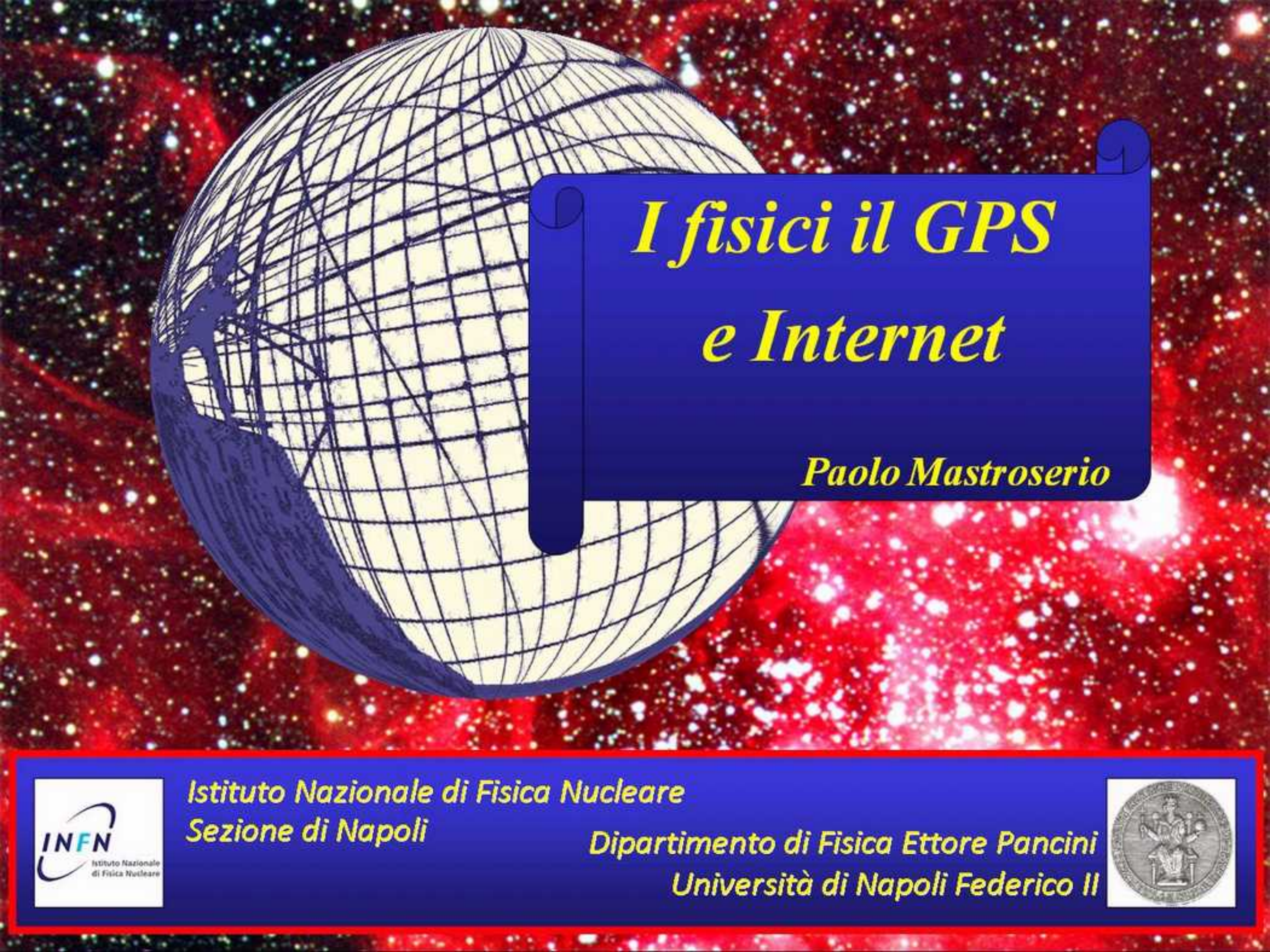




I fisici il GPS e Internet

Paolo Mastroserio



*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Napoli*

*Dipartimento di Fisica Ettore Pancini
Università di Napoli Federico II*



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)

Dipartimento di Fisica Ettore Pancini



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)

Dipartimento di Fisica Ettore Pancini



**Qual è la differenza tra una
calcolatrice e un calcolatore?**



Olivetti Divisumma

I messaggi misteriosi di Giulio Cesare

Roma, 13 luglio 101 a.C. - 15 marzo 44 a.C.

- Con il cifrario di Giulio Cesare le lettere del testo in chiaro venivano sostituite dalle lettere che si trovavano più avanti di tre posti (**chiave 3**) secondo l'ordine alfabetico
- Esempio
 - testo in chiaro: **SEDIA**
 - testo cifrato: **VHGND**



a	b	c	d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	z
d	e	f	g	h	i	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	z	a	b	c

Le intercettazioni

Ci vediamo domani alle dieci



Cifratura delle comunicazioni



**Ci vediamo
domani alle dieci**

**Ci vediamo
domani alle dieci**

?

