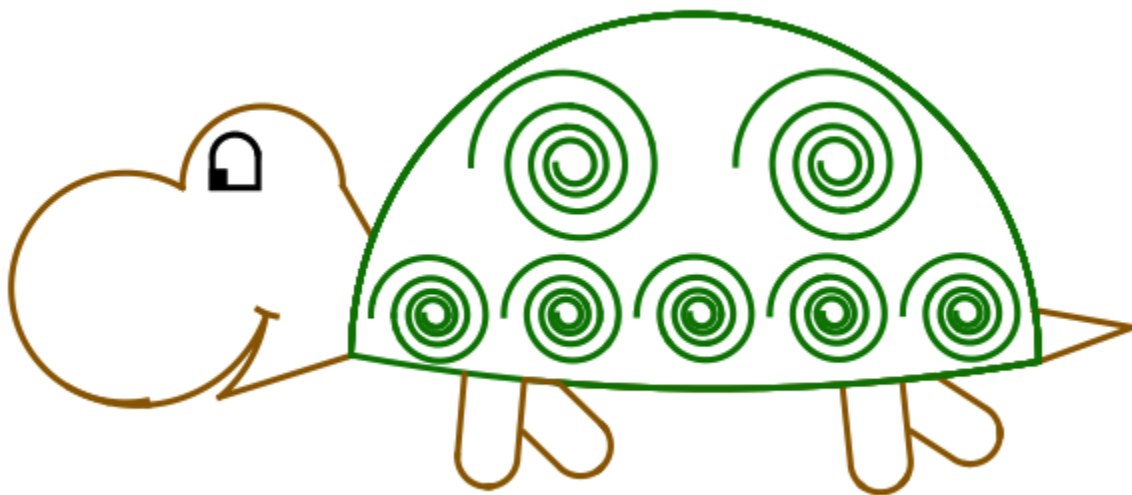


Heidi Gebauer
Ivana Kosírová

Juraj Hromkovič
Giovanni Serafini

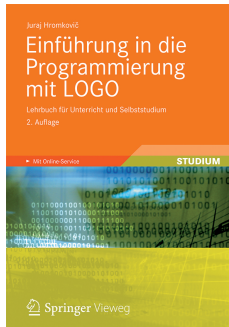
Lucia Keller
Björn Steffen

Programar amb LOGO



Programar amb LOGO

Aquest llibret és una versió escurçada de les lliçons 1 a la 7 del llibre educatiu *Einführung in die Programmierung mit LOGO* (Introducció a la programació amb LOGO). El llibre conté molts més exercicis i explicacions. Així doncs, està pensat per a que l'utilitzi el professor. El llibre conté en total 15 lliçons.



Juraj Hromkovič. *Einführung in die Programmierung mit LOGO: Lehrbuch für Unterricht und Selbststudium*. 3. Aufl., Springer Vieweg 2014. ISBN: 978-3-658-04832-7.

Version 3.3, 30 de novembre de 2016, SVN-Rev: 19061

Entorn de programació

Els recursos educatius aquí continguts estan dissenyats per als entorns de programació XLogo i XLogo4Schools. Ambdós es poden descarregar gratuïtament de la pàgina web www.abz.inf.ethz.ch/logo.

Per tal que els programes en Logo escrits al llibret es puguin executar, XLogo haurà d'estar en anglès.

Drets d'ús

L'ABZ posa aquest programa per a l'ensenyament de programació a disposició dels professors i institucions interessades per a ús intern de forma gratuïta.

ABZ

El Centre per a l'ensenyament de la informàtica (ABZ) de la ETH Zürich dona suport a escoles i professors que volen preparar o millorar les seves classes d'informàtica. És possible d'adreçar-se a l'equip directament per a consultes individuals, així com rebre professors de l'ETH i de l'equip de l'ABZ per a ensenyar directament a classe. També ofereixen cursos per a la formació dels professors i material d'ensenyament.

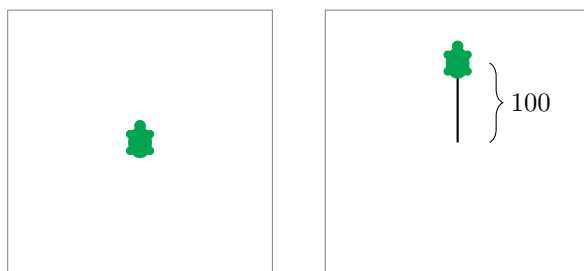
www.abz.inf.ethz.ch

1 Instruccions bàsiques

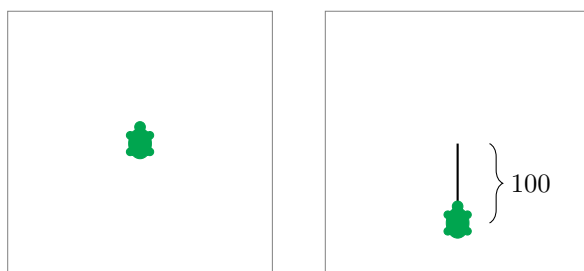
Una **instrucció** és una ordre que l'ordinador entén i pot executar. L'ordinador, en realitat, entén molt poques instruccions, i tot el que és complicat, que volem que l'ordinador faci, s'ha d'escriure per mitjà d'aquestes instruccions senzilles. A aquesta seqüència d'instruccions l'anomenem **programa**. Escriure programes no sempre és fàcil. Hi ha programes que estan compostos per milions d'instruccions. Per tal de no perdre la perspectiva doncs, necessitem pensar i escriure els programes d'una manera organitzada que aprendrem en aquest curs de programació.

Dibuixa línies rectes

Amb la instrucció **forward 100** o bé **fd 100**, fas que la tortuga avanci 100 passes:



Amb la instrucció **back 100** o bé **bk 100** la tortuga fa 100 passes enrere:



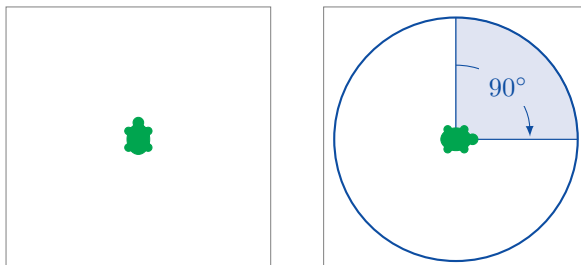
Esborra i torna a començar

La instrucció **cs** esborra tot el que s'ha dibuixat i la tortuga torna a la posició inicial.

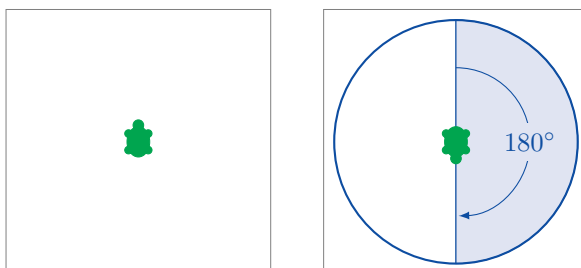
Gira

La tortuga avança sempre en la direcció en la que mira.

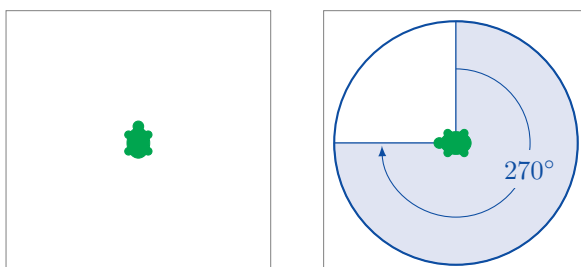
Amb la instrucció **right 90** o bé **rt 90**, la tortuga gira cap a la dreta amb un angle de 90° . És a dir, un quart de volta:



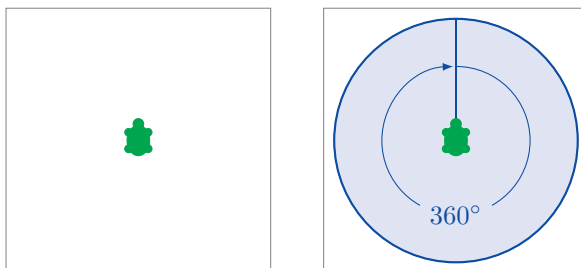
La instrucció **right 180** o bé **rt 180** fa que la tortuga giri cap a la dreta amb un angle de 180° . És a dir, mitja volta:



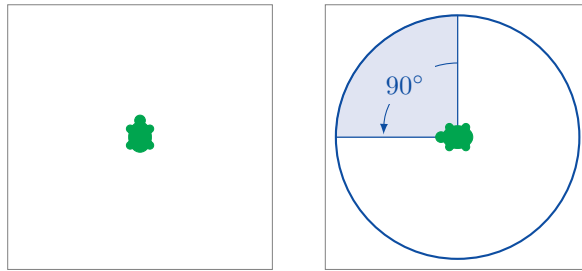
right 270 o bé **rt 270** fa que la tortuga giri cap a la dreta un angle de 270° :



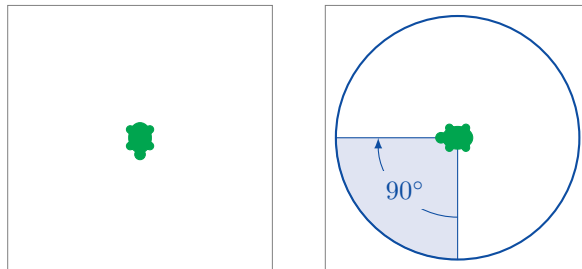
Les instruccions **right 360** i **rt 360** fan que la tortuga giri cap a la dreta un angle de 360° . És a dir, una volta sencera:



Amb la instrucció **left 90** o bé **lt 90** la tortuga gira cap a l'esquerra un angle de 90° :



Cal tenir en compte que les direccions dreta i esquerra són des del punt de vista de la tortuga, com es veu en el proper exemple amb la instrucció **rt 90**:



Programar

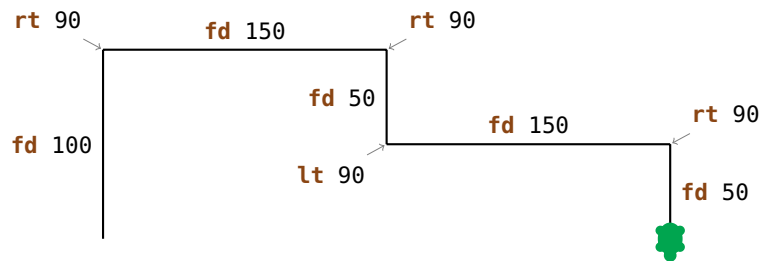
Programar vol dir escriure una seqüència d'instruccions una rere l'altra.

