

BAZE DE CUNOȘTINȚE

SISTEME DE RESCRIERE

M C
I O
H L
A H
E O
L N
A

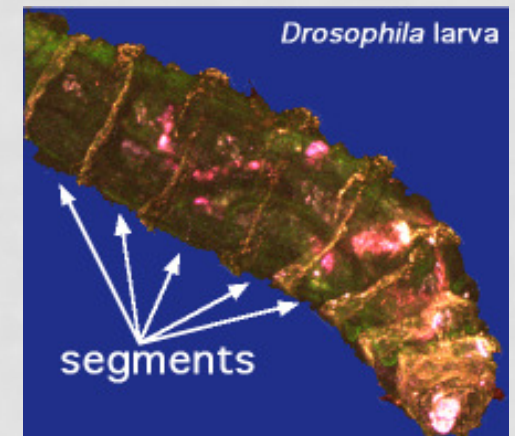
MORFOGENEZĂ ÎN BIOLOGIE

Diviziunea celulară poate fi:

- izomorfă, când celulele fiice rezultate sunt egale;
- heteromorfe, când celulele fiice rezultate nu sunt egale;

În afara diviziunii celulare, multiplicare se mai poate realiza prin:

- fragmentarea conținutului celular în mai multe elemente;
- prin înmugurire.



STRING REWRITING SYSTEMS

O gramatică formală este un sistem (de reguli) care produce un limbaj (formal).

Un limbaj este o mulțime de string-uri.

De exemplu, $\{DE, DEDE, DEDEDE, \dots\}$ este un limbaj construit peste un vocabular format din caracterele (simbolurile) D și E.

Un sistem de rescriere cu string-uri constă dintr-un string inițial (axioma) și un set de reguli prin care se specifică modul în care simbolurile sunt rescrise cu string-uri.

Limbajele generate de sistemele de rescriere sunt de obicei infinite, fiecare rescriere producând de obicei șiruri din ce în ce mai lungi.



STRING REWRITING SYSTEMS

Exemplu de sistem de rescriere cu simboluri:

axioma: ABCD

reguli:

(1) $A \rightarrow BD$

(2) $B \rightarrow B$

(3) $C \rightarrow ACA$

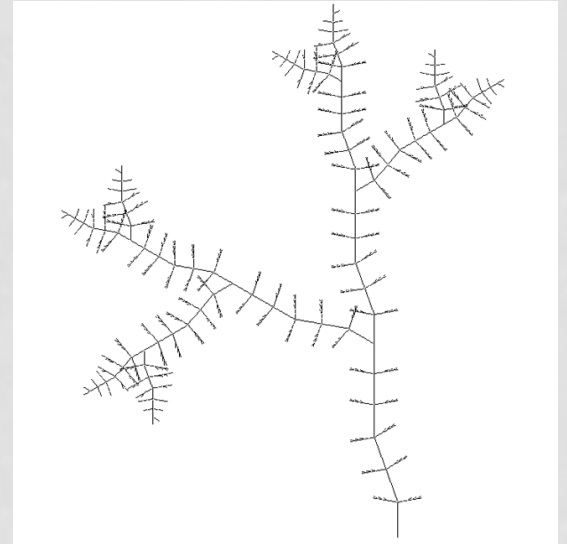
(4) $D \rightarrow \lambda$ (ștergere)

Rescrierea axiomei:

ABCD $\xrightarrow{(1)}$ **BDBC**D $\xrightarrow{(3)}$ BDB**AC**AD $\xrightarrow{(4)}$ BBACA.

SISTEME LINDENMAYER (L-SISTEME)

- Model de morfogeneză, bazat pe gramatici formale.
- Introduse în literatura de specialitate de A. Lindenmayer în 1968.
- Inițial aceste sisteme au fost create pentru a simula dezvoltarea multicelulară.
- Au fost mai apoi extinse pentru a putea fi aplicate și sistemelor mai complexe.



TIPURI DE L-SISTEME

- **Context-free:** regulile de rescriere sunt definite pentru un singur simbol
- **Context-sensitive:** regulile de rescriere sunt de asemenea definite pentru cate un singur simbol însă rescrierea depinde de un anumit context care trebuie îndeplinit de simbolul care se rescrie
- **Deterministic:** există o singură producție pentru fiecare din simbolurile sistemului
- **Stochastic:** în sistem poate conține mai mult de o singură rescriere pentru un același simbol; în acest caz, alegerea rescrierii se face cu o anumită probabilitate și nu se cunoaște a-priori.