092owfb...qyfo87awtfo82\5t



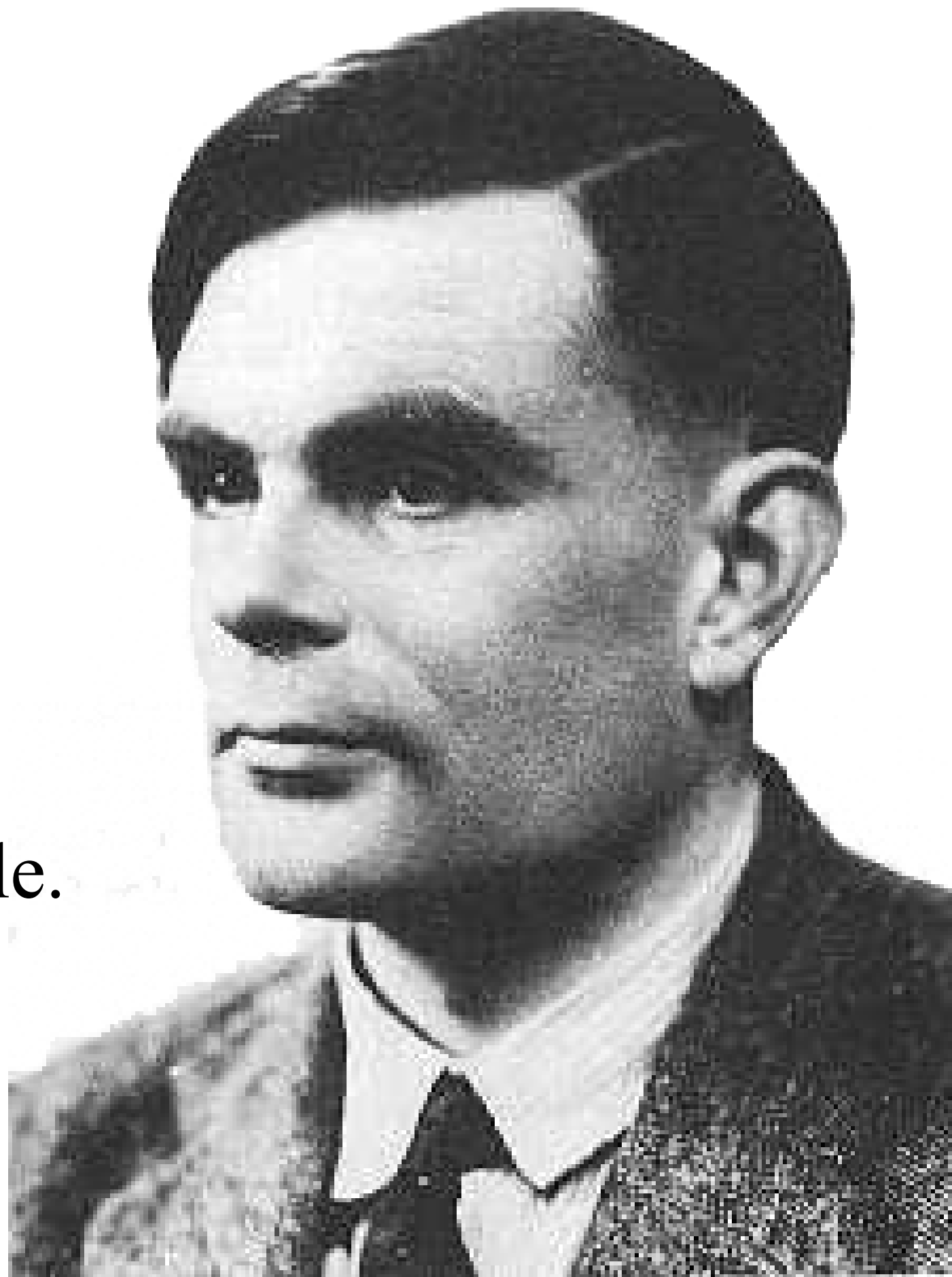
Hitler e la macchina Lorenz SZ 40/42 (Enigma)

