

Case: Sinclair ZX Spectrum

Tero Heikkinen/The University of the Arts Helsinki



Sinclair ZX Spectrum in 1982

A sequel to Sinclair ZX80, ZX81 (1Kb computers with no pixel graphics)

- 16K ROM and 48K RAM
- 256 x 192 pixel graphics
- 32 x 24 colour resolution
- 8 colours with two brightnesses (except for black)
- BASIC in 16K ROM as operating system

ZX Spectrum was a hit in UK, a widely known phenomenon and achieved moderate success in Europe.

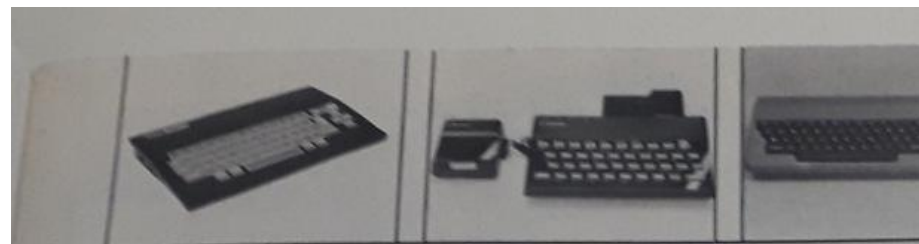


Home computers at 1982

Late 1970s-early 1980s: Computers had broken through in industry, logistics and trade. Markets for a “home computer” products also emerged.

Governments encouraged computer literacy and new industry/entrepreneurship.

- Early models like Apple II, Atari 800 expensive
- “Serious” computers (CP/M) even more expensive
- Cheap models Commodore Vic-20, Sinclair ZX81 were underpowered (1-4Kilobytes of memory)
- Colour graphics and sounds, but “multimedia” did not yet exist. (No CD-ROM, no sampled audio, no truecolor, no video)



Sega SC-3000	Sinclair ZX Spectrum	Telmac TMC-600
1295 mk	1395 mk	1495 mk
Digital Systems	Oy Hedengren Ab	Telercas Oy, vaimo
90-632269	90-670211	90-248055
X80A	Z80A	CDP1802
8K/16K	16K/16K	24K/9K
48/32K	48K	37K
64 näppäintä, 48 toim.näpp.	40 näppäintä, 180 funktiota	76 näppäintä, nu
funktionäppäinten avulla,		päimistö, kirjoitu
kursorinäppäimet, kumi		
Väri-tv 38 x 24	Väri-tv 38 x 24	Väri-tv 40 x 24
256 x 192 pistettä, sprite	256 x 176 pistettä,	80 x 72 pistettä,
	192 pistettä konekieli	puoligrafiikka
		8 taustaa, 8 mer
16 väriä, sekoittamalla 210	8 väriä	2 kpl + kohina/8
3 kpl + kohina/4 oktaavia	1 kpl/10 oktaavia	
4-värikirjoitinpiirturi, 2 peli-	Piirturikirjoitin, mikro-	Levyasema, mu
kahvaa, tulossa muita	asema, nauhapohjainen	tajien kirjoittime
	massamuistiasema, usei-	koneet, laajennu
	den muiden valmistajien	monitorit, nauhu
	ohjelmilaitteita	

Tom Lean: *Electronic Dreams: How 1980s Britain learned to love the computer* (Bloomsbury Sigma, 2016)

**Sega SC-3000**

1295 mk
Digital Systems
90-632269

X80A
8K/16K
48/32K
64 näppäintä, 48 toim.näpp.
funktionäppäinten avulla,
kursorinäppäimet, kumi

Väri-tv 38 x 24
256 x 192 pistettä, sprite
16 väriä, sekoittamalla 210
3 kpl + kohina/4 oktaavia

4-värikirjoitinpiirturi, 2 peli-
kahvaa, tulossa muita

Sinclair ZX Spectrum

1395 mk
Oy Hedengren Ab
90-670211

Z80A
16K/16K
48K
40 näppäintä, 180 funktiota

Väri-tv 38 x 24
256 x 176 pistettä,
192 pistettä konekieli
8 väriä
1 kpl/10 oktaavia

Piirturikirjoitin, mikro-
asema, nauhapohjainen
massamuistiasema, usei-
den muiden valmistajien
ohjelmlaitteita

Telmac TMC-600 AS

1495 mk
Telercas Oy, valmistaja
90-248055

CDP1802
24K/9K
37K
76 näppäintä, numeronäp-
päimistö, kirjoituskone

Väri-tv 40 x 24
80 x 72 pistettä,
puoligrafiikka
8 taustaa, 8 merkkiväriä
2 kpl + kohina/8 oktaavia

Levyasema, muiden valmis-
tajien kirjoittimet, kirjoitus-
koneet, laajennusyksiköt,
monitorit, nauhurit

Spectravideo SV-318

1980 mk
Teknopiste Oy
90-480011

Z80A
32K/32K
144K
71 näppäintä, kursori-
ohjaussauva, 10 ohjelmoita-
vaa näppäintä, naksu

Väri-tv 24 x 40
64 x 48 pistettä,
256 x 192 pistettä, sprite
16 väriä
3 kpl/8 oktaavia

Nauhuri, ohjaussauvat, laa-
jennusyksikköjä, kalvolevy-
asema + käyttöjärjestelmä,
piirtopöytä, kirjoitin + kortti