Exercici 1

Escriu a l'ordinador el següent programa i executa'l:

```
fd 100
rt 90
fd 150
rt 90
fd 50
lt 90
fd 150
rt 90
fd 50
```

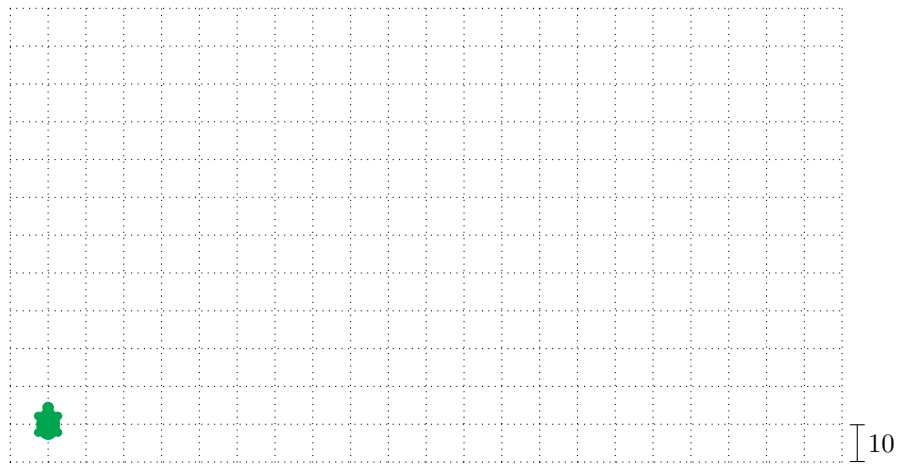
Has dibuixat aquest dibuix?



Exercici 2

Escriu el següent programa i executa'l:

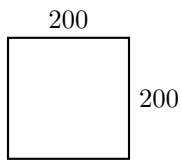
```
fd 100
rt 90
fd 200
rt 90
fd 80
rt 90
fd 100
rt 90
fd 50
```



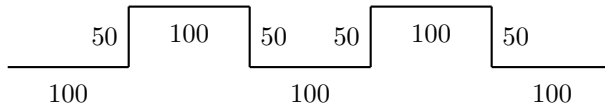
Dibuixa aquí el dibuix que has obtingut i descriu (com a l'Exercici 1) quina instrucció ha fet cada cosa.

Exercici 3

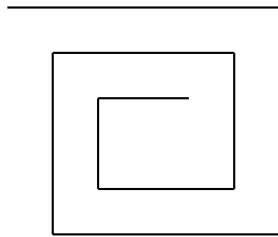
Escriu programes que dibuixin els següents dibuixos. Per a cada dibuix pots escollir la posició inicial de la tortuga.



(a)

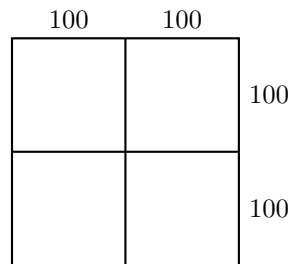


(b)



Pots escollir les mides tu mateix.

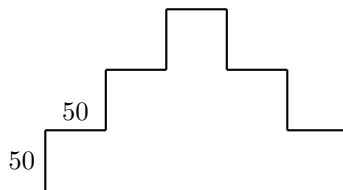
(c)



(d)

Exercici 4

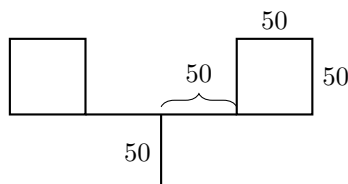
Escriu un programa que dibuixi el següent dibuix:



Podries reescriure el programa de tal manera que només utilitzis les instruccions **fd 50** i **rt 90**?

Exercici 5

L'Anna vol dibuixar el següent dibuix. La pots ajudar?



2 La instrucció **repeat**

Quan volem dibuixar un quadrat de costat 100,



ho podem fer amb el següent programa:

```
fd 100  
rt 90  
fd 100  
rt 90  
fd 100  
rt 90  
fd 100  
rt 90
```

Podem veure que les instruccions

```
fd 100  
rt 90
```

es repeteixen quatre cops. No seria més fàcil, dir-li a l'ordinador que repeteixi aquestes dues instruccions quatre cops en lloc d'escriure-les quatre cops una rere l'altra?

Això ho podem fer de la següent manera:

| | | |
|--|---|---|
| repeat | 4 | [fd 100 rt 90] |
| Instrucció per a repetir un programa | Número de vegades que es repeteix | Seqüència d'ins- truccions a repetir |

Exercici 6

Escriu el següent programa i executa'l:

```
fd 75 lt 90  
fd 75 lt 90  
fd 75 lt 90  
fd 75 lt 90
```

Què dibuixa? Podries utilitzar l'instrucció **repeat** per a escriure un programa més curt que faci el mateix?

Exercici 7

Escriu el següent programa al teu ordinador per a veure què dibuixa:

```
fd 50 rt 60  
fd 50 rt 60  
fd 50 rt 60  
fd 50 rt 60  
fd 50 rt 60  
fd 50 rt 60
```

Ara escurça'l utilitzant la instrucció **repeat**.

Exercici 8

Utilitza la instrucció **repeat** per a escriure un programa que dibuixi un quadrat de costat 200.

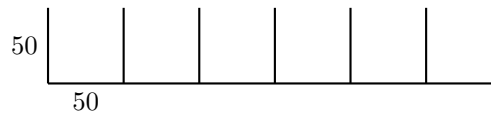
Exercici 9

Escriu el següent programa i executa'l:

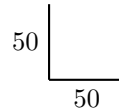
```
fd 100 rt 120  
fd 100 rt 120  
fd 100 rt 120
```

Què dibuixa? Podries utilitzar la instrucció **repeat** per tal d'escurçar-lo?

Volem dibuixar el següent dibuix amb l'ajuda de la instrucció **repeat**:



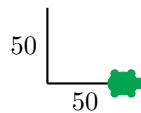
Abans de començar a dibuixar, hem de pensar en quin és el patró que es repeteix. Per exemple, podem prendre el següent dibuix com a patró:



Si comencem per la cantonada de sota a l'esquerra, podem dibuixar el patró amb el següent programa:

```
fd 50 bk 50 rt 90 fd 50
```

Després d'executar aquest programa la tortuga queda posada com en el següent dibuix i mira cap a la dreta:



Això està bé, perquè ja ha arribat a la posició des d'on podem tornar a dibuixar el patró. Només necessita mirar cap a dalt, això ho podem aconseguir amb la instrucció **lt 90**.

Executem el programa per a comprobar que fa el que volem:

```
fd 50 bk 50 rt 90 fd 50  
lt 90
```

Ara tenim la situació que volíem:



Si tornem a executar el programa, obtenim:



Veiem doncs, que la nostra idea funciona i podem ara repetir el nostre programa 6 cops:

```
repeat 6 [ fd 50 bk 50 rt 90 fd 50 lt 90 ]
```

Patró
Recol·locació

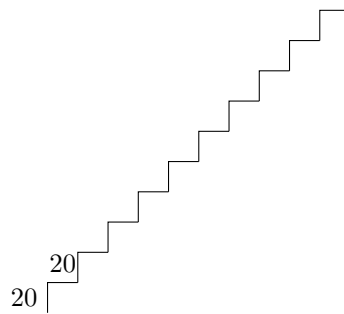
Molts exercicis es poden resoldre amb aquest procediment. Pensa sempre que primer has de trobar el patró que es repeteix. Després has de dissenyar per una banda un programa pel *patró* i per altra banda un programa per a la *recol·locació* de la tortuga, per tal de poder dibuixar el següent patró. El teu programa serà de la següent forma.

repeat *Número* [*Patró Recol·locació*]

Exercici 10

Dibuixar escales.

(a) Dibuixa una escala amb 10 graons de mida 20:



- Troba primer el patró que es repeteix i escriu un programa que el dibuixi.
- Pensa't un programa que posi la tortuga al lloc que necessites que sigui per a que la següent repetició del patró sigui correcta.
- Ajunta els dos programes per tal de solucionar el problema.