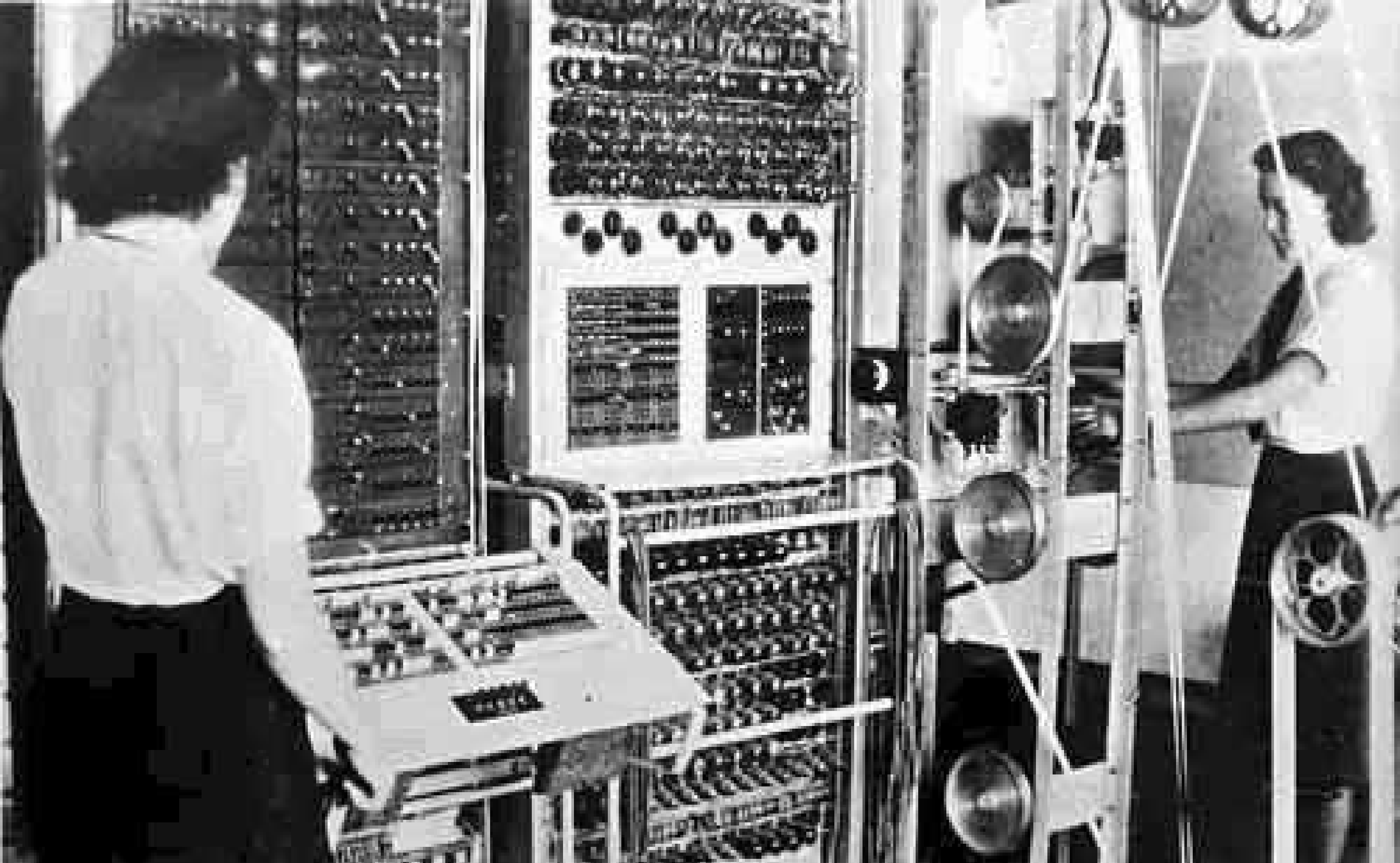
Durante la seconda guerra mondiale **Adolf Hitler** parlava con i suoi capi di stato maggiore utilizzando i codici segreti prodotti dalla macchina **Lorenz SZ 40/42 (Enigma)**



Alan Turing

1912-1954 - Il padre
dell'informatica e
dell'intelligenza artificiale.





Colossus, il primo computer **programmabile** della storia dell'informatica, decifrò i codici tedeschi prodotti da **Enigma**