Canon X-07

2380 mk
Oy Canon Ab
90-558861

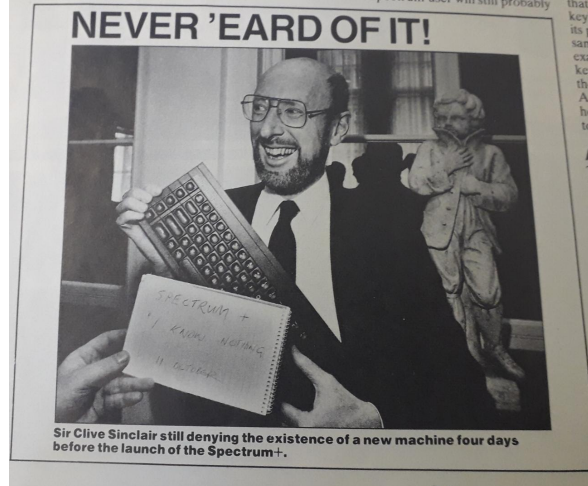
NSC800
20K/8K
24K
Näppäimistössä 6 ohjelmoi-
tavaa ja 11 erikoisnäppäintä,
naksu
LCD-näyttö + musta-vaiko-tv
256 x 192 pist./mustavaiko-tv,
120 x 32 pistettä/LCD

1 kpl/4 oktaavia

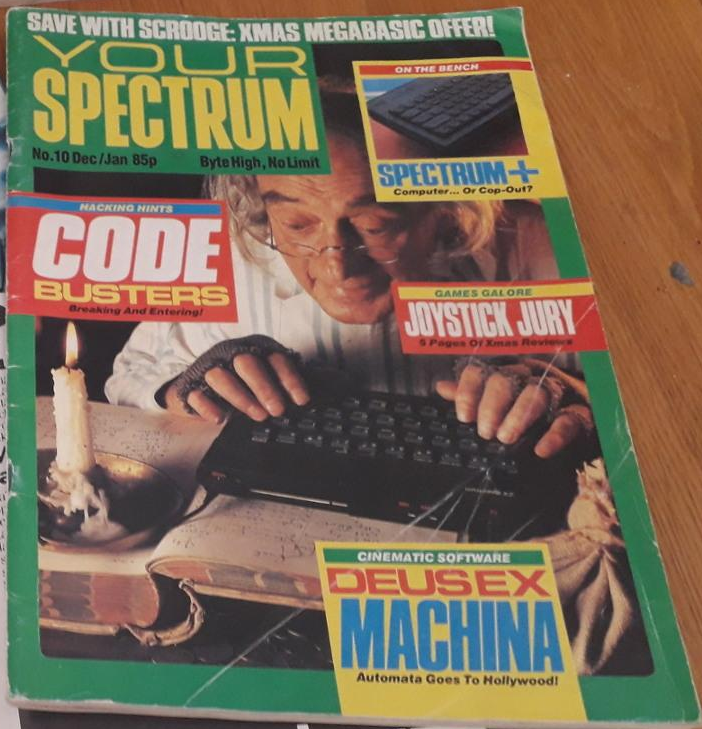
4-värikirjoitinpiirturi, lämpö-
kirjoitin, optinen liitäntä, muis-
tikortteja, muiden valmistajien
kasettinauhurit, tv-laajennus-
yksikkö NTSC-systeemillä

Sinclair?

- Founded as Westminster Mail Order Ltd. in 1973
- From hobbyist electronics to home computer oriented company in ~1980
- Founder **Sir Clive Sinclair**, face of micros in UK: "Uncle Clive"
- Industrial designer Rick Dickinson
- Miniature TVs, calculators, electric cars...
- Computers: ZX80, ZX81, ZX Spectrum, Spectrum 128, Sinclair QL
- Name and product line sold to Amstrad in 1986



KAKSIPYÖRÄINEN, mutta ei kuitenkaan siltä lain kirjainten muka.
Kuvassa olevat pyöräilijät ovat molemmat varustautuneet säänt.
vaatimalla tavalla.



P
Eu
Tand
viet
pali
Sine
ylin
Van
N
l
V
O
U
U

[illegible]



ALPHATRONIC PC MUISTAA PUOLESTASI

Triumph Alphatronic PC on korkealaatuisen kotimikro, joka antaa tosi vastineen hinnalleen. PC:llä laadit tilastot, lähdearvot, kaaviot. Se opiskelee ja pelaa kanssasi. Se kasvaa mukanaasi. Voit yrittää sen vaikkapa televisiossa.

Triumph Alphatronic PC mikrotietokone – luotettava kotimikro opiskelijalle, pien-yrittäjälle, perhekäyttöön.

Teknisiä tietoja:

CPU: Z80A, 64 KB RAM
32 KB ROM

Liitännät:

- kasettinauhurille
- aseamille (ä 320 K)

PÄÄEDUSTAJA SUOMESSA:

Oy Merso Ab

Spectrum setup

Commercial
tapes



Tape deck

ZX Spectrum

You

Me

00:00:52

00:00:03

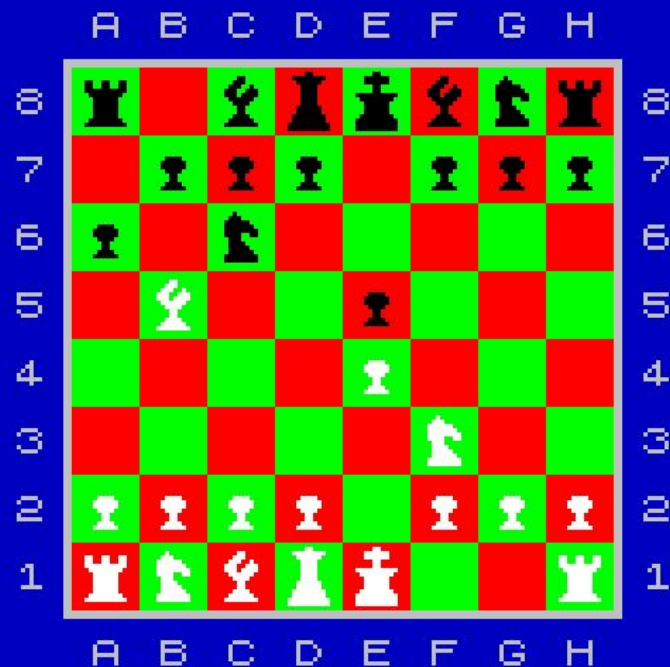
E2-E4 E7-E5
G1-F3 B8-C6
F1-B5 A7-A6

Level 0

Move 04

Masterchess

a-h, 1-8 or Del, l, r, z, t, x.