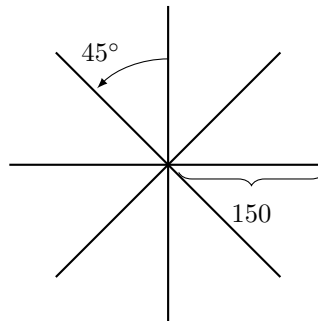
(b) Dibuixa una escala amb 5 graons de mida 50.

(c) Dibuixa una escala amb 20 graons de mida 10.

Exercici 11

Ara volem dibuixar estrelles.

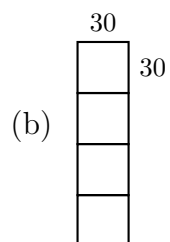
(a) Dibuixa la següent estrella:



(b) L'estrella té 8 puntes de llargada 150. Podries dibuixar també una estrella amb 16 puntes de llargada 100?

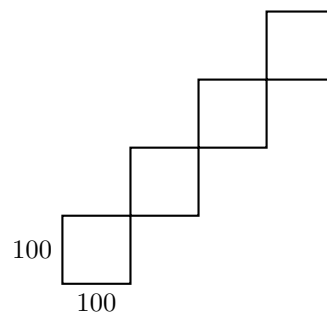
Exercici 12

Dibuxa els següents dibuixos:



Exercici 13

Dibuixa, amb un programa, el següent dibuix:



Exercici 14

Escriu el següent programa i executa'l:

```
repeat 4 [fd 100 rt 90]
rt 90
repeat 4 [fd 100 rt 90]
rt 90
repeat 4 [fd 100 rt 90]
rt 90
repeat 4 [fd 100 rt 90]
rt 90
```

Què ha dibuixat? Pots escurçar-lo?

Mode de passeig

Normalment la tortuga està en **mode d'escriptura**. És a dir, té un llapis a la ma amb el que dibuixa sempre que es mou.

En el **mode de passeig**, la tortuga es mou per la pantalla sense escriure. Pots posar la tortuga en mode de passeig amb la instrucció per a aixecar el llapis

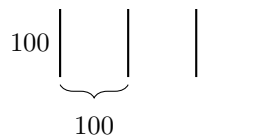
penup o escurçada **pu**.

Pots tornar del mode de passeig al mode d'escriptura amb la instrucció

pendown o escurçada **pd**.

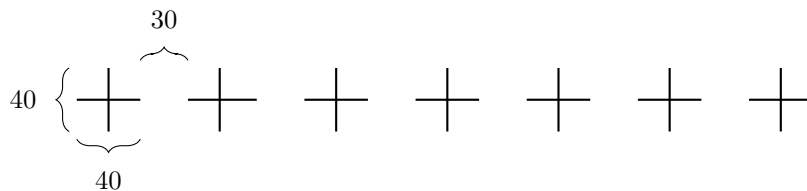
Exercici 15

Dibuixa el següent dibuix amb un programa:



Exercici 16

Escriu un programa pel següent dibuix:



3 Anomenar i cridar programes

A cada programa que hem escrit li podem donar un nom. Quan escrivim llavors el nom del programa a la línia d'instruccions, s'executarà el que digui el programa.

El programa que dibuixa un quadrat de costat 100 és:

```
repeat 4 [fd 100 rt 90]
```

Podem donar-li a aquest programa el nom **QUADRAT100** de la següent manera:

```
to QUADRAT100
repeat 4 [fd 100 rt 90]
end
```

Hem escrit doncs, dues vegades el mateix programa, un cop sense nom i un altre cop amb nom.

Els programes amb nom els escrivim a l'**editor**. Aquests programes els marquem amb una caixa grisa en aquest llibret. Tan bon punt el nostre programa està llest, podem clicar al botó amb la tortuga per a tancar l'editor.

Cadascú pot anomenar els programes com vulgui. Nosaltres hem triat **QUADRAT100**, perquè volem indicar així que aquest programa dibuixa un quadrat de costat 100. Les úniques condicions per als noms dels programes són, que han d'estar formats per lletres i números sense espais.

A la pantalla no s'haurà dibuixat res, perquè només hem donat un nom al programa però no l'hem executat. Ara, quan escriguem

QUADRAT100

a la línia d'instruccions, s'executarà el programa **repeat 4 [fd 100 rt 90]**. A la pantalla es veu:



Tornem a mirar-nos l'Exercici 12(a). Podem resoldre aquest programa més fàcilment escrivint primer un programa per al patró que es repeteix, és a dir, el quadrat de costat 20, i donant-li un nom:

```
to QUADRAT20
repeat 4 [fd 20 rt 90]
end
```

Després de dibuixar el **QUADRAT20** la tortuga és a la cantonada de baix a l'esquerra del quadrat:



Per tal de dibuixar el següent quadrat, s'ha de moure a la cantonada de baix a la dreta. Això ho aconseguim amb el programa

```
rt 90 fd 20 lt 90
```

Anomenarem aquest programa:

```
to RECOLLOCAR20
rt 90 fd 20 lt 90
end
```

Amb aquest parell de programes podem escriure un programa per a Exercici 12(a) com veiem aquí:

```
repeat 10 [QUADRAT20 RECOLLOCAR20]
```

Aquest programa també el podem anomenar. Per exemple:

```
to FILA10
repeat 10 [QUADRAT20 RECOLLOCAR20]
end
```

Quan fem això, diem que els programes **QUADRAT20** i **RECOLLOCAR20** són **subprogrames** del programa **FILA10**.

Exercici 17

Escriu un programa per solucionar l' Exercici 12(b) que utilitzi un programa per a dibuixar quadrats de costat 30. El programa ha de tenir la següent forma:

```
repeat 4 [QUADRAT30 RECOLLOCAR30]
```

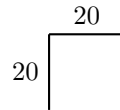
Has d'escriure també doncs, els corresponents subprogrames **QUADRAT30** i **RECOLLOCAR30**.

Exercici 18

Utilitza el programa **QUADRAT100** com a subprograma per a dibuixar el dibuix de l'Exercici 13.

Exercici 19

Escriu un programa per a dibuixar un graó



i utilitza'l com a subprograma per a solucionar l'Exercici 10(a).

Exercici 20

Soluciona l'Exercici 11(a) un altre cop utilitzant ara el subprograma:

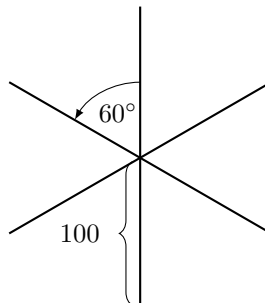
```
to LINIA  
fd 150 bk 150  
end
```

Exercici 21

Escriu el següent programa **RAIG** i executa'l:

```
to RAIG  
fd 100 bk 200 fd 100  
end
```

Utilitza el programa **RAIG** com a subprograma del programa **ESTRELLA6**, que ha de dibuixar el següent dibuix:



Exercici 22

Resol l'Exercici 15 i l'Exercici 16 altre cop amb l'ajuda de subprogrames.

Exercici 23

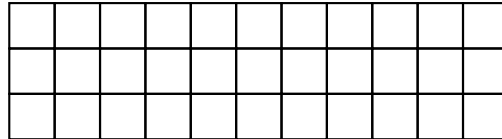
Hem programat abans el programa **FILA10**. Què fa el següent programa?

```
FILA10 fd 20 lt 90 fd 200 rt 90
```

Comprova la teva idea a l'ordinador.

Exercici 24

Escriu un programa que dibuixi el següent dibuix:



Exercici 25

Dibuixar quadrats de diferents mides.

- Escriu un programa que dibuixi un quadrat de costat 50 i anomena'l **QUADRAT50**. Prova'l per a veure si fa el que toca.
- Escriu un programa que dibuixi un quadrat de costat 75.
- Executa el programa:

```
QUADRAT50  
QUADRAT75  
QUADRAT100
```

Quin dibuix obtenim?

- Com canviaries el programa per a que dibuixés encara més quadrats més grans?

Construir cases

Ara volem ajudar a un arquitecte a construir una urbanització. Per tal que la construcció sigui més fàcil, volem que totes les cases siguin iguals. Li donem el següent consell:

```
to CASA
rt 90
repeat 4 [fd 50 rt 90]
lt 60 fd 50 rt 120 fd 50 lt 150
end
```

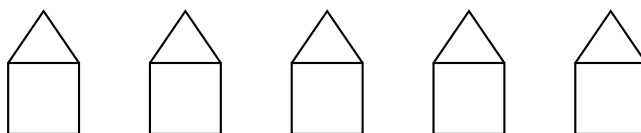
Aquest programa dibuixa la casa següent:



Exercici 26

Per on comença la tortuga a dibuixar la casa? Pensa't quin camí segueix la tortuga quan dibuixa la casa amb el programa **CASA**. On queda la tortuga després d'haver dibuixat la casa? Dibuixa el dibuix corresponent i descriu, com a l'Exercici 1 quin efecte té cada instrucció.