**L'esito delle guerre dipende
dalle strategie ma anche dalla
tecnologia a disposizione**

Lancio su satellite artificiale esperimento Pamela

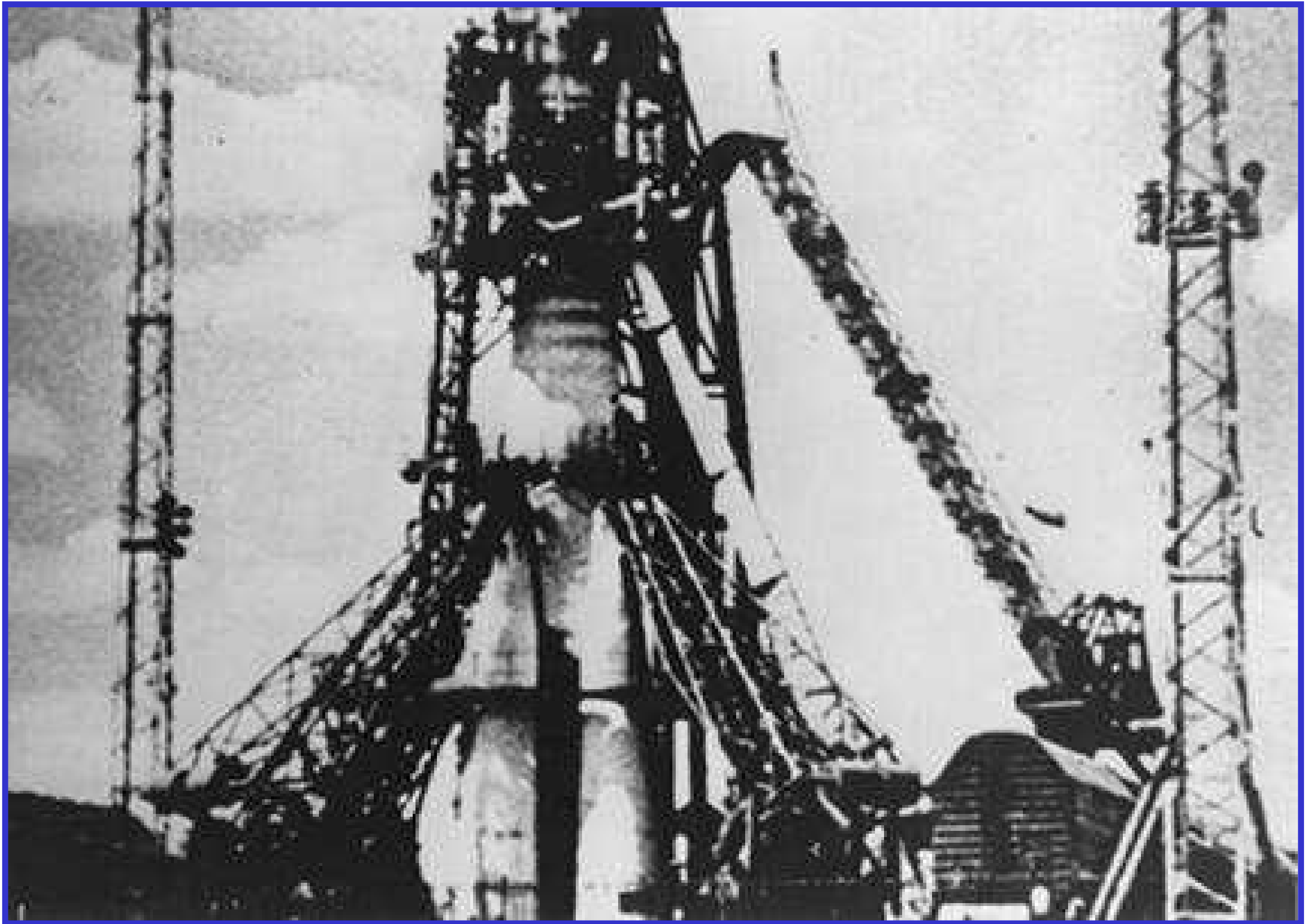


Quando è stato mandato in orbita il primo satellite artificiale ?

Il 4 ottobre 1957, in piena guerra fredda, l'Unione Sovietica effettua il lancio dello SPUTNIK, il primo satellite al mondo messo in orbita attorno alla terra; viaggiò a una quota media di 577 Km a una velocità di 8 Km/s.

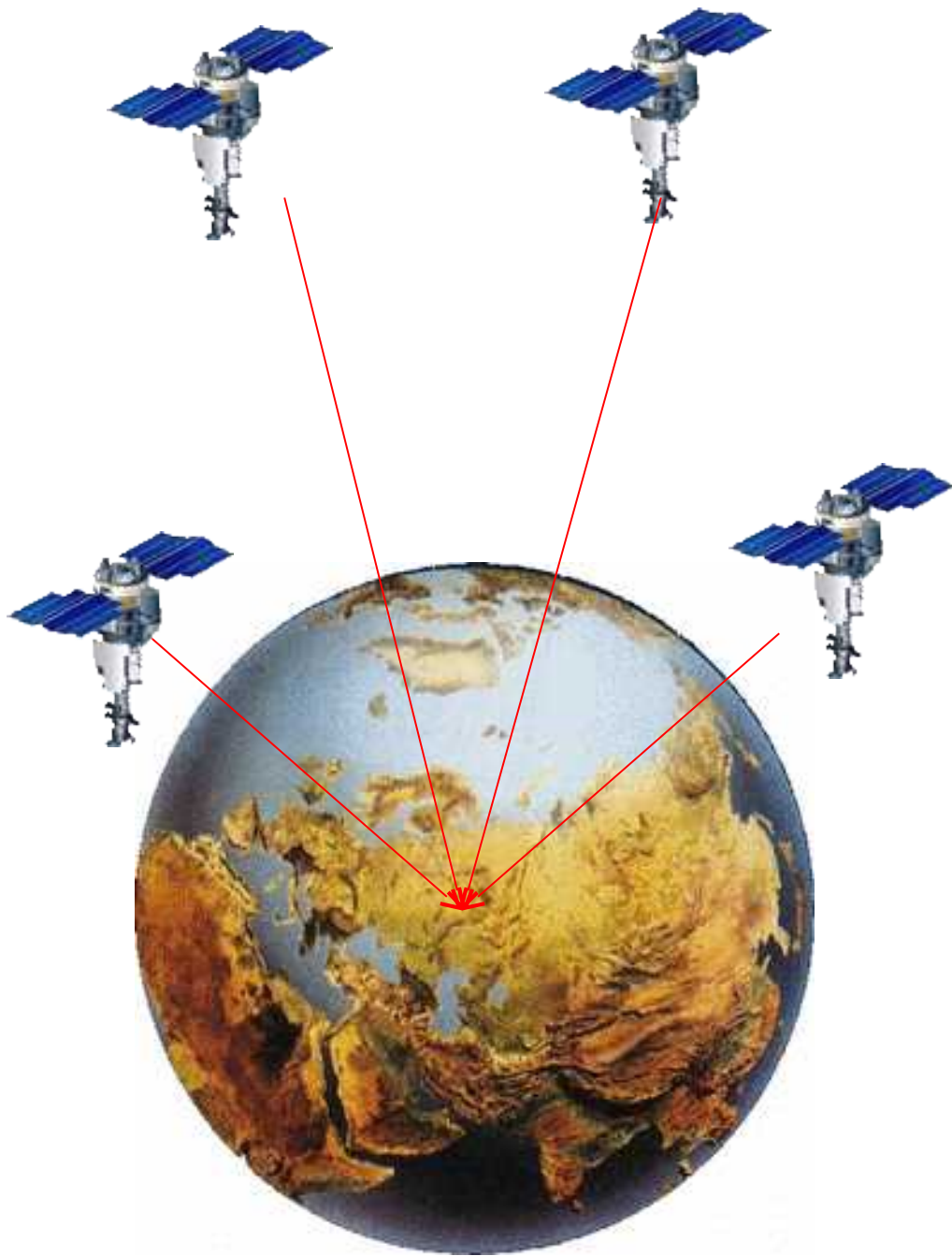


La rampa di lancio dello SPUTNIK



Il GPS (Global Positioning System)

Il GPS nasce in **ambiente militare** per localizzare la posizione di persone o cose.



Oramai lo si usa anche in **macchina** per farci dire qual è la strada per arrivare a casa!

Vogliamo costruire un GPS?

Gli esperimenti si fanno sempre prima a terra e poi si portano nello spazio!