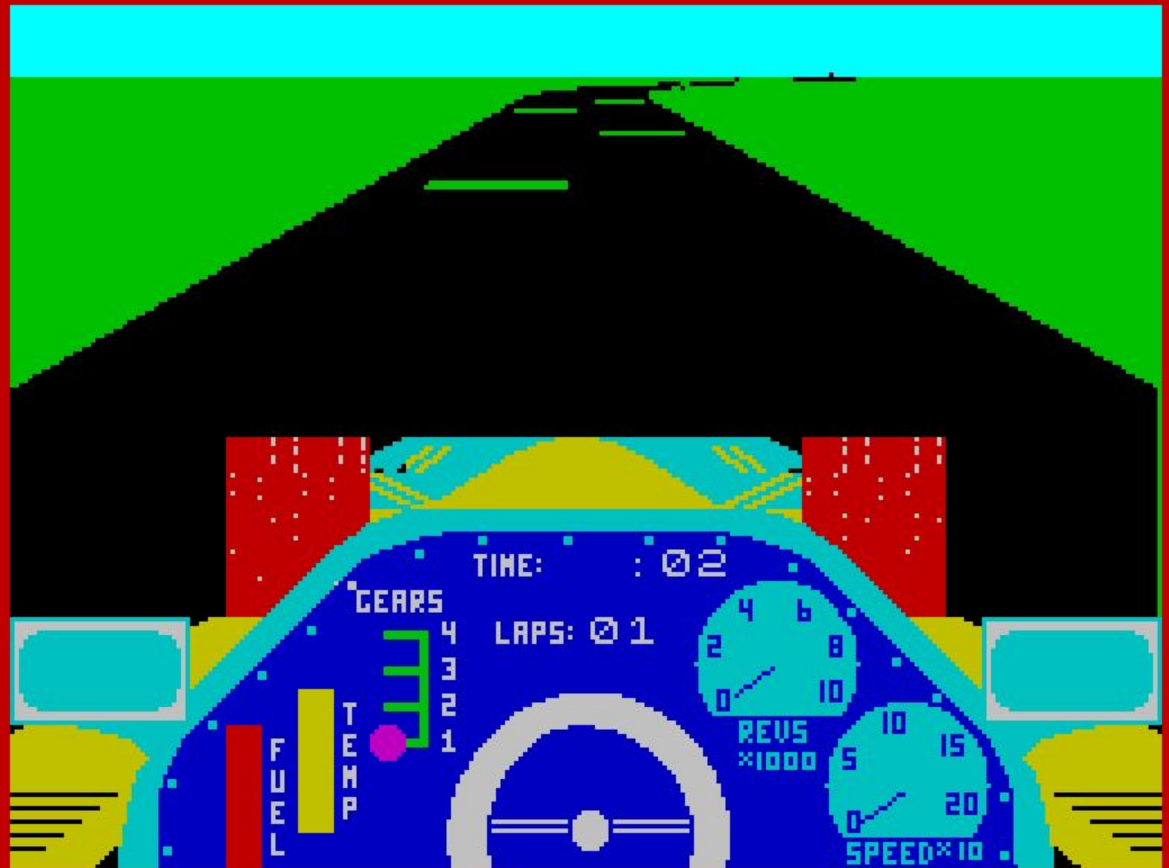


Masterchess

(Psion/Sinclair
Research, 1983)

Chequered Flag

(Psion/Sinclair
Research, 1983)