L'arquitecte ha fet construir aquesta casa i veu, ara, que tot funciona. Per tant utilitza aquest programa com a peça per a construir un carrer de cases. Al final el carrer hauria de tenir aquest aspecte:



Com que la casa es dibuixa sempre amb el mateix patró, podem fer servir la peça **CASA** cinc cops i ja no ha de pensar cada vegada com construir-la. L'arquitecte, deixa que la tortuga dibuixi la primera casa per l'esquerra i li diu després a la tortuga, que ha d'anar al punt d'inici de la segona casa:



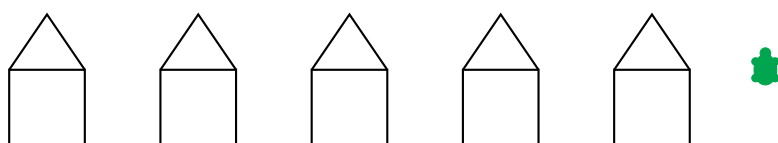
Ho fa amb el següent programa:

```
CASA rt 90 pu fd 50 lt 90 pd
```

I doncs, ara la tortuga pot tornar a dibuixar des d'aquí exactament la mateixa casa i un altre cop tornar a anar al punt d'inici de la següent casa. Això ho fa fins que ha dibuixat les 5 cases. Per tant, hem de repetir el tros de programa de dalt cinc cops per tal d'obtenir una fila amb 5 cases iguals. Al programa que fa això l'anomenem **FILACASES**:

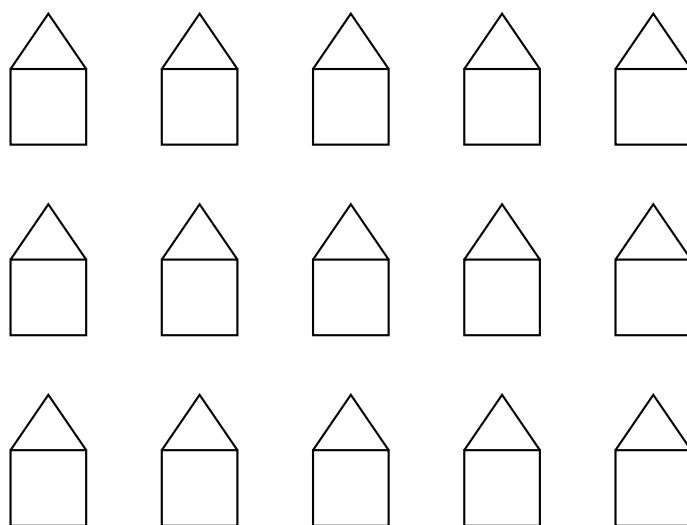
```
to FILACASES  
repeat 5 [CASA rt 90 pu fd 50 lt 90 pd]  
end
```

Al final la tortuga es queda allà on s'hauria de dibuixar la següent casa:



Exercici 27

Seguidament volem ampliar la urbanització amb un parell de carrers més. Utilitza el programa **FILACASES** com a peça per a dibuixar el següent dibuix:



Pista: Després de cada fila de cases la tortuga ha d'anar al lloc que li toca per a dibuixar la següent fila de cases.

Línies gruixudes i quadrats negres

Exercici 28

Dibuixarem línies gruixudes amb el programa **GRUIXUDA**.
Anomena al següent programa **GRUIXUDA**

```
fd 100  
rt 90  
fd 1  
rt 90  
fd 100  
rt 180
```

a l'editor i després escriu

GRUIXUDA

a la línia d'instruccions. Què dibuixa la tortuga? Dibuixa amb un llapis en un paper com es forma el dibuix.

Exercici 29

Repeteix 100 cops el programa **GRUIXUDA** amb el programa

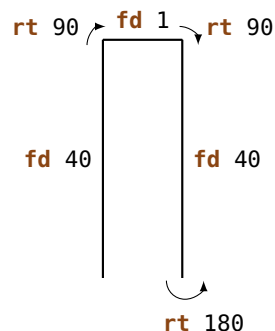
```
repeat 100 [GRUIXUDA]
```

Què es veu a la pantalla?

Exercici 30

En aquest exercici dibuixarem línies gruixudes. A l'Exercici 28 hem vist que una línia gruixuda es pot dibuixar de la següent manera:

```
to GRUIXUDA40  
fd 40  
rt 90  
fd 1  
rt 90  
fd 40  
rt 180  
end
```



El gruix de la línia es forma perquè dibuixem dues línies l'una tant a prop de l'altra, que no podem distingir-les i les veiem com una sola línia gruixuda.

Escriu a l'ordinador el programa **GRUIXUDA40** i prova'l.

Exercici 31

Una línia gruixuda de llargada 40 la podem pensar com un rectangle d'amplada 1 i llargada 40. Després de dibuixar `GRUIXUDA40` la tortuga queda a la segona línia i mira amunt. Així, si repetim el programa `GRUIXUDA40`, la tortuga torna a dibuixar aquesta segona línia. Obtenim doncs un rectangle amb amplada 2 i llargada 40. Amb cada repetició obtenim doncs només una línia nova. Si repetim `GRUIXUDA40` 40 cops obtenim un quadrat negre de costat 40. Prova de repetir `GRUIXUDA40` 40 cops.

Escriu un programa amb el nom `NEGRE40` que dibuixa un quadrat negre de costat 40.

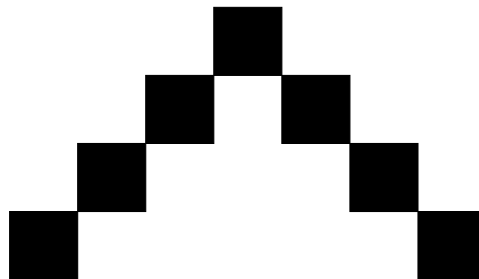
Exercici 32

Utilitza el programa `NEGRE40`, per a dibuixar el següent dibuix:



Exercici 33

Utilitza el programa `NEGRE40` per dibuixar el següent dibuix:



Exercici 34

Dibuixa el dibuix següent:



Exercici 35

Escriu un programa que dibuixi el següent dibuix:



Exercici 36

L'arquitecte decideix comprar la teulada a un altre proveïdor. Rep, llavors, dues peces: Una peça de **TEULADA** i una peça de **PARTDESOTA**. Escriu dos programes per a l'arquitecte que dibuixin aquest parell de peces, i ajunta'ls llavors en un nou programa **CASA1** que dibuixi una casa.

Exercici 37

Les cases de l'Exercici 27 són bastant senzilles. Sigues creatiu/va i dissenya una nova casa i fes amb ella una nova urbanització.

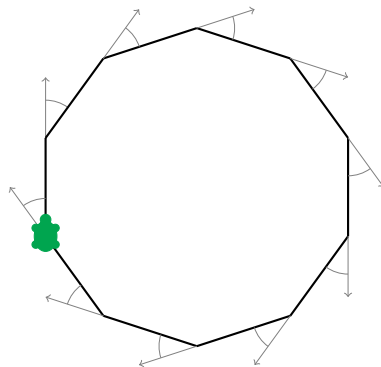
4 Polígons regulars i circumferències

Polígons regulars

Un k -àgon regular té k vèrtexs i k arestes de la mateixa longitud. Si vols dibuixar un k -àgon, per exemple un decàgon (10 costats), amb llapis i paper, hauràs de dibuixar 10 línies, i després de cada línia canviar “una mica” la direcció (girar).

Quant cal girar?

Si dibuixem un polígon girem varis cops, però al final tornem exactament allà on havíem començat, i mirem exactament en la mateixa direcció que al començament.



És a dir que, durant el procés, hem girat 360° complets. Si dibuixem doncs un decàgon regular, hem girat deu cops exactament amb el mateix angle. Aquest angle és:

$$\frac{360^\circ}{10} = 36^\circ$$

Per tant hem de girar cada cop 36° : **rt 36**. Provem-ho escrivint el programa:

```
repeat 10 [ fd 50 rt 36 ]  
           longitud del costat gir de  $36^\circ$ 
```

Exercici 38

Dibuixa els següents polígons regulars:

- (a) un pentàgon (5 costats) amb costats de longitud 180,
- (b) un dodecàgon (12 costats) amb costats de longitud 50,
- (c) un quadrat amb costats de longitud 200,
- (d) un hexàgon (6 costats) amb costats de longitud 100,
- (e) un triangle amb costats de longitud 200 i
- (f) un octodecàgon (18 costats) amb costats de longitud 20.

Si volem dibuixar un heptàgon (7 costats) ens trobem que no es pot dividir 360 entre 7. En aquest cas podem deixar que l'ordinador calculi el resultat ell sol escrivint

```
360/7
```

("/" significa per l'ordinador "dividit per"). L'ordinador trobarà llavors el resultat exacte. Així podem dibuixar un heptàgon de costat 100 amb les següents instruccions:

```
repeat 7 [fd 100 rt 360/7]
```

Prova-ho.

Dibuixar circumferències

Amb les instruccions **fd** i **rt** no es pot dibuixar cap circumferència exacta. Però com segurament ja t'has adonat, els polígons amb molts costats s'hi assemblen molt a una circumferència. Si prenem doncs molt costats de longitud molt curta obtenim circumferències.

Exercici 39

Prova els següents programes:

```
repeat 360 [fd 1 rt 1]  
repeat 180 [fd 3 rt 2]  
repeat 360 [fd 2 rt 1]  
repeat 360 [fd 3.5 rt 1]
```

3.5 vol dir 3 passes i mitja.

Exercici 40

- (a) Què faries per tal de dibuixar una circumferència molt petita? Escriu-ne un programa..
- (b) Què faries per tal de dibuixar una circumferència gran? Escriu-ne un programa.