Occorrente:

- tre antenne della Telecom sparse per Fuorigrotta**
- un telefonino con a bordo il software del GPS**

Mappa di Fuorigrotta



**Antenna presso l'incrocio
via Terracina, via Agnano-Astroni.
Segnale partito alle ore 12.00**

**Antenna presso
l'Eremo dei Camaldoli.
Segnale partito alle ore 12.00**



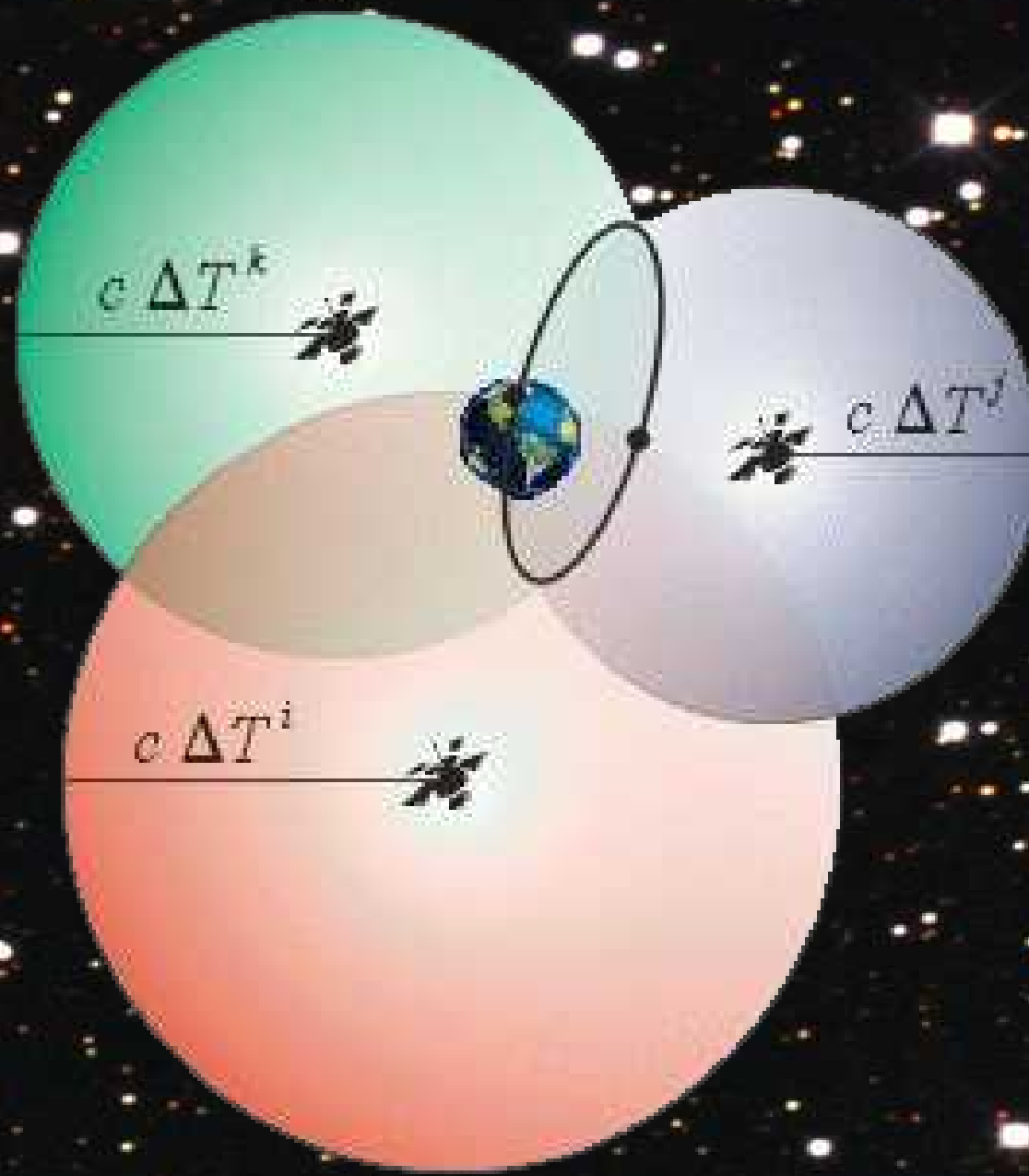
**Antenna presso
via Giustina
Segnale partito alle ore 12.00**

**Tu sei nel
Complesso
Universitario
di M.S.Angelo**

Allora, mettiamo gli apparati
appena progettati sui satelliti?