SISTEME DOL

Cel mai simplu L-Sistem:
determinist și context-free.

Exemplu:

axiomă: b

reguli de rescriere:

$a \rightarrow ab,$

$b \rightarrow a$



Exemplu de derivări într-un sistem
DOL

FORMALISMUL SISTEMELOR DOL

Dacă notăm cu V alfabetul sistemului, atunci V^* este mulțimea de cuvinte peste V , iar V^+ este mulțimea cuvintelor (exceptând cuvântul vid).

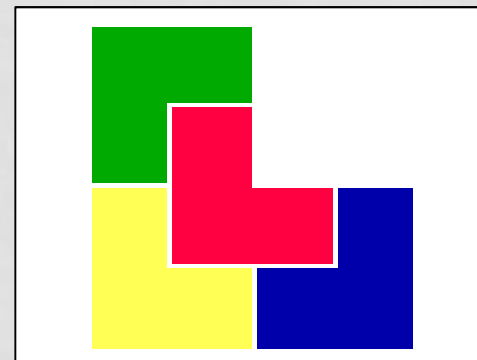
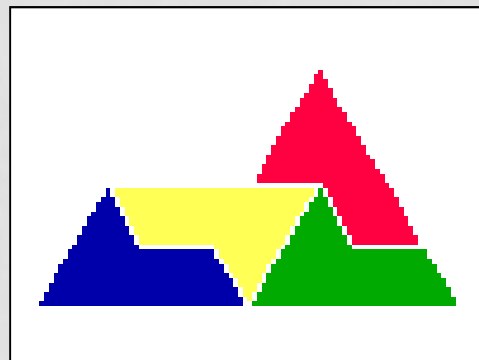
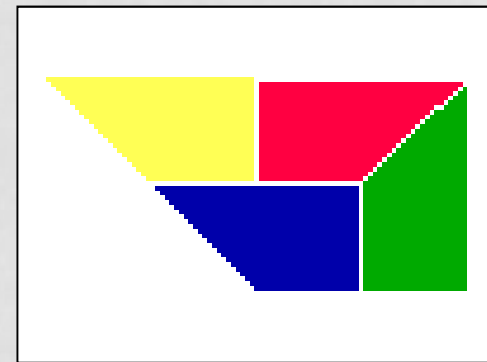
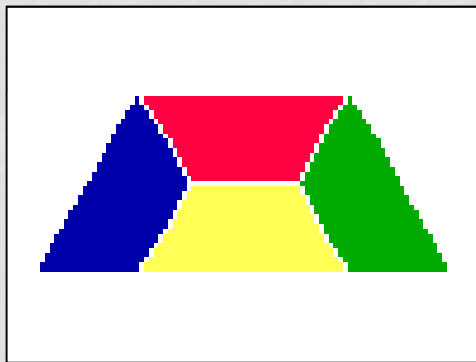
Un sistem DOL este un triplet $G = (V, \omega, P)$, în care $\omega \in V^+$ este un cuvânt nevid, axioma sistemului, iar $P \subset V \times V^*$ este o mulțime finită de producții.

O producție $(a, \chi) \in P$ se scrie sub forma $a \rightarrow \chi$.