Exercici 41

Intenta dibuixar les següents mitges circumferències. Pots escollir la grandària tu mateix:



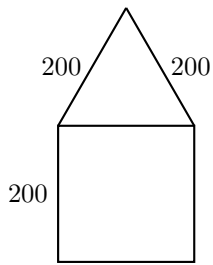
(a)



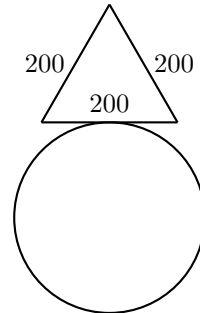
(b)

Exercici 42

Utilitza aquests nous coneixements per tal de dibuixar els següents dibuixos. La grandària de la circumferència la pots triar tu mateix:



(a)



(b)

Mandales

Dibuixa un heptàgon amb:

```
repeat 7 [fd 100 rt 360/7]
```

Gira ara la tortuga 10° amb

```
rt 10
```

Repeteix ambdues instruccions uns quants cops i mira't el dibuix que obtens. Després de cada heptàgon girem 10° amb **rt 10**. Si volem tornar a la posició inicial, llavors hem de repetir això

$$\frac{360^\circ}{10^\circ} = 36$$

cops. Mirem-nos doncs, què dibuixa el següent programa:

```
repeat 36 [repeat 7 [fd 100 rt 360/7] rt 10]
```

Exercici 43

Dibuixa un dodecàgon regular (12 costats) amb costats de longitud 70 i gira'l 18 cops fins a tornar a la posició inicial.

Pista: Primer pots escriure un programa que dibuixi un dodecàgon amb costats de longitud 70 i anomenar-lo, per exemple, **DODECAGON**. Llavors només et caldrà completar el programa


















```
repeat 18 [DODECAGON rt ... ]
```

Exercici 44

Pensa't un exercici com l'Exercici 43 i escriu un programa que el resolgui.

Colors

Quan ja sabem dibuixar mandales, els podem donar color. La tortuga no només pot dibuixar en negre, sinó també amb d'altres colors. Cada color té un número. A continuació tens una taula on pots veure cada color amb el seu número corresponent:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|----|---|----|---|
| 0 |  | 5 |  | 9 |  | 13 |  |
| 1 |  | 6 |  | 10 |  | 14 |  |
| 2 |  | 7 |  | 11 |  | 15 |  |
| 3 |  | 8 |  | 12 |  | 16 |  |
| 4 |  | | | | | | |

Amb la instrucció

| | |
|---------------------------------|---------------------------|
| setpencolor | X |
| Instrucció per canviar de color | Número del color que vols |

la tortuga canvia el color que té per el color amb el número **X**. La instrucció escurçada és **setpc**.

Amb això podem dibuixar patrons xulos, com per exemple el que podem dibuixar amb el següents programes. Primer definim dos programes que dibuixin dos circumferències amb diferents grandàries:

```
to CIRC3
repeat 360 [fd 3 rt 1]
end

to CIRC1
repeat 360 [fd 1 rt 1]
end
```

Ara utilitzem aquestes circumferències per a dibuixar mandales similars a les d'abans:

```
to MANDALA3
repeat 36 [CIRC3 rt 10]
end

to MANDALA1
repeat 18 [CIRC1 rt 20]
end
```

I ara li donem colors:

```
setpc 2
MANDALA3 rt 2
setpc 3
MANDALA3 rt 2
```

```
setpc 4
MANDALA3 rt 2
setpc 5
MANDALA3 rt 2
```

```
setpc 6
MANDALA1 rt 2
setpc 15
MANDALA1 rt 2
```

```
setpc 8
MANDALA1 rt 2
setpc 9
MANDALA1 rt 2
```

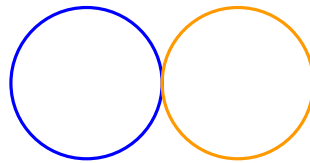
Pots dibuixar-ne més com aquestes, o també dibuixar algun patró que t'imaginis.

Exercici 45

Utilitza el programa **MANDALA3** per a dibuixar la mandala de color taronja. Utilitza ara la instrucció **setpc 7** per a utilitzar el color blanc. Què obtenim si executem de nou **MANDALA3**?

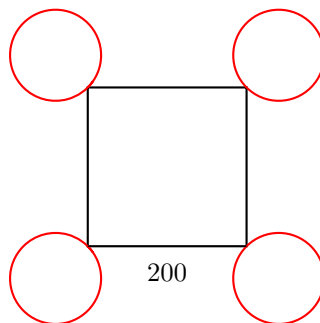
Exercici 46

Dibuixa el següent. La tortuga és a l'inici al punt on es troben les dues circumferències (punt d'intersecció).



Exercici 47

Escriu un programa que dibuixi el següent. La grandària de la circumferència la pots triar tu mateix.



5 Programes amb paràmetres

A la Lliçó 3 hem après a donar noms a programes i a cridar-los amb el seu nom per tal d'obtenir el dibuix que volem a l'ordinador. A la Lliçó 4 hem après a dibuixar polígons. Costa molt d'esforç, haber d'escriure un programa diferent per a cada polígon amb un nombre diferent de costats.

Mirem-nos per exemple els següents tres programes:

```
repeat 7 [fd 50 rt 360/7]
repeat 12 [fd 50 rt 360/12]
repeat 18 [fd 50 rt 360/18]
```

Els programes són molt similars i només es distingeixen en els números ressaltats **7**, **12** i **18**. Aquests mateixos números compten el número de costats. Volem, doncs, escriure ara un programa amb el qual poguem dibuixar tots els polígons possibles:

```
to POLIGON :COSTATS
repeat :COSTATS [fd 50 rt 360/:COSTATS]
end
```

Què hem fet? Allà on hi havia el número de costats en el programa, escrivim en aquest cas **:COSTATS** enlloc del número. Perquè l'ordinador sàpiga que volem escollir el nombre de costats més tard hem d'escriure rere el nom del programa **:COSTATS** amb **:** al davant.

Ara quan escrivim la instrucció **POLIGON 12** a la línia d'instruccions, l'ordinador substitueix en el programa

```
repeat :COSTATS [fd 50 rt 360/:COSTATS]
```

a tot arreu on hi ha **:COSTATS**, pel número **12** i dibuixa un dodecàgon. Prova-ho amb:

```
POLIGON 3
POLIGON 4
POLIGON 5
POLIGON 6
```

A **:COSTATS** se li'n diu **Paràmetre**. A l'exemple dalt 3, 4, 5 i 6 són **Valors del paràmetre** **:COSTATS**. L'ordinador sap que hi ha un paràmetre amb **:**. Per tant sempre que vingui un paràmetre hem d'escriure **:** abans del nom del paràmetre.

Exercici 48

Els següents programes dibuixen quadrats de diferents mides:

```
repeat 4 [fd 100 rt 90]
repeat 4 [fd 50 rt 90]
repeat 4 [fd 200 rt 90]
```

Els números ressaltats 100, 50, 200 els podem pensar com a valors d'un paràmetre que tria la mida del quadrat. Escriu un programa amb el paràmetre **:MIDA**, que dibuixi un quadrat de la mida que vulguem:

```
to QUADRAT :MIDA
...
end
```

Exercici 49

Els següents programes dibuixen circumferències de diferents mides:

```
repeat 360 [fd 1 rt 1]
repeat 360 [fd 12 rt 1]
repeat 360 [fd 3 rt 1]
```

Escriu un programa amb un paràmetre amb el qual es puguin dibuixar circumferències de la mida que es vulgui i prova'l per als valors del paràmetre 1, 2, 3, 4 i 5. El nom del programa i el nom del paràmetre els pots escollir tu mateix. Només has de vigilar d'escriure els dos punts al davant allà on hi hagi el paràmetre.

Exercici 50

Te'n recordes de com es dibuixaven línies gruixudes (Exercici 28)? escriu un programa amb un paràmetre que dibuixi una línia gruixuda de la longitud que vulguem.

Pista: Pots escriure primer un programa que dibuixi una línia de longitud 100 i un altre programa que dibuixi una línia de longitud 50 per adonar-te on es pot substituir el número pel paràmetre.

Exercici 51

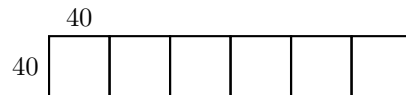
Escriu un programa amb un paràmetre que dibuixi un triangle de la mida que vulguem. Dibuixa amb aquest programa, un darrere l'altra, triangles de mida

20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160 i 180.

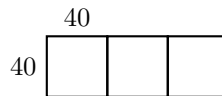
Què obtenim?

Exercici 52

Ara volem dibuixar una fila de quadrats de mida 40 un al costat de l'altre. Escriu un programa **QUADRATS** amb un paràmetre **:NUM**. El paràmetre **:NUM** ha de comptar el número de quadrats de la fila. Si executem doncs **QUADRATS**, la tortuga ha de dibuixar el següent:

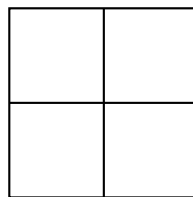


I queda així quan executem **QUADRATS 3**:



Exercici 53

Escriu un programa que dibuixi el següent dibuix amb 4 quadrats. La mida del quadrat s'ha de poder escollir amb un paràmetre.

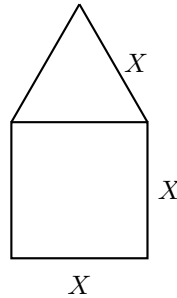


Exercici 54

Escriu un programa amb un paràmetre que dibuixi hexàgons amb la longitud de costat que vulguem. Prova el programa que dibuixa hexàgons per a les longituds de costat 40, 60 i 80.

Exercici 55

Escriu un programa amb un paràmetre `:X`, que dibuixi cases de la mida que vulguem com en el següent dibuix.