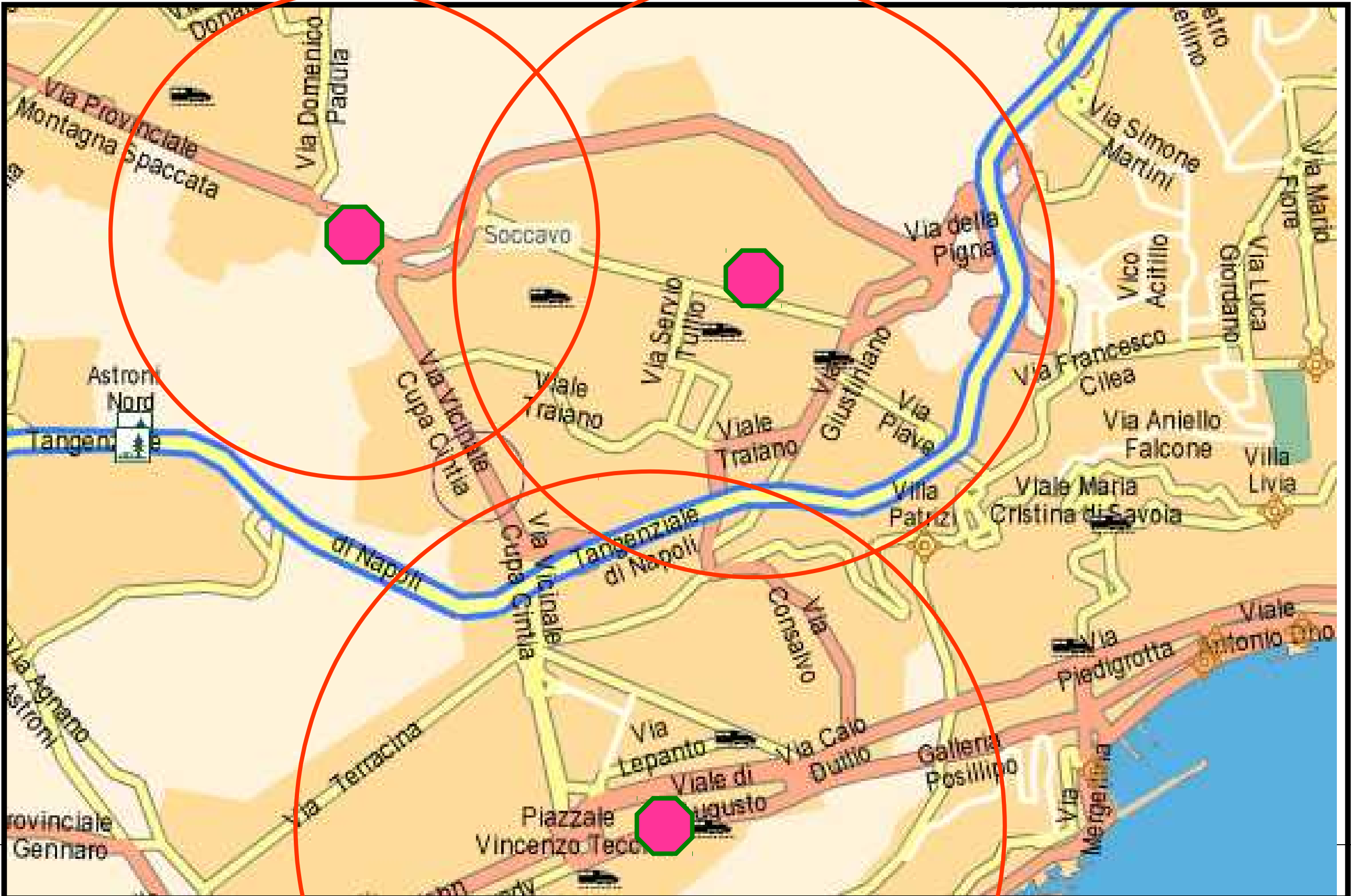


Sul satellite la tecnica è analoga,
si deve solo passare da 2D a 3D.





SORPRESA!!!



Con quale precisione abbiamo misurato il tempo?

- I satelliti hanno a bordo sofisticati orologi **atomici** che sono:
 - molto costosi e
 - molto precisi!
- I telefonini hanno a bordo normali orologi al **quarzo** che sono
 - poco costosi ma
 - poco precisi!

Se tra gli orologi sul satellite
e quello a terra c'è una differenza pari a...
un centesimo di milionesimo di secondo ...

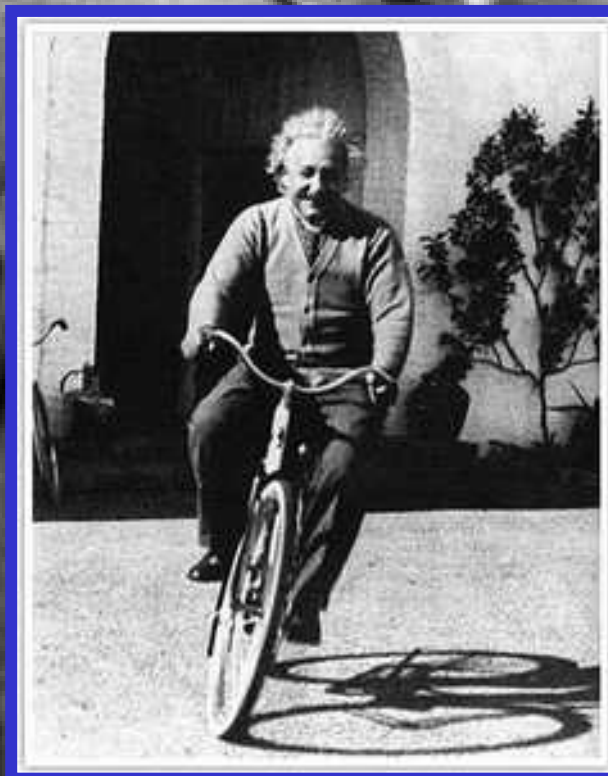
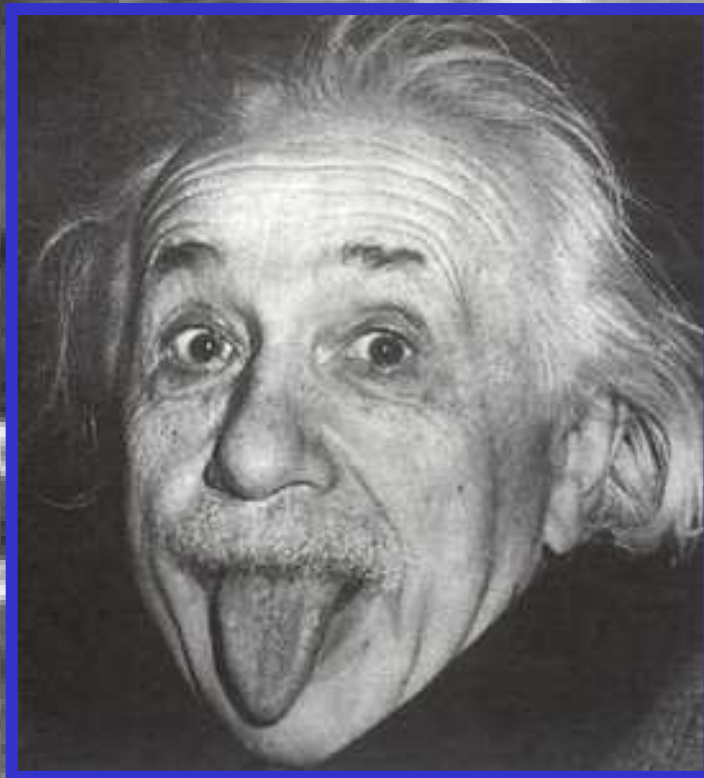
per ogni triangolazione
si commetterà un errore pari a ...