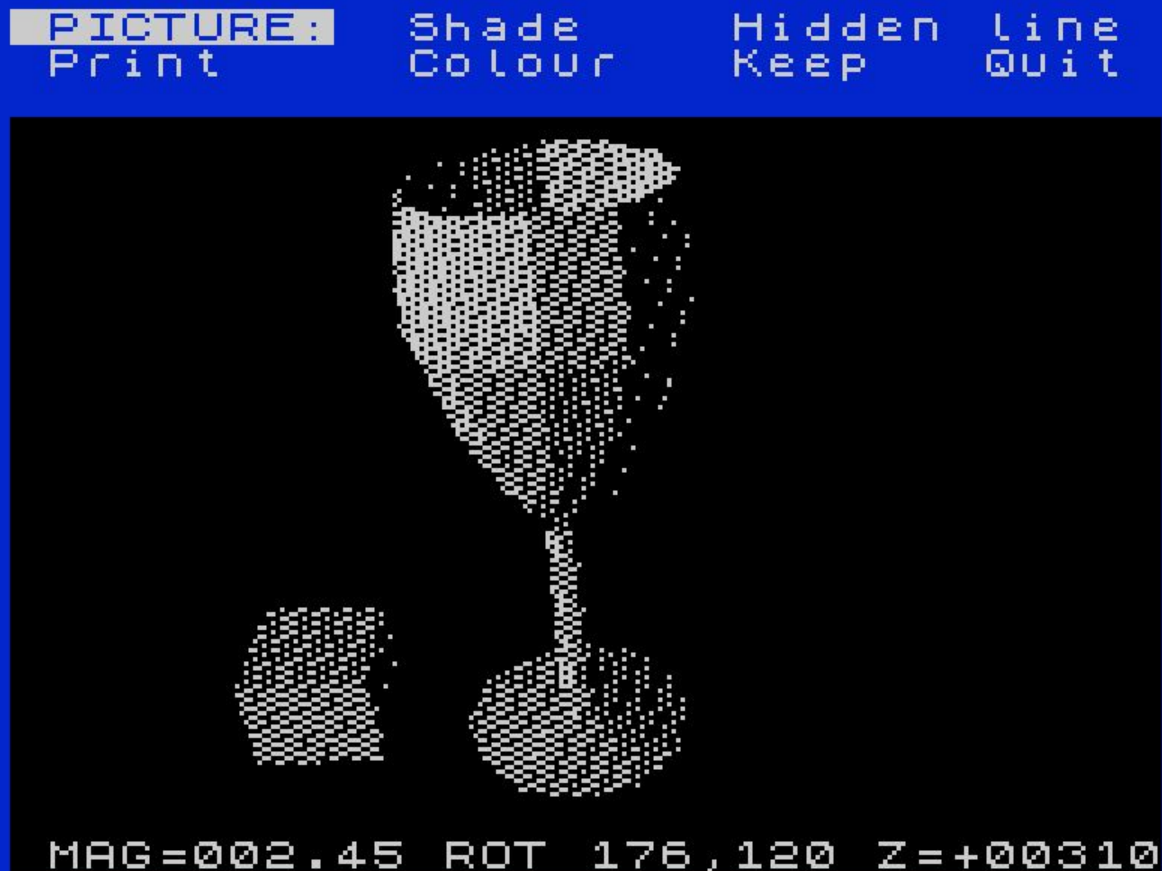


**Horace goes
Skiing**
(Psion/Sinclair
Research, 1982)



VU-3D

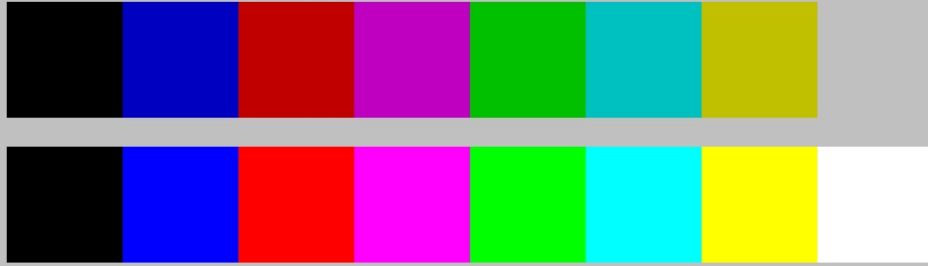
(Psion/Sinclair
Research, 1982)



Colours

8 colours with two
brightness-levels

- Black has only single level so “15 colours”
- Two brightnesses cannot be mixed
- FLASH attribute
- Colours cannot be changed