Programes amb més d'un paràmetre

Un programa pot tenir més d'un paràmetre. Si volem dibuixar polígons, podem prendre un paràmetre `:COSTATS` per escollir el número de costats i un paràmetre `:MIDA` per triar la longitud de cada costat.

En els següents programes el paràmetre `:COSTATS` està ressaltat amb groc i el paràmetre `:MIDA` està ressaltat amb verd:

```
repeat 13 [fd 100 rt 360/13]
repeat 3 [fd 300 rt 360/3]
repeat 17 [fd 10 rt 360/17]
repeat 60 [fd 3 rt 360/60]
```

Amb això, podem escriure ara un programa per a diferents polígons:

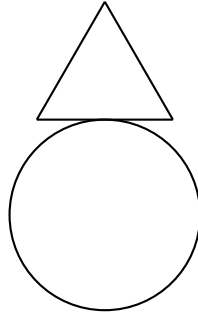
```
to POLIGON :COSTATS :MIDA
repeat :COSTATS [fd :MIDA rt 360/:COSTATS]
end
```

Prova el programa `POLIGON` executant les següents crides:

```
POLIGON 12 60
POLIGON 12 45
POLIGON 8 30
POLIGON 9 30
POLIGON 7 31
POLIGON 11 50
```


Exercici 56

Escriu un programa amb dos paràmetres que pugui dibuixar el següent dibuix. S'hi ha de poder escollir tan la mida de la circumferència com la longitud del costat del triangle.



Exercici 57

El programa

```
fd 100 rt 90 fd 200 rt 90 fd 100 rt 90 fd 200
```

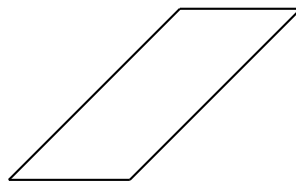
dibuixa un rectangle amb alçada 100 i base 200. Prova'l i escriu llavors un programa amb dos paràmetres que pugui dibuixar rectangles amb la base i alçada que vulguem.

Exercici 58

El següent programa

```
repeat 2 [rt 45 fd 200 rt 45 fd 100 rt 90]
```

dibuixa un paral·lelogram:



Escriu un programa amb dos paràmetres que dibuixi paral·lelograms com aquest on es pugui escollir la longitud dels costats.

Exercici 59

Dibuixa una flor dibuixant primer un cercle amb

```
POLIGON 360 2
```

girant després la tortuga una mica amb

```
rt 20
```

i tornant a dibuixar un cercle amb

```
POLIGON 360 2
```

i continuant així amb

```
rt 20 POLIGON 360 2 rt 20 POLIGON 360 2 ...
```

Quan hagi acabat de dibuixar la flor, tens la tortuga a la posició inicial. La tortuga ha dibuixat 18 circumferències i entre l'una i l'altra ha girat 20° amb la qual cosa la tortuga ha girat en total $18 \times 20^\circ = 360^\circ$.

Podem ajuntar-ho en el següent programa:

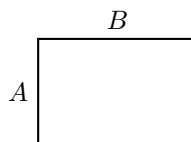
```
repeat 18 [POLIGON 360 2 rt 20]
```

Prova'l.

- També es poden dibuixar flors amb 10 o amb 20 pètals (circumferències). Com ho faries? Escriu un programa i prova'l.
- Pots escriure un programa amb un paràmetre amb el qual es puguin dibuixar flors amb el número de pètals que vulguem?
- Escriu un programa on es puguin escollir els següents paràmetres:
 - el número de pètals i
 - la mida de les circumferències.

Exercici 60

Escriu un programa per a dibuixar rectangles de la mida que vulguem i amb el color que vulguem:



Això vol dir que les longituds *A* i *B* així com el color, s'han de poder escollir.

6 Dibuixar flors i donar paràmetres a subprogrames

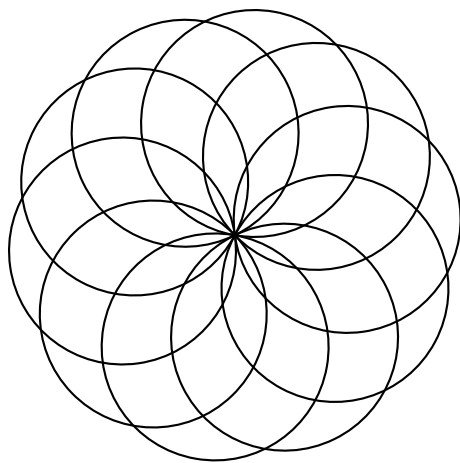
En aquesta lliçó aprendrem a dibuixar flors. Escollirem la seva forma i color per mitjà de paràmetres i així farem que la nostra tortuga dibuixi patrons bonics i plens de colors.

Prenem ara el programa:

```
to CIRC :MIDA  
repeat 360[fd :MIDA rt 1]  
end
```

Aquest programa ja el tenim a l'editor. Ara podem dibuixar una flor amb 10 pètals amb al programa

```
repeat 10 [CIRC 1 rt 36]
```



Exercici 61

Algú vol dibuixar una flor amb 24 pètals. Com hem de canviar el programa?

Exercici 62

Dibuixa una flor amb 12 pètals i amb els pètals el doble de grossos que abans.

Ara volem escriure un programa per a dibuixar flors a l'editor, en el qual poguem triar la mida dels pètals. És a dir, que volem utilitzar el subprograma **CIRC :MIDA** per a poder escollir **:MIDA**. Això només ho podem fer si el programa per a dibuixar flors també conté el paràmetre per a escollir la mida dels pètals.

Escriu a l'editor

```
to FLOR :MIDA
repeat 10 [CIRC :MIDA rt 36]
end
```

Executa **FLOR 1**, **FLOR 2** i **FLOR 3** i mira't el dibuix. Què obtenim? Quan hem cridat a **FLOR 1** s'ha substituït **:MIDA** per 1. I així, el subprograma **CIRC :MIDA** s'ha cridat com a **CIRC 1**.

Exercici 63

Describeix què ha passat amb la crida **FLOR 2**.

Exercici 64

Pensa què fa el següent programa i prova'l.

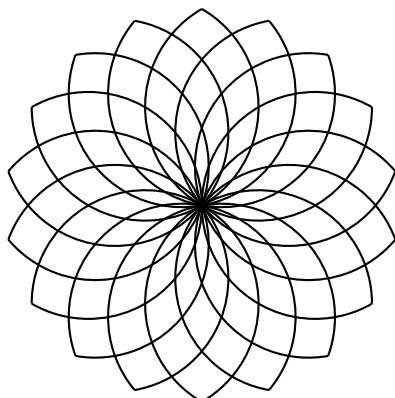
```
to FLORS :MIDA1 :MIDA2
setpc 3 FLOR :MIDA1
setpc 4 FLOR :MIDA2
end
```

Exercici 65

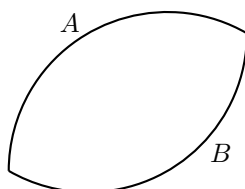
Volem utilitzar el programa **FLOR** per a escriure un programa **FLOR1** on no només poguem escollir la mida dels pètals sino també el número de pètals. Com es fa?

Una flor amb pètals punxeguts

Vols aprendre com dibuixar una flor amb pètals punxeguts? T'agrada la flor del dibuix?



Per a dibuixar la següent flor hem de pensar primer com es dibuixar un sol pètal. Un pètal



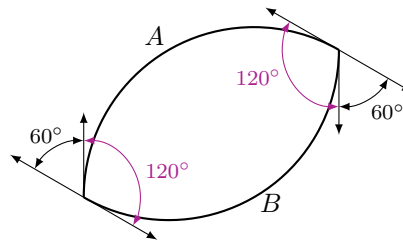
el podem veure com dos trossos de circumferència enganxats. Un tros de circumferència el podem dibuixar, per exemple amb el següent programa:

```
repeat 120 [fd 2 rt 1]
```

Prova'l.

Veiem que aquest programa és molt similar al programa que dibuixa circumferències. Enlloc d'avançar poc i girar 360 cops 1° aquí només repetim 120 cops [**fd** 2 **rt** 1] i dibuixem per tant només un terç de cercle (120°).

Ara la pregunta és, quan ha de girar ara la tortuga abans de dibuixar el tros de circumferència *B* per la part de sota del pètal. Mirem'nos el següent dibuix:



Si volem tornar a la posició inicial en acabar el dibuix, hem de fer girar a la tortuga un total de 360° .

A la part *A* la girem 120° i a la part *B* també 120° . Ens falten doncs

$$360^\circ - 120^\circ - 120^\circ = 120^\circ$$

que hem de repartir en dos per a cada una de les punxes:

$$\frac{120^\circ}{2} = 60^\circ.$$

Així obtenim el següent programa:

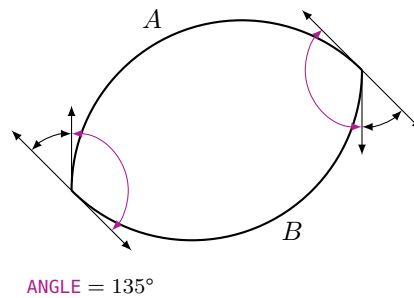
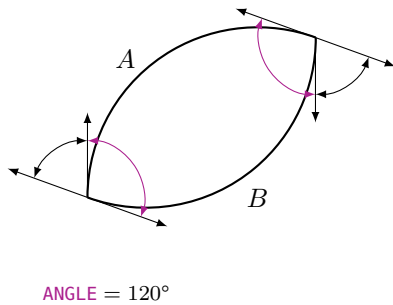
```
repeat 120 [fd 2 rt 1]
rt 60
repeat 120 [fd 2 rt 1]
rt 60
```

o encara més fàcil:

```
repeat 2 [repeat 120 [fd 2 rt 1] rt 60]
```

Prova'l.