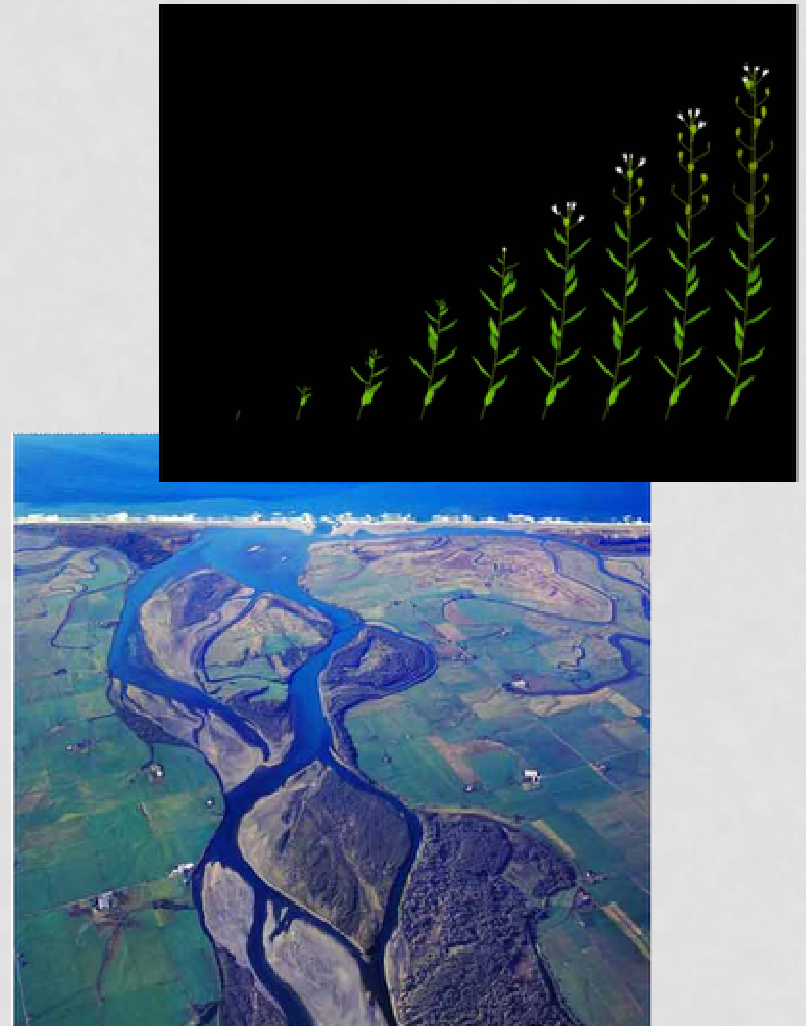
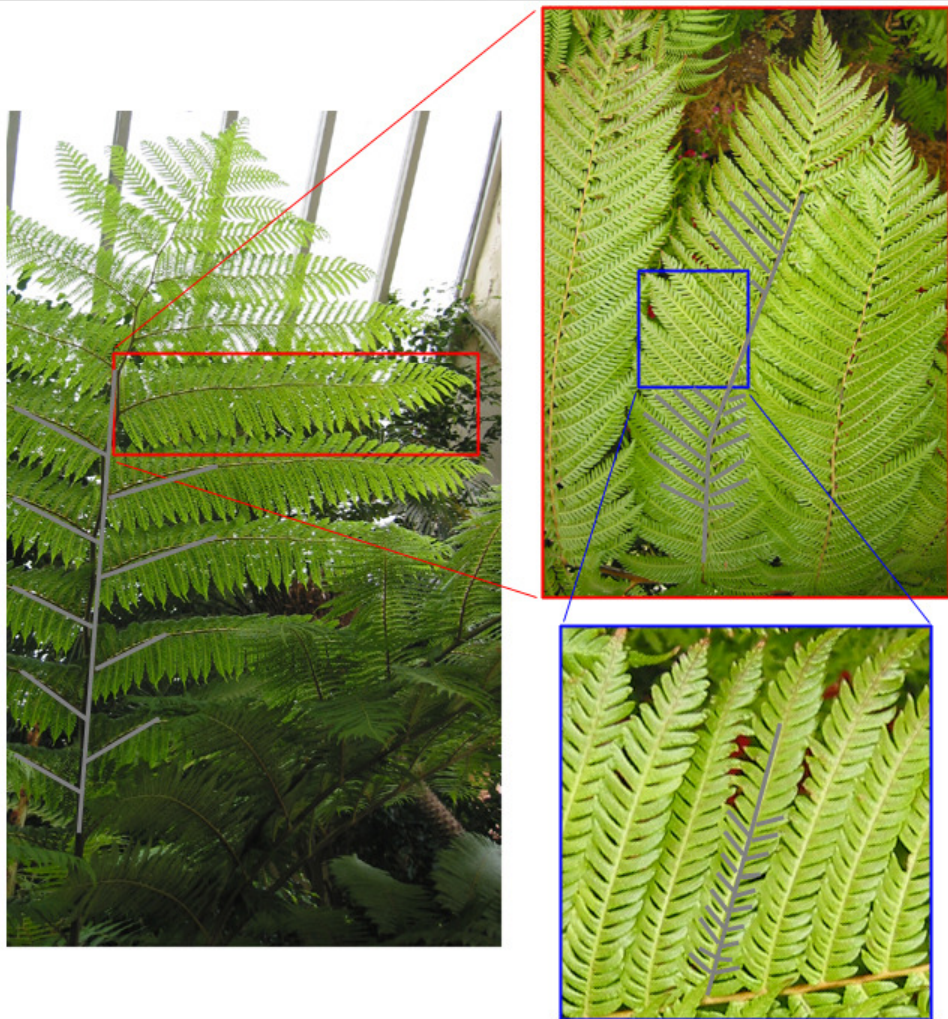
Se presupune ca pentru fiecare simbol $a \in V$, există un singur cuvânt $\chi \in V^*$ astfel încât $a \rightarrow \chi$. (în caz contrar se poate considera $a \rightarrow a$)