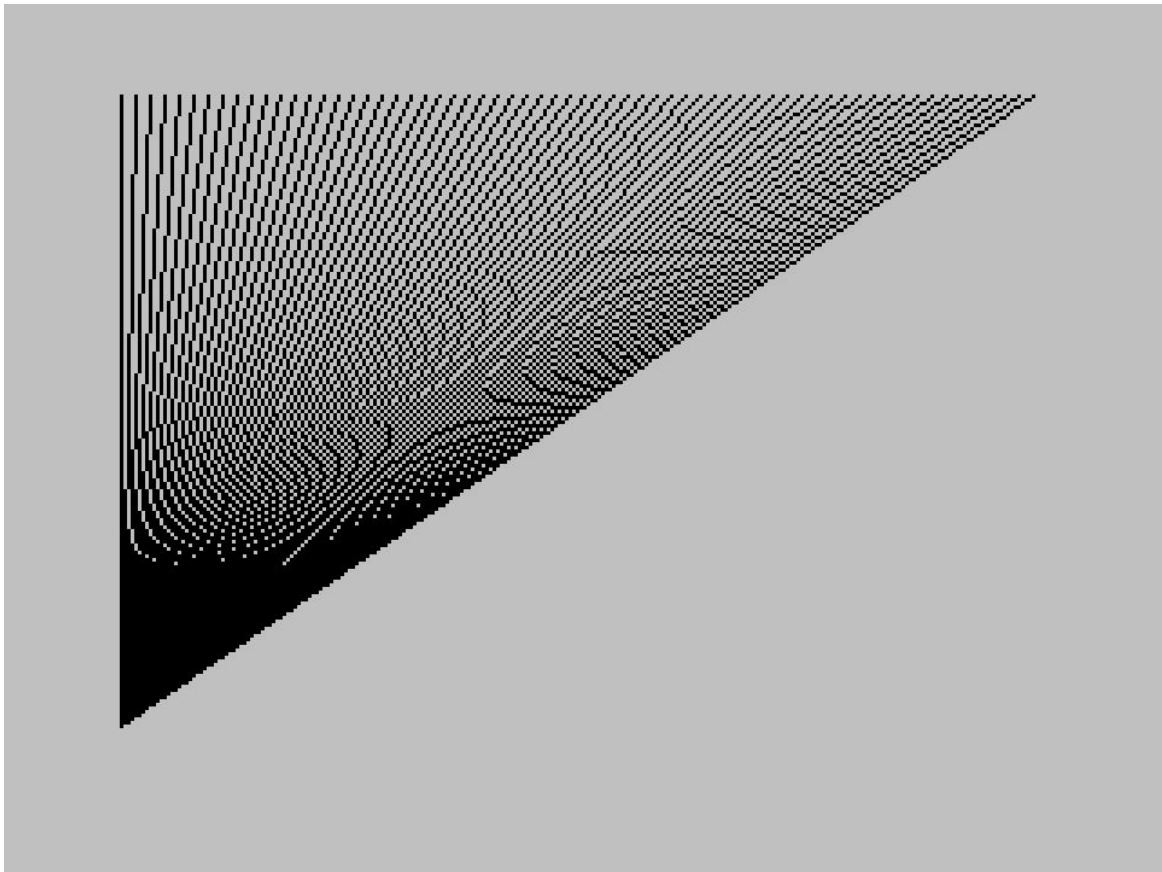


Ø OK, 60:1

Pixels

256 x 192

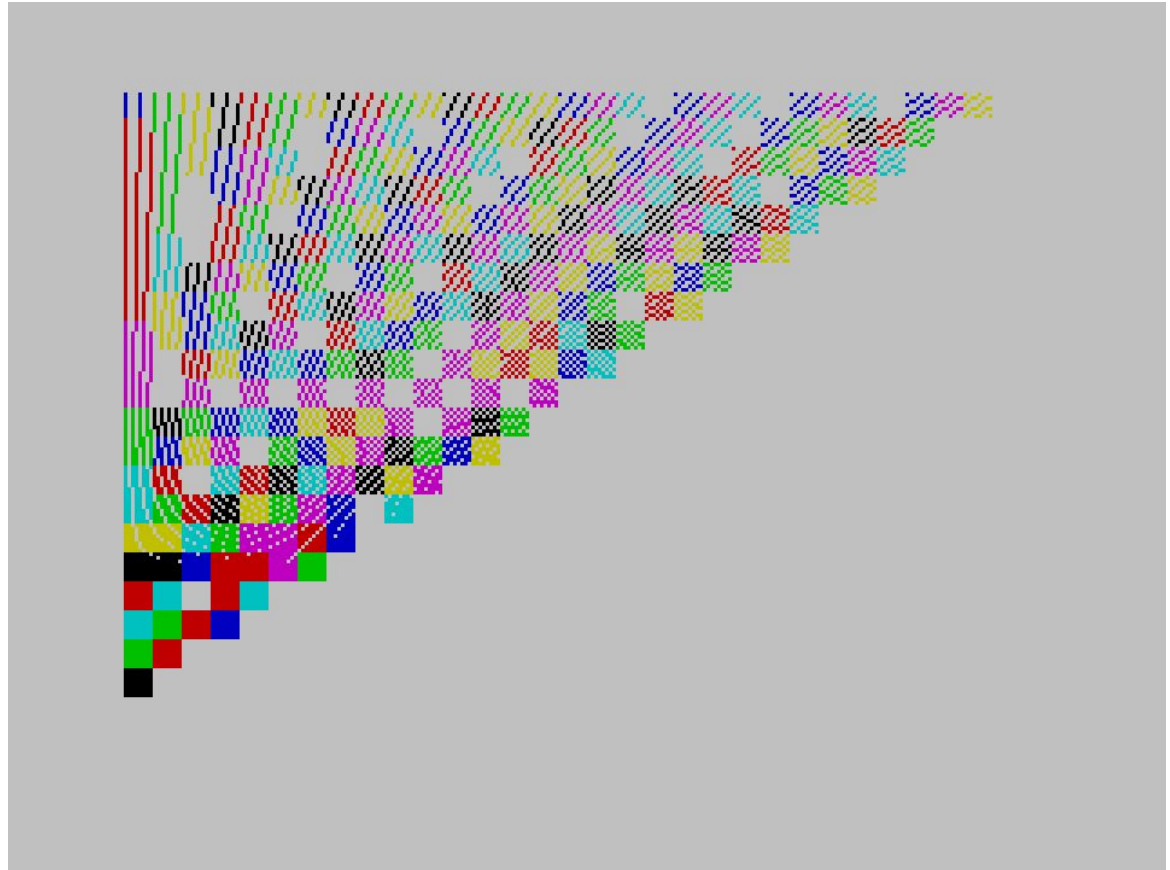
- 1 bit = 1 pixel
- 1 byte = 8 pixels



“Attribute clash”

Colours can be set in 32 x 24 resolution (768 cells)

Trying to simply draw different colored lines next to each other will result in clash.



Manic Miner
(Bug-Byte, 1983)



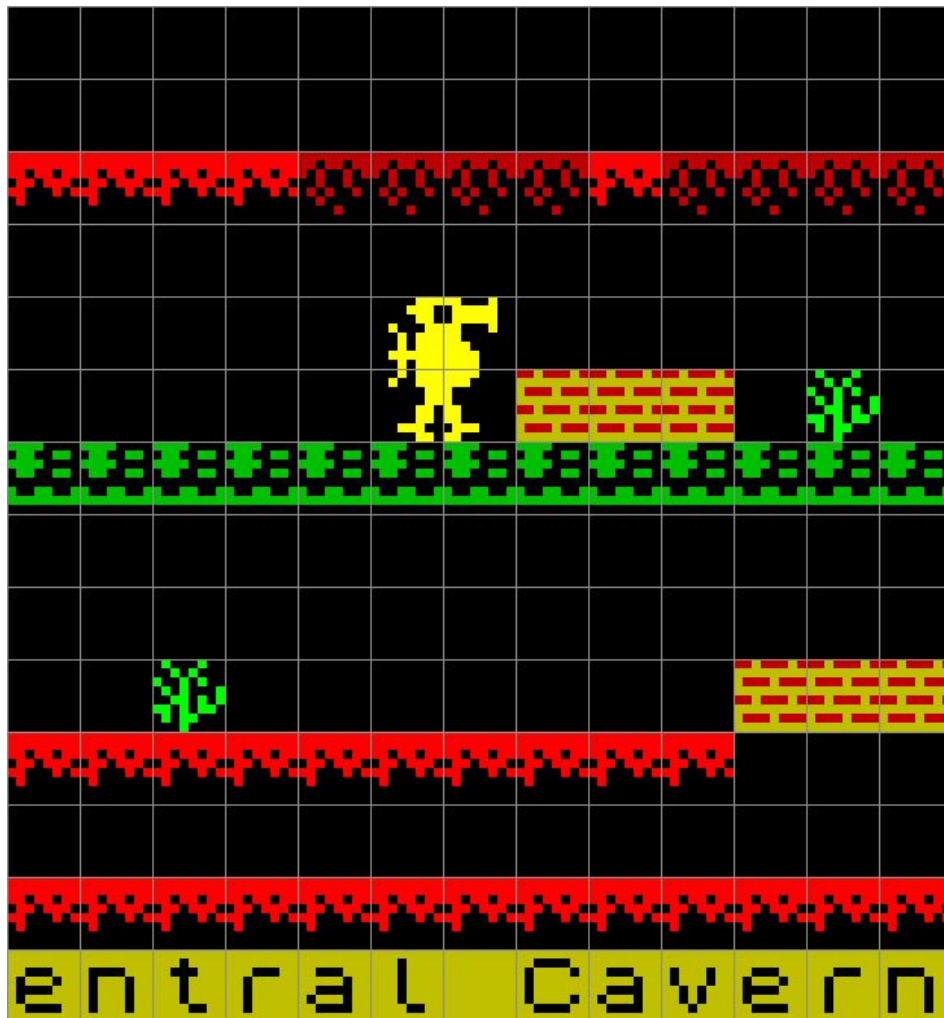
Manic Miner

(Bug-Byte, 1983)