3 Km!!!

INFN – Napoli
Compl. Universitario
di M.S. Angelo

INFN – Napoli
Compl. Universitario
di M.S. Angelo

Gli errori però non
sono finiti, alcuni li
abbiamo potuti
risolvere anche noi,
per altri c'è voluto
l'intervento di ...



**Albert
Einstein**

E ora **guardiamo e ascoltiamo** questa animazione
ambientata in Germania,
in una splendida città universitaria:

Tubingen ...

Tubingen



La relatività speciale di Albert Einstein

Chi si mette a correre a velocità vicine a quelle della luce vedrà ...

lo spazio deformarsi e ...



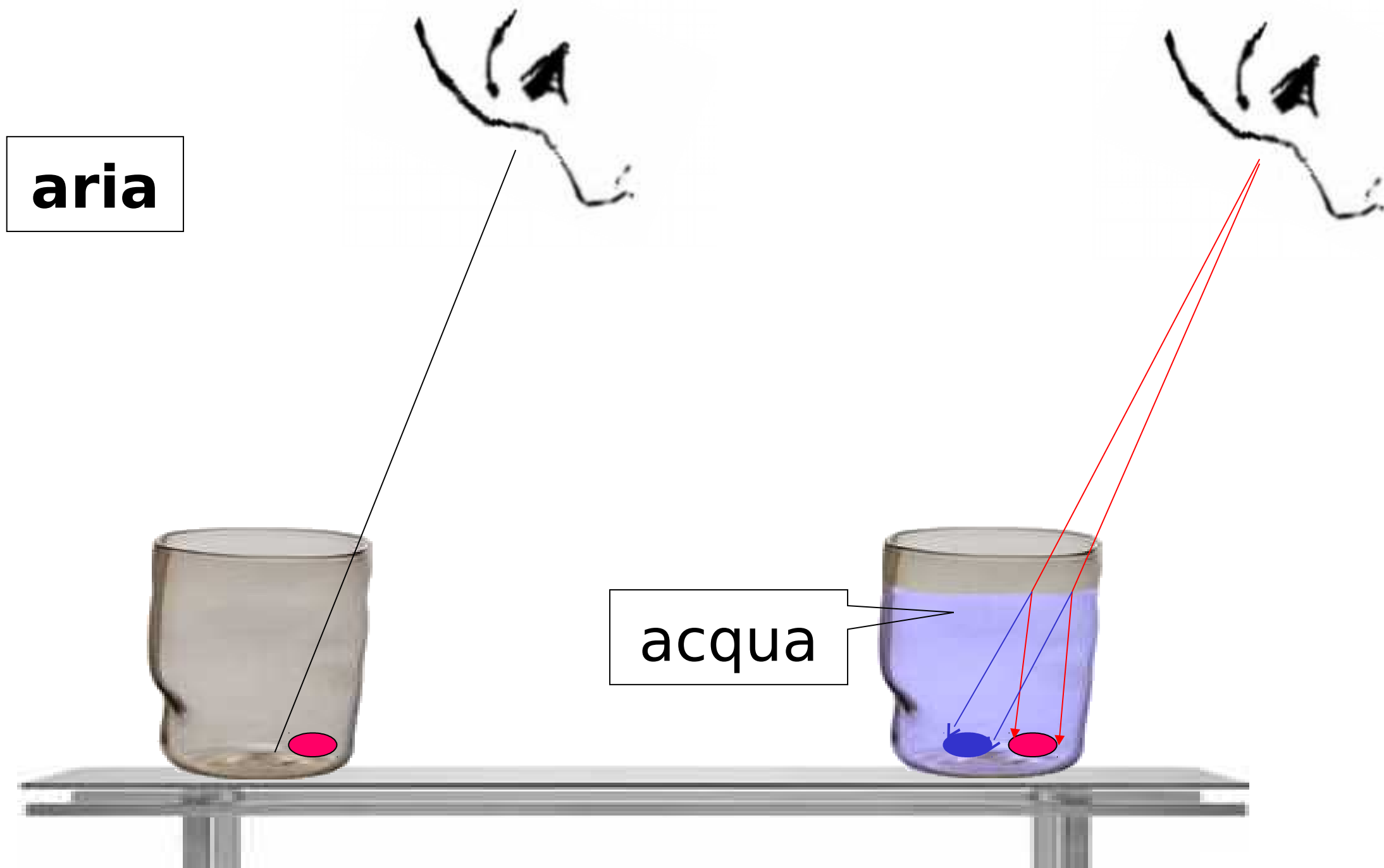
**... il tempo scorre più
lentamente rispetto a chi sta fermo!**

C'è ancora qualche
errore da
correggere!