Ara podríem voler que les fulles fóssin més primes (els trossos *A* i *B* són més curts) o més amples (els trossos *A* i *B* són més llargs).



Per a això podem fer servir un paràmetre. L'anomenarem per exemple `:ANGLE`. Després calculem el gir a la punxa així:

Abans de dibuixar la part *B* del pètal, hem d'haver girat mitja volta, és a dir $\frac{360^\circ}{2} = 180^\circ$. Per tant el gir a la punta del pètal és de

$$180^\circ - \text{:ANGLE}.$$

Per tant podem escriure el següent programa a l'editor:

```
to PETAL :ANGLE
repeat 2 [repeat :ANGLE [fd 2 rt 1] rt 180-:ANGLE]
end
```

Prova el programa executant les següents crides a la línia d'instruccions:

- PETAL 20
- PETAL 40
- PETAL 60
- PETAL 80
- PETAL 100

Què passa?

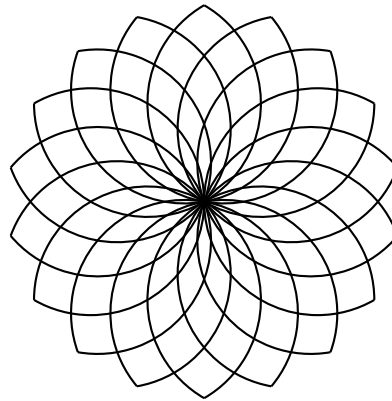
Una flor té molts pètals punxeguts

Ara volem utilitzar **PETAL** com a subprograma per a dibuixar flors amb pètals punxeguts.

Exercici 66

Dibuixa primer una flor amb el següent programa:

```
PETAL 100  
rt 20  
PETAL 100  
rt 20  
PETAL 100  
....
```



Quants cops has de repetir les instruccions **PETAL** i **rt 20** per a dibuixar aquesta flor sencera?

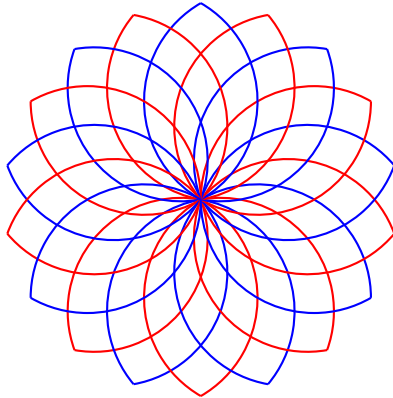
Escriu el programa per a la flor en només una línia amb la instrucció **repeat**. (Pensa que tots els girs entre pètals han de sumar 360° en total.)

Exercici 67

Escriu el programa de l'Exercici 66 a l'editor. Anomena al programa **FLOR3**. El programa ha de tenir el paràmetre **:ANGLE**. Què passa quan executes **FLOR3 60**, **FLOR3 80** i **FLOR3 100**?

Exercici 68

- (a) Escriu un programa amb un paràmetre que dibuixi la flor de l'Exercici 66 amb el color que vulguem. Anomena al programa **FLOR4**.
- (b) Canvia el nom del teu programa a **FLOR5** per a que es pugui triar el numero de pètals amb un nou paràmetre **:NUM**. Pensa que tots els girs **rt** entre pètals han de sumar en total 360° .
- (c) Modifica el teu programa **FLOR5** per tal que les flors es dibuixin en dos colors que puguem escollir. Anomena al nou programa **FLOR6**.



Exercici 69

Al programa **PETAL** la instrucció **fd 2** tria la mida de la circumferència de la qual en prenem un arc de mida **:ANGLE**. Aquest valor 2 el podem posar en un paràmetre de nom **:MIDA**. Escriu un programa

```
PETALS :ANGLE :MIDA
```

amb els paràmetres **:ANGLE** i **:MIDA** amb els quals escollim l'angle i la mida de l'arc de circumferència. Prova de executar les següents crides al programa:

```
PETALS 100 1  
PETALS 100 1.5  
rt 100  
PETALS 80 2  
PETALS 80 2.5
```

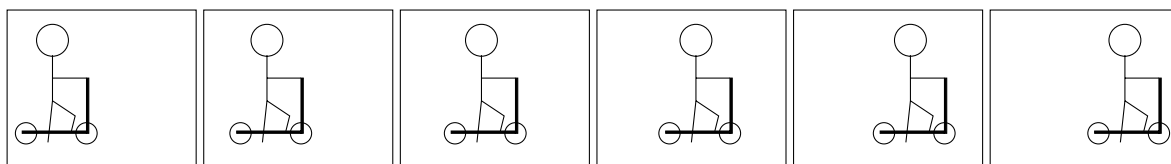
Gira la tortuga 80° cap a la dreta i torna a executar el programa de dalt.

Exercici 70

Pensa't un altre dibuix imaginatiu.

7 Programar dibuixos animats

Saps com es produeixen les pel·lícules de dibuixos? Funciona de la següent manera, primer es dibuixen uns quants dibuixos que es diferencien molt poc l'un de l'altre. En els propers dibuixos el nen del patinet es mou un pas molt petit de l'un a l'altre:



Quan es posa un dibuix damunt de l'altre i es fan girar les pàgines ràpid amb el polze, tenim la sensació que el nen va amb el seu patinet d'esquerra a dreta. Als dibuixos que es mouen se'ls anomena **animacions**.

En aquesta lliçó aprendrem com podem fer un dibuix animat amb l'ajuda de la tortuga.

Un quadrat que deixa rastre

Per al nostre primer dibuix animat triem una figura que no és molt difícil i que ja coneixem de fa temps: Farem que un quadrat vagi d'esquerra a dreta.



El programa pel quadrat el coneixem de fa temps:

```
to QUAD100
repeat 4 [fd 100 rt 90]
end
```

Després d'haver dibuixat el quadrat un cop, movem la tortuga una mica cap a la dreta i tornem a dibuixar el quadrat. Això ho repetim uns quants cops.

Al següent programa dibuixem 120 d'aquests quadrats:

```
to MOUQUAD
repeat 120 [QUAD100 rt 90 fd 4 lt 90]
end
```

Exercici 71

Escriu els programes **QUAD100** i **MOUQUAD** a l'editor i executa **MOUQUAD**. Què dibuixa?

Veus que queda dibuixat el rastre de *tots* els quadrats. En un dibuix animat però només volem que es vegi sempre l'últim quadrat i que el rastre s'esborri.

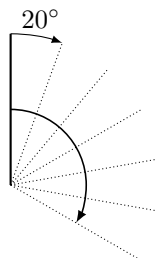


Exercici 72

Fes que el quadrat es mogui de baix a dalt en lloc de d'esquerra a dreta.

Exercici 73

Escriu un programa que dibuxi una línia de longitud 20. Utilitza aquest programa per a fer que la línia es mogui en el sentit de les agulles del rellotge com es veu al dibuix:



Dibuixar un quadrat i esborrar-lo

Perquè no quedi rastre hem d'aprendre com esborrar el que hem dibuixat. Per això la tortuga necessita utilitzar una goma enlloc d'un llapis. Amb la instrucció **penerase** o escurçada **pe** la tortuga canvia de llapis a goma.

Exercici 74

Pensa què fa el programa `QUAD100 pe QUAD100` sense executar-lo.

Quan la tortuga ha de començar a dibuixar de nou (tornar a agafar el llapis), li ho hem de dir. També per a això tenim la instrucció: `penpaint` o escurçada `ppt`. Fem servir la nova instrucció al programa de l'Exercici 74.

El programa queda així:

```
QUAD100 pe QUAD100 ppt
```

Exercici 75

Executa'l. Què passa? Ho pots explicar?

El quadrat s'ha d'esperar una mica

Com has pogut veure a l'Exercici 75, el quadrat s'esborra molt ràpid després d'haver-lo dibuixat. Tan ràpid que no ens n'adonem que s'ha dibuixat un quadrat. Abans d'esborrar el quadrat doncs, li hem de dir a l'ordinador que s'espera una mica.

Això ho podem fer de la següent manera:

| | |
|-------------------------|----------------|
| <code>wait</code> | 4 |
| Instrucció d'esperar | Temps d'espera |

Exercici 76

Prova el programa

```
QUAD100 wait 4 pe QUAD100 ppt
```

Un quadrat que es mou d'esquerra a dreta

Ara ja estem apunt per a afegir al nostre programa `MOUQUAD` l'esborrat dels quadrats:

```
to MOUQUAD
repeat 120 [QUAD100 wait 4 pe QUAD100 rt 90 fd 4 lt 90 ppt]
end
```

Prova'l. Si et molesta la tortuga mentre dibuixa l'animació, comença el programa amb la instrucció **hideturtle** (o escurçada: **ht**), que amaga la tortuga. Te n'adonaràs que l'animació és més ràpida. Acaba el programa amb la instrucció **showturtle** (o escurçada: **st**) just abans de l'**end**. Així la tortuga tornarà a ser visible.

Exercici 77

Mou un quadrat de mida 50×50 cap amunt.