SELF-SIMILARITY

„ When a piece of a shape is geometrically similar to the whole, both the shape and the cascade that generate it are called self-similar” (Mandelbrot, 1982)

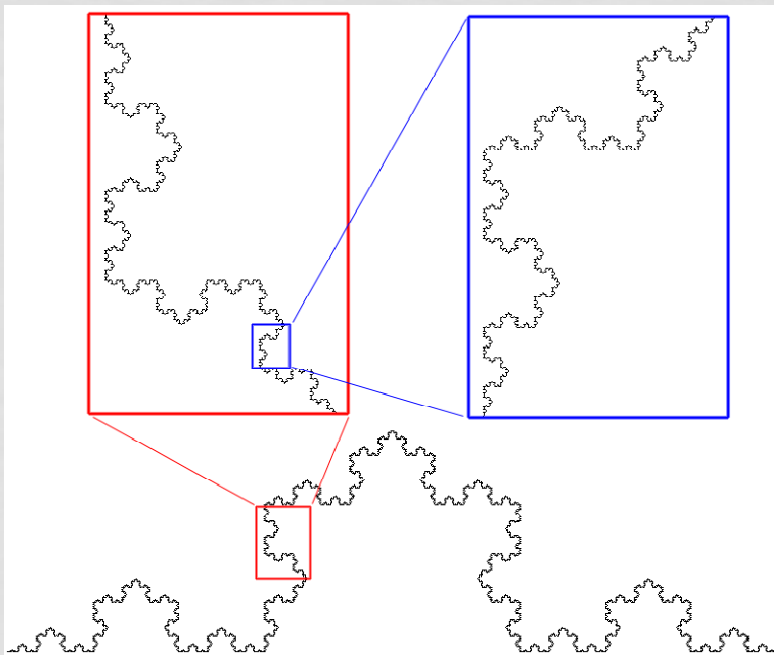


SELF-SIMILARITY ÎN NATURĂ

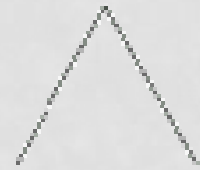


SIMILITUDINE ÎN L-SISTEME

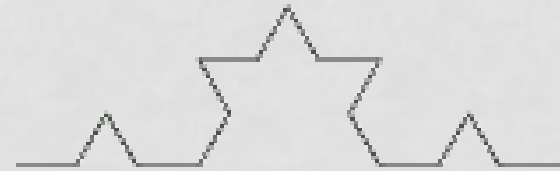
Prin derivari folosind un acelasi set de reguli de rescriere, similitudinea între obiectele generate este asigurată și astfel, formele de tip fractal sunt ușor de generat folosind L- sisteme. axioma: _____