Brocca



Il fenomeno della rifrazione



- La luce, nel passare da un mezzo ottico ad un altro (aria, acqua, vetro, ecc.) subisce una **deviazione**
- per la trattazione matematica si utilizzano strumenti matematici tradizionali quali la **geometria euclidea e la trigonometria**

**Supponiamo di voler
osservare dalla terra
una stella che si trova
al di là del sole ...**



Ecclissi di sole

stella

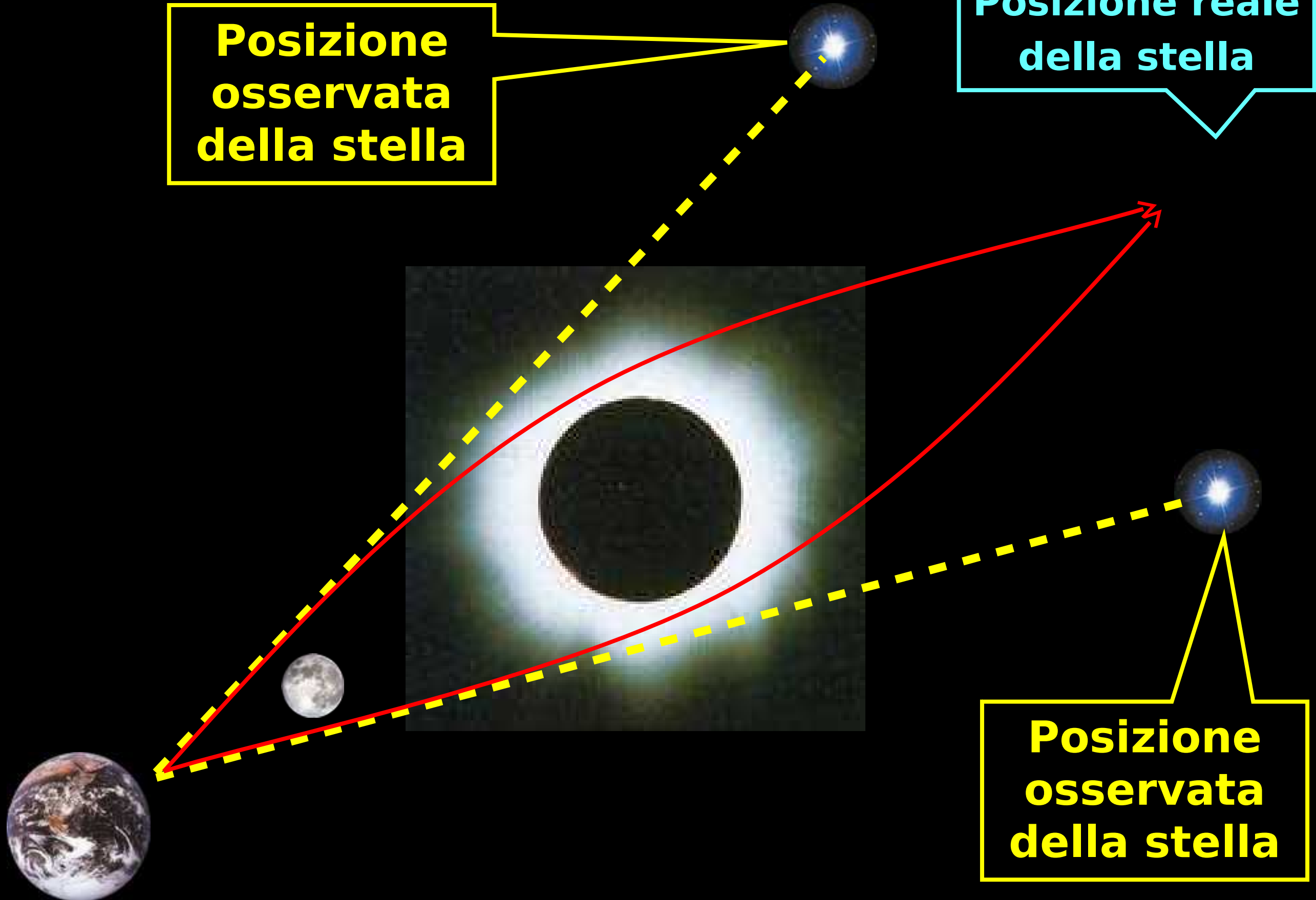
Sole

Terra



**Posizione
osservata
della stella**

**Posizione reale
della stella**



Questo effetto si chiama: **LENTE GRAVITAZIONALE** (Gravitational Lensing)



Una delle foto scattate nel **1919** da
Sir Arthur Stanley Eddington
durante l'esperimento effettuato a São Tomé in Africa

LENTI GRAVITAZIONALI



Simulazione al computer di una galassia che transita dietro a un buco nero.

LENTI GRAVITAZIONALI

Osserviamo alcune immagini ottenute con potenti telescopi