Exercici 78

Canvia el programa **MOUQUAD** per tal que el quadrat es mogui el doble de ràpid cap a al dreta.

Exercici 79

Podries fer que el programa **MOUQUAD** mogui el quadrat el doble de lent cap a la dreta?

Exercici 80

Canvia el programa **MOUQUAD** per tal que el quadrat vagi de dreta a esquerra enlloc de d'esquerra a dreta.

Exercici 81

Pensa primer què fa el següent programa i comprova la teva predicció executant-lo:

```
to MOUQUAD1
ht
repeat 50 [QUAD100 wait 5 pe QUAD100 fd 3 rt 90 fd 3 lt 90 ppt]
QUAD100
st
end
```

Exercici 82

Pensa primer què fa el següent programa i comprova la teva predicció executant-lo:

```
to VOLTA
ht
repeat 360 [QUAD100 wait 4 pe QUAD100 fd 5 rt 1 ppt]
QUAD100
st
end
```

Exercici 83

Modifica el programa **VOLTA** per tal que mogui el quadrat quatre cops més ràpid.

Exercici 84

Què fa el següent programa?

```
repeat 6 [VOLTA]
```

Exercici 85

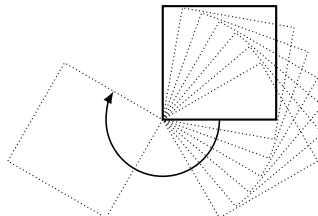
Pren el següent programa

```
to TERRA
repeat 45 [fd 16 rt 8]
end
```

i fes-lo servir per a fer una animació de la terra girant al voltant del sol. Com dibuixar el sol t'ho pots inventar tu mateix.

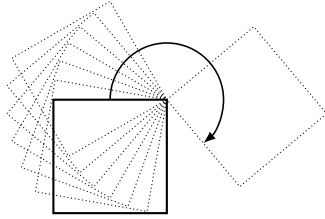
Exercici 86

Gira un quadrat en el sentit de les agulles del rellotge des de la cantonada de baix a l'esquerra. Pots escollir tu mateix la longitud del costat:



Exercici 87

Mou ara el quadrat en el sentit de les agulles del rellotge des de la cantonada de dalt a la dreta:



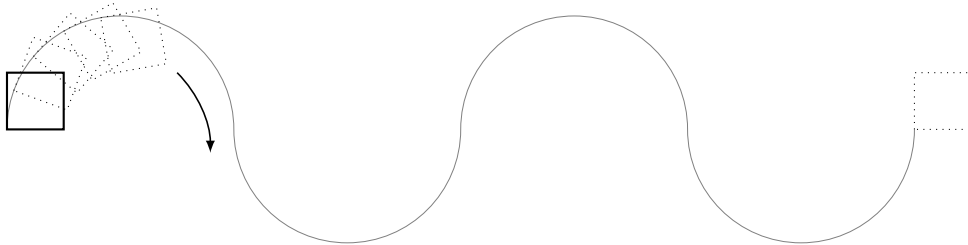
Si saps fer servir paràmetres pots fer els següents exercicis.

Exercici 88

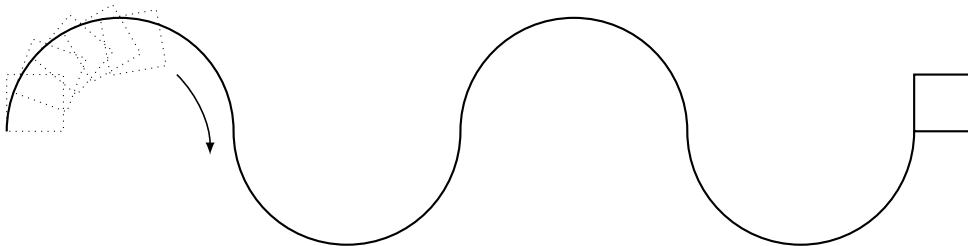
Escriu un programa amb *dos paràmetres*, que mogui un quadrat d'esquerra a dreta. Un paràmetre ha d'escollir la longitud del costat i l'altre com de ràpid es mou.

Exercici 89

(a) Fes que un quadrat es mogui pel següent camí, format per 4 mitges circumferències. La longitud del quadrat s'ha de poder escollir mitjançant un paràmetre.

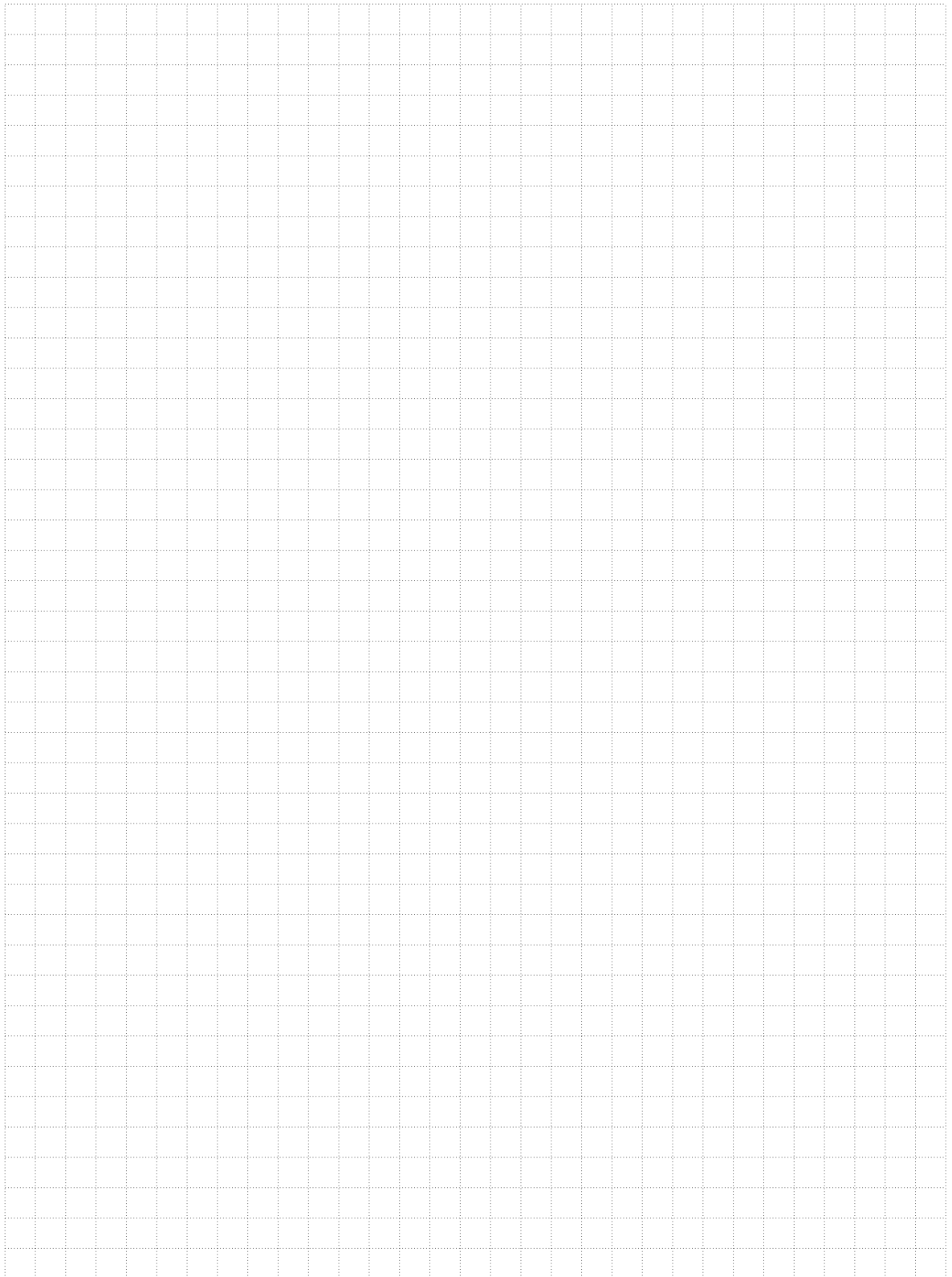


(b) Ara el camí s'ha de poder veure com un rastre del moviment del quadrat.



(c) Pots modificar el programa de l'apartat (b) per tal que el nombre de mitges voltes també es pugui escollir amb un paràmetre?

Les meves anotacions



Resum de les instruccions

| | | |
|---------------|-----------------|---|
| fd | 100 | Va 100 passos endavant |
| bk | 50 | Va 50 passos enrere |
| cs | | Ho esborra tot i tornar a començar |
| rt | 90 | Gira 90 graus a la dreta |
| lt | 90 | Gira 90 graus a l'esquerra |
| repeat | 4 [...] | Repeteix 4 cops el programa escrit a [...] |
| pu | | La tortuga aixeca el llapis del paper |
| pd | | La tortuga torna al mode d'escriptura |
| setpc | 3 | Canvia el color al número 3 |
| to | NAME | Encapçala un programa amb un nom |
| to | NAME :PARAMETER | Encapçala un programa amb un nom i un paràmetre |
| end | | Tots els programes acaben així |
| pe | | La tortuga canvia al mode d'esborrar |
| ppt | | La tortuga torna al mode d'escriptura |
| wait | 5 | La tortuga s'espera 5 instants de temps |



Programmieren mit LOGO

Informationstechnologie und Ausbildung
ETH Zürich, CAB F 15.1
Universitätstrasse 6
CH-8092 Zürich

www.ite.ethz.ch
www.abz.inf.ethz.ch