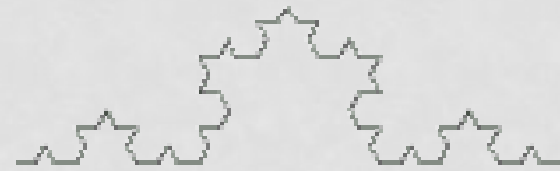
I rescriere



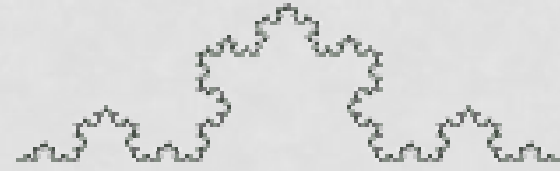
II rescriere



III rescriere



IV rescriere



INTERPRETARE GRAFICĂ A L-SISTEMELOR

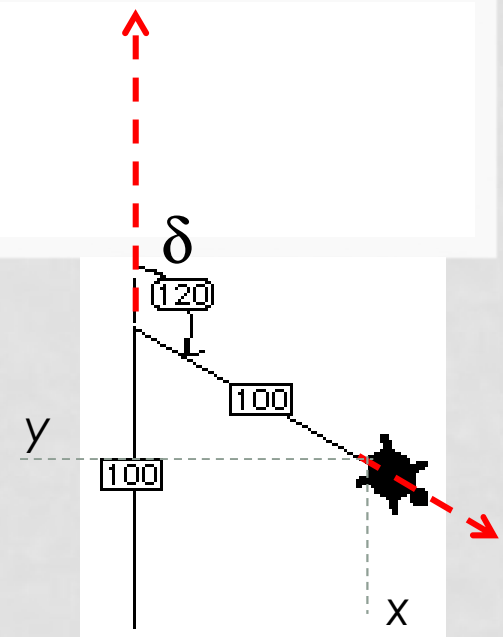
- L-sistemele au fost definite pentru a servi drept reprezentări formale ale teoriei dezvoltării. Aspectele geometrice implicate nu erau luate în considerație.
- Apoi, au fost propuse interpretări geometrice pentru regulile de producție. Astfel s-au dezvoltat mecanisme care generează fractali, simulând dezvoltarea plantelor.
- În cele ce urmează vom studia **grafica turtle**.

GRAFICA TURTLE

Interpretare grafică a stringurilor, bazată pe geometria turtle (Prusinkiewicz et al, 89).

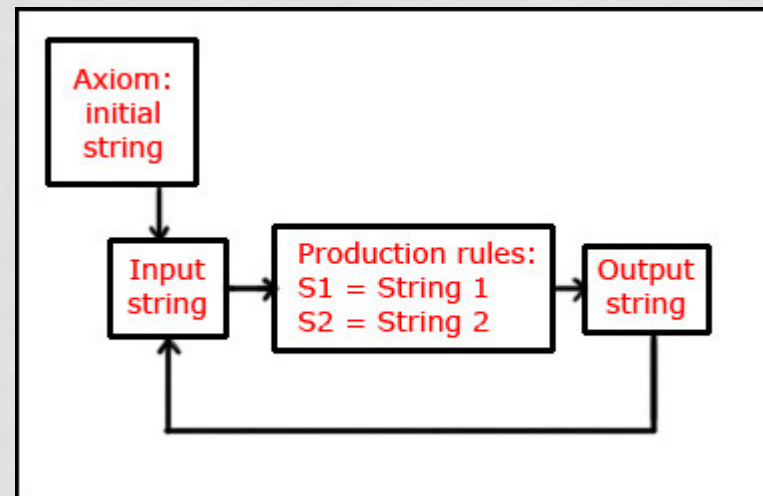
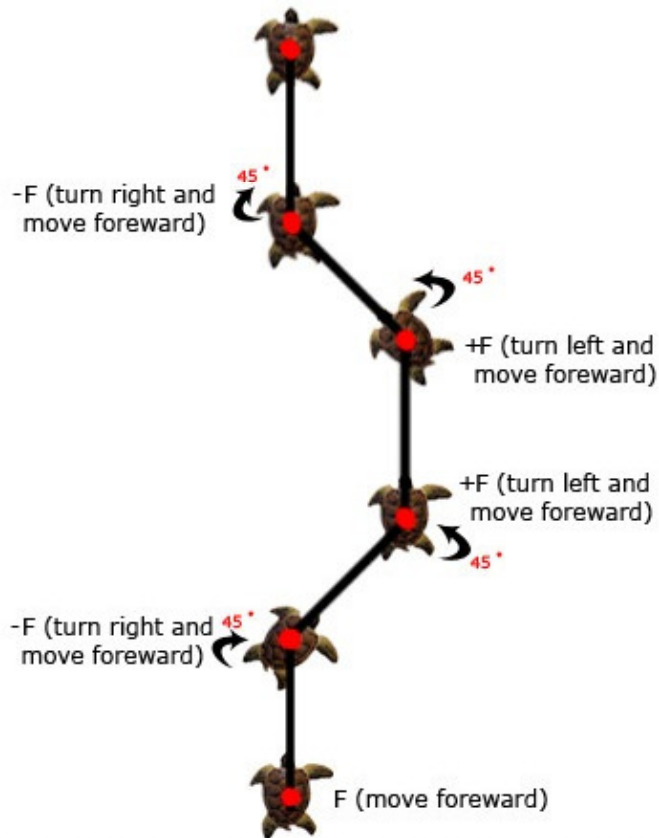
Caracteristici:

- Starea inițială: (x, y, a)
 - (x, y) : coordonatele Cartesiene (poziția în plan a broscuței)
 - a : unghiul (direcția broscuței)
- Dându-se un pas de deplasare de lungime d și un unghi de rotație de mărime δ , comenzile la care poate răspunde broscuța sunt:
 - F : deplasare pe direcția curentă cu un pas de lungime d
 - f : săritură de lungime d pe direcția curentă
 - $+$: rotație la stânga de unghi δ
 - $-$: rotație la dreapta de unghi δ



GRAFICA TURTLE

Axiom : F
Rule : F = F-F+F+F-F
Angle : 45





GRAFICA TURTLE. IMPLEMENTĂRI

The screenshot displays a Turtle Graphics environment with two windows. The top window, titled "Turtle Graphics: Untitled Document", shows a simple black outline of a snowflake on a white background. The bottom window, titled "Turtle Console - snowflake.groovy", shows a grid with a red turtle cursor at the bottom center. The console contains the following Groovy code:

```
1 def snowflake(size, level)
2 {
3   3.times {
4     side(size, level)
5     rt 120
6   }
7 }
8
9 def side(size, level)
10 {
11   if (level == 0)
12   {
13     fd size
14     return
15   }
16   side(size/3, level-1)
17   lt 60
18   side(size/3, level-1)
19   rt 120
20   side(size/3, level-1)
21   lt 60
22   side(size/3, level-1)
23 }
24
25 clean()
26 lt 30
27 setpos(0,-100)
28 snowflake(250, 4)
29
30
31
```

At the bottom of the console window, the execution time is displayed as [time: 426 ms].

