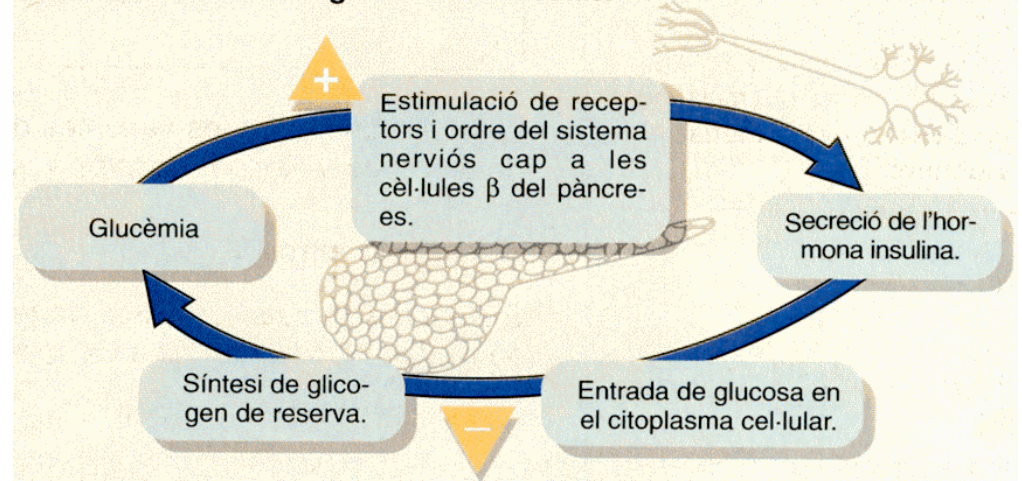
Retroalimentació

Retroalimentació positiva



L'augment de la variable final fa que augmenti la inicial. La retroalimentació positiva **desequilibra** el sistema en amplificar-ne o multiplicar-ne els efectes. En aquest cas, la variable té una acció acceleradora. Quan una població disposa de recursos il·limitats es produeix un increment en el nombre d'individus que provoca un augment de la taxa de natalitat. Per tant, s'incrementa el nombre d'individus.

Retroalimentació negativa o homeòstasi



Quan la variable de sortida augmenta, fa disminuir la variable d'entrada al sistema. En canvi, quan disminueix, la variable d'entrada augmenta. La variable té una acció inhibidora que manté el sistema en **equilibri**. És el cas del control que exerceix l'hormona insulina sobre el nivell de glucosa en la sang.