8x8 areas are also
game tiles

16x16 pixel player and
monster graphics

(Font is the ZX
Spectrum standard
character set)



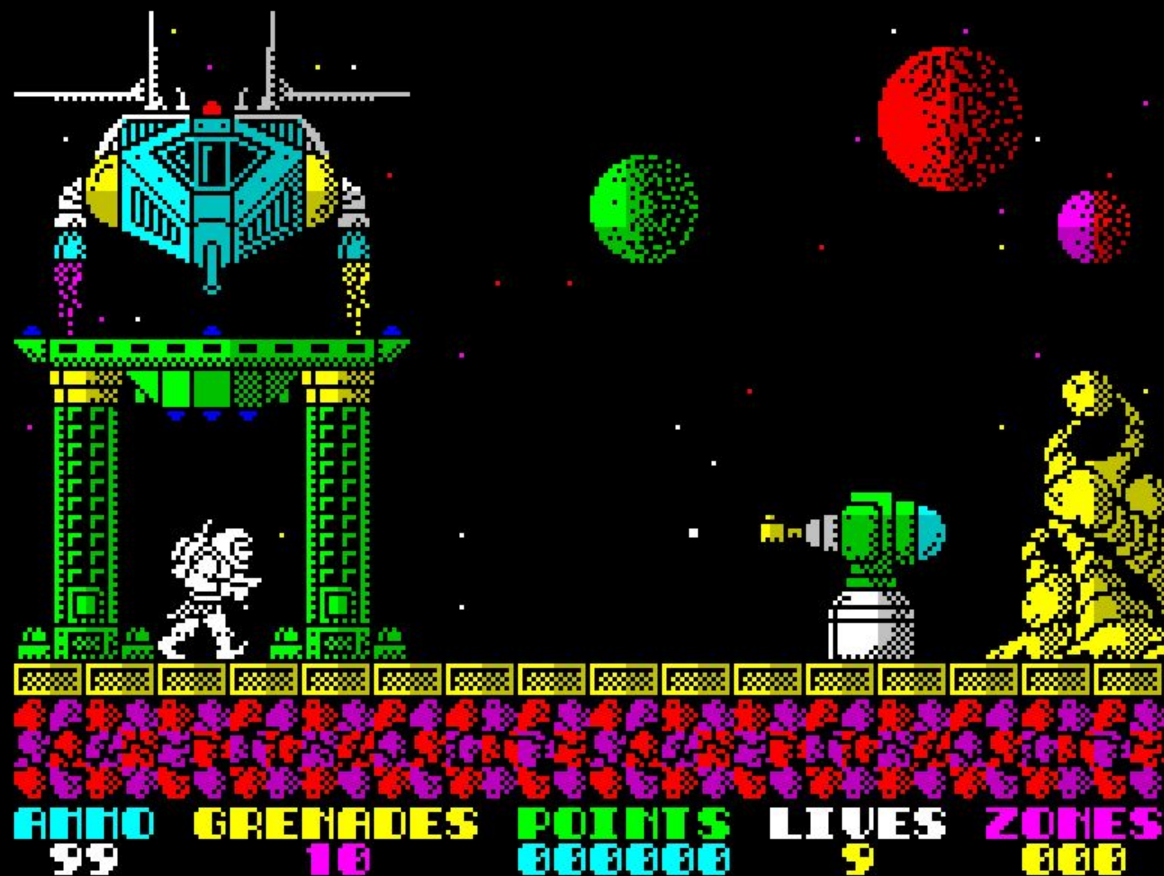
Knightlore
(Ultimate, 1984)



**Lords of
Midnight**
(Beyond, 1984)



Exolon
(Hewson, 1987)





PSSST

(Loading Screen,
Ultimate 1983)

Head over Heels
(Loading Screen,
Ocean, 1987)



Cursed Eight
(Piesiu, Chaos
Constructions
demoparty 2010)



999999
ASTEC INTERNATIONAL
UM1233 E36
MALAYSIA 8423

HEATSINK

ROM

Z80

ULA
FERRANTI
ULA6C001E-7
8429

MEMORY

MEMORY

SPEAKER

20mW
400Hm
TAIWAN

9425 SRC168

30135

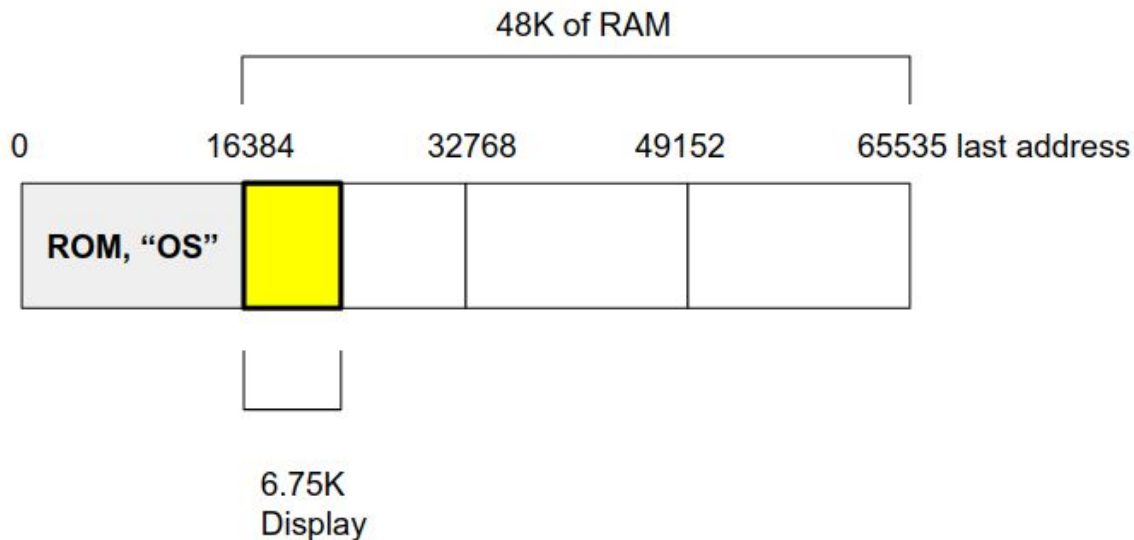
ZX SPECTRUM © 1983 ISSUE 4B

(Wikimedia commons, AUIC Oficial/Fernando Sáenz, Public Domain)

Z80 chip, ULA and memory mapped graphics

CPU and graphics chip can alternatively “see” the memory area reserved for display.