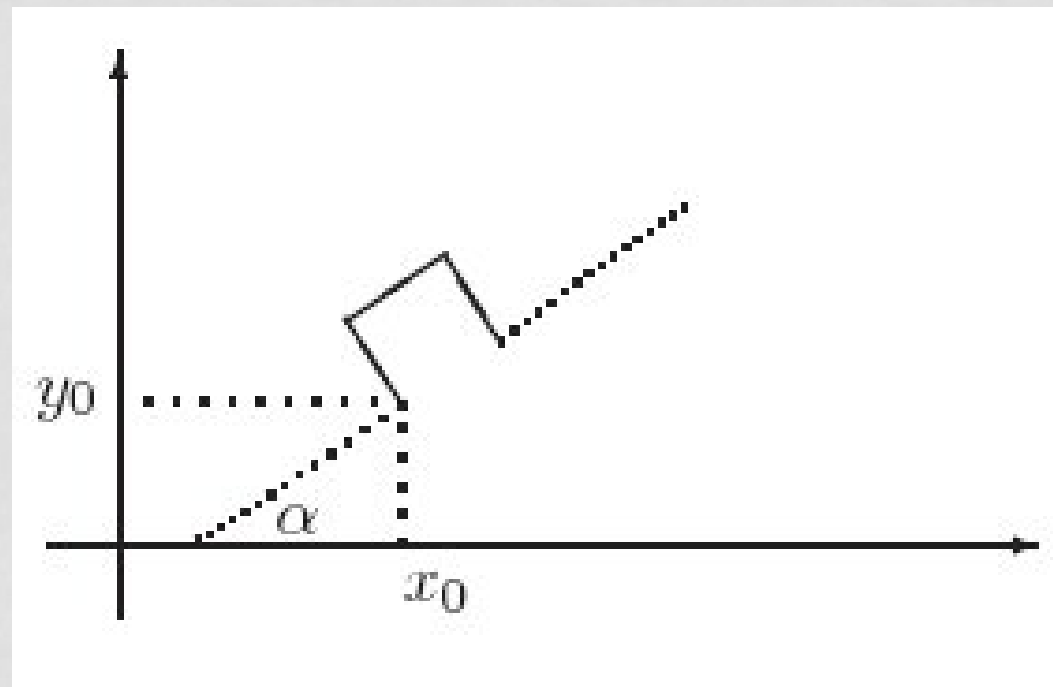


GRAFICA TURTLE. EXEMPLIFICARE

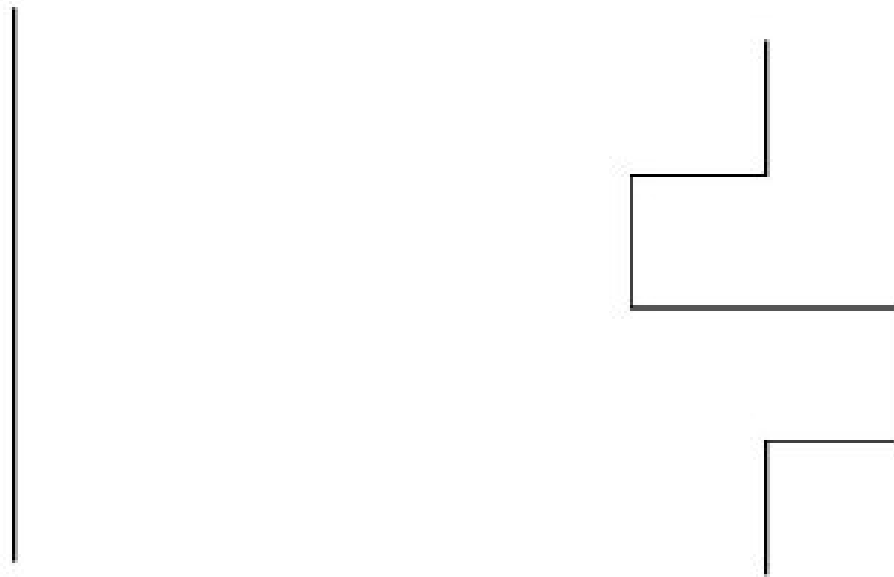
Considerăm secvența de comenzi:

+F-F-F+

și unghiul de rotație: $\delta=90^\circ$



GRAFICA TURTLE. EXEMPLIFICARE



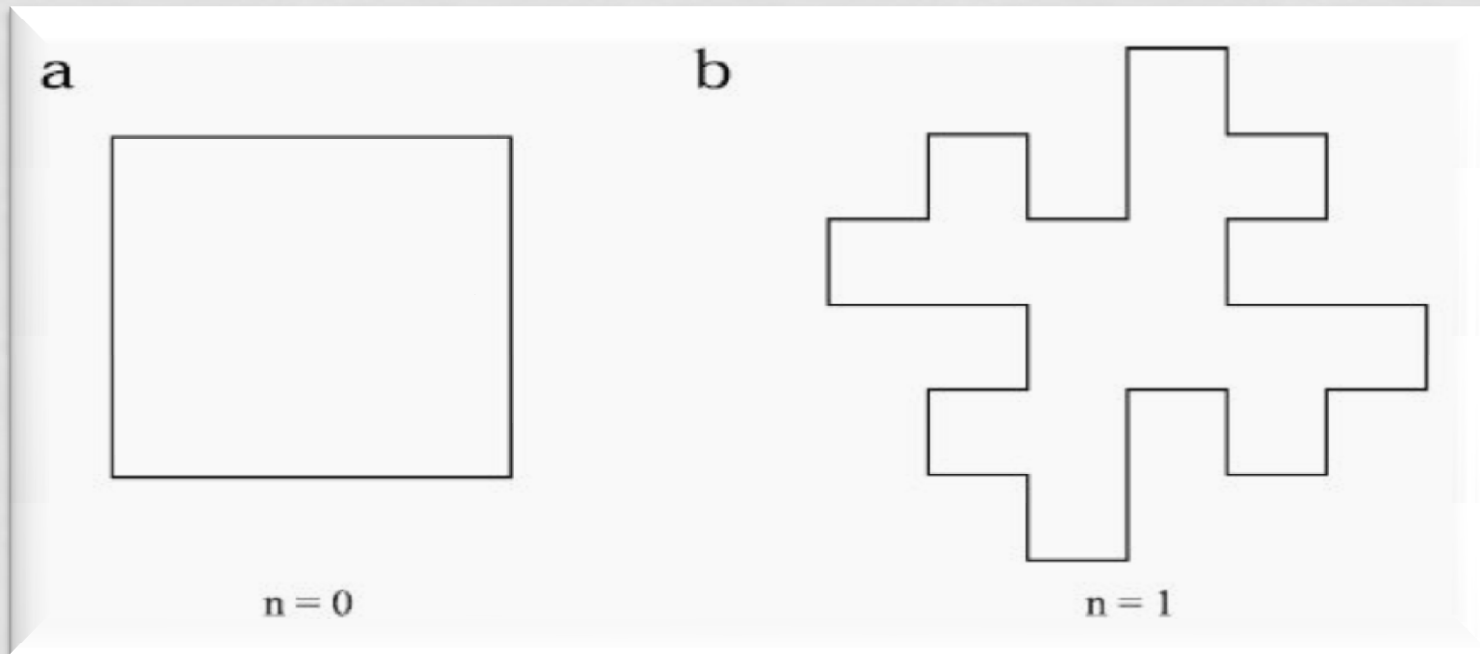
axioma: F

prima rescriere

Regula de producție:

$F \rightarrow F-F+F+FF-F-F+F$

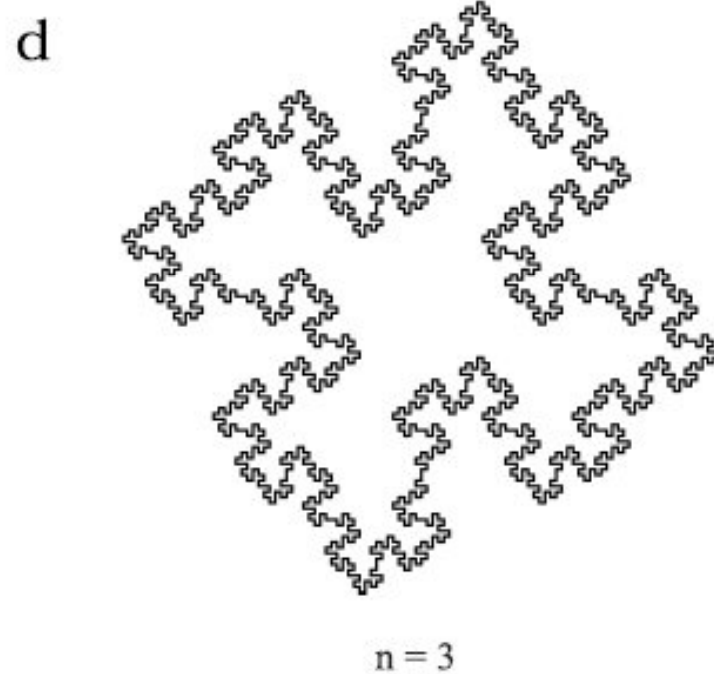
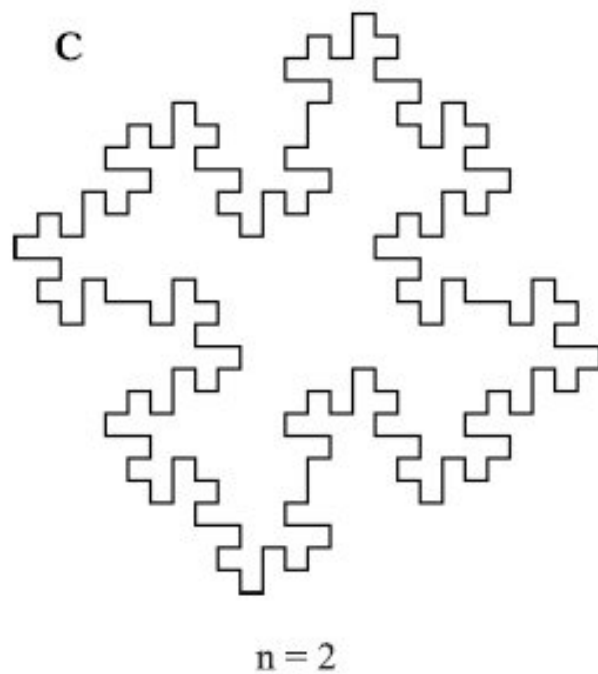
GRAFICA TURTLE. EXEMPLIFICARE (1)



axioma: F – F – F – F

prima rescriere

GRAFICA TURTLE. EXEMPLIFICARE (2)



GRAFICA TURTLE. EXEMPLIFICARE (3)

Mulțimea lui Cantor

Reguli: $\{F \rightarrow FfF; f \rightarrow fff\}$

Axioma: F

Etapa n=0:	F	_____
Etapa n=1:	FfF	_____
Etapa n=2:	FfFfffFfF	_____
Etapa n=3:	FfFfffFfFffffffFfFfffFfF	_____
Etapa n=4:	...	_____

Vă mulțumesc!