- The 8-bit Z80 has 16-bit addressing, can access 65536 memory locations.
- Graphics chip *Ferranti* ULA (once-programmable chip, precursor to FPGA)
- Writing to display memory results in direct changes on the screen




Graphics in binary

Using BASIC to write into the display memory.

Bitmap at 16384

Colors start from
 $16384 + 6144 =$
22528

$32 \times 24 = 768$ color cells

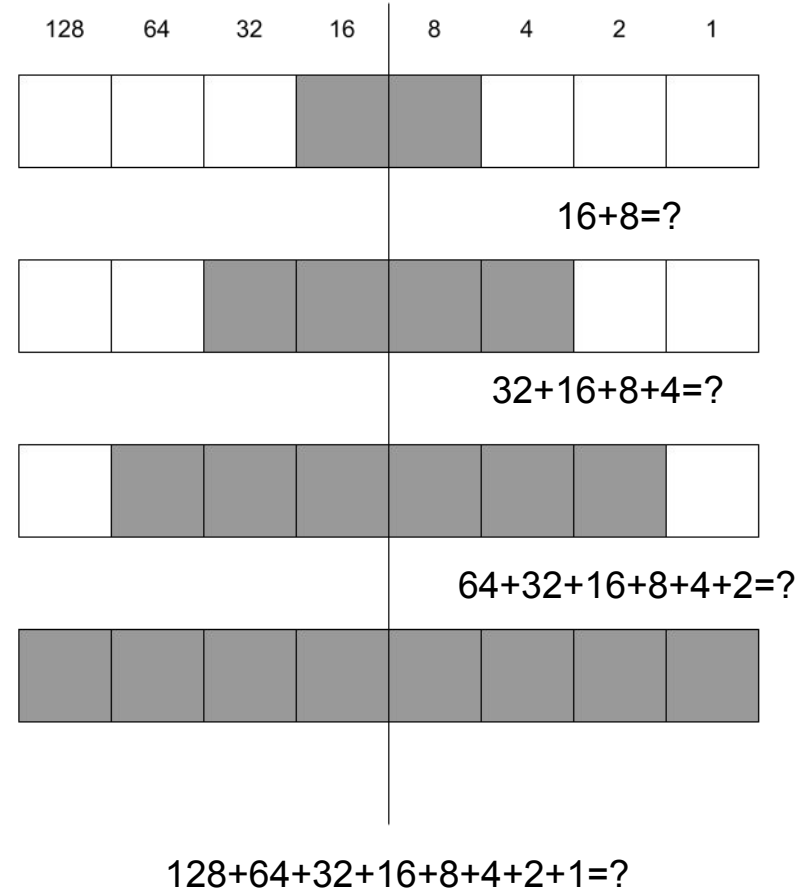


```
POKE 16384,255
```

Graphics in binary

From hardware perspective, there is no way to light a single “bit” directly. An 8-bit value (0-255) has to be written, causing a number of pixels to change at once.

- Graphics were often planned on grid paper and sometimes calculated by hand
- BASIC had PLOT and DRAW commands to make life easier



Color cells (32x24)

- 0-7 INK
- 0-7 PAPER
- BRIGHT bit 0-1
- FLASH bit 0-1 (let's not use it)

=INK+PAPER*8+BRIGHTNESS*64

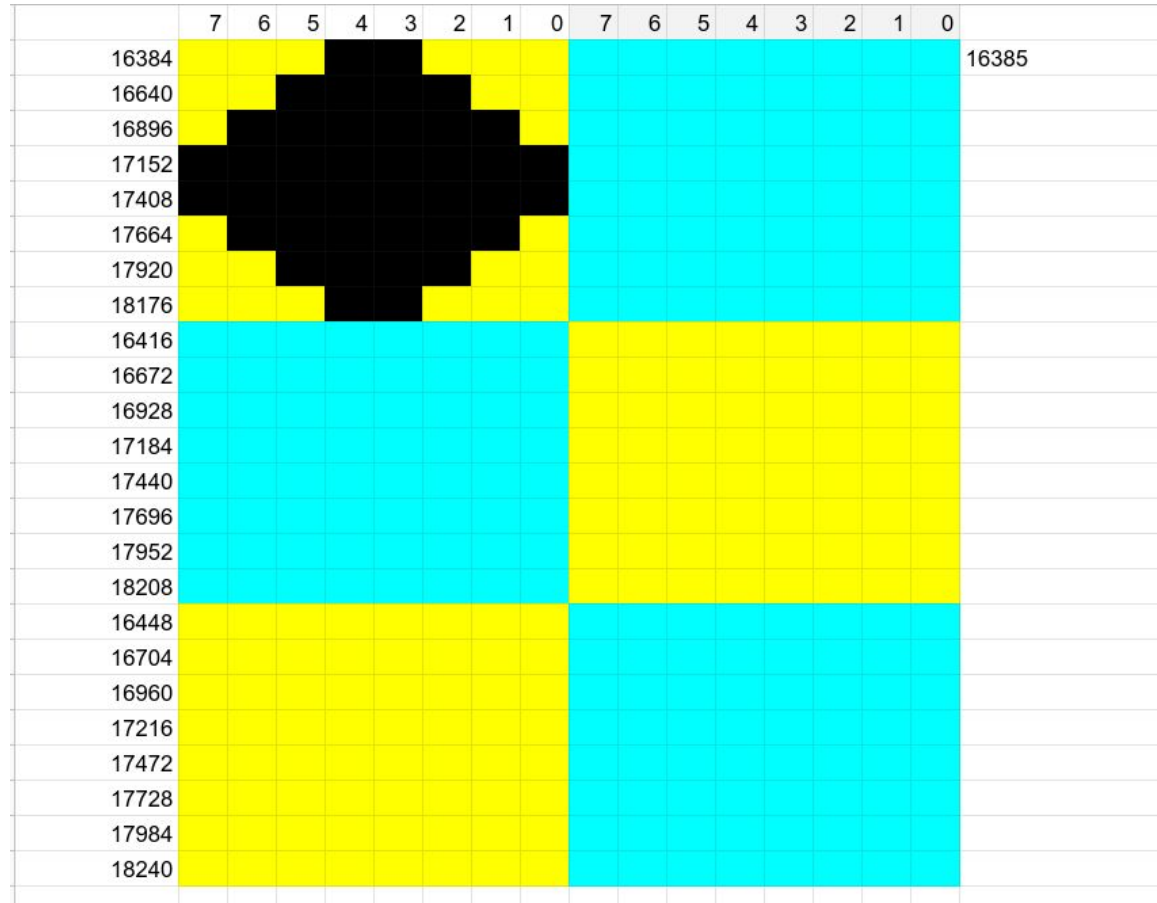


128	64	32	16	8	4	2	1
FLASH	BRIGHT	PAPER bits			INK bits		

Display order

ZX Spectrum display order is likely arranged to better facilitate 8x8 character display and easier alignment of pixel/color display (from a machine code perspective)

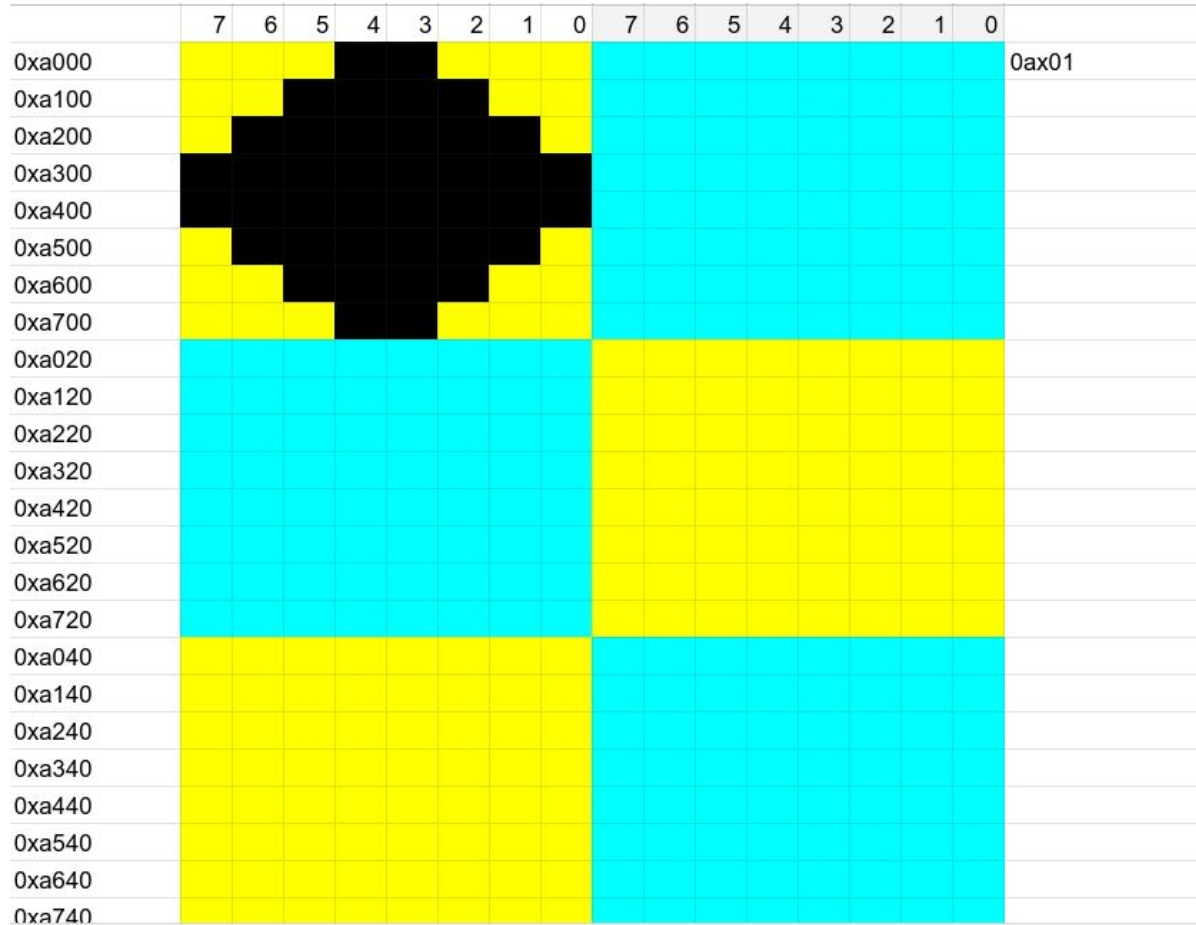
- +1 to move right
- +256 to move down
- +32 to find next character row
- There's more...



Display order

ZX Spectrum display order is likely arranged to better facilitate 8x8 character display and easier alignment of pixel/color display (from a machine code perspective)

- +1 to move right
- +256 to move down
- +32 to find next character row
- There's more...



Display order

Although the address advances logically up until 8 “character rows” (64 pixel rows)

- Screen is arranged into three zones 2048 bytes apart.
- Ok for showing characters but caused problems for game graphics

16384
+32
+32
+32
...

16384+2048

16384+4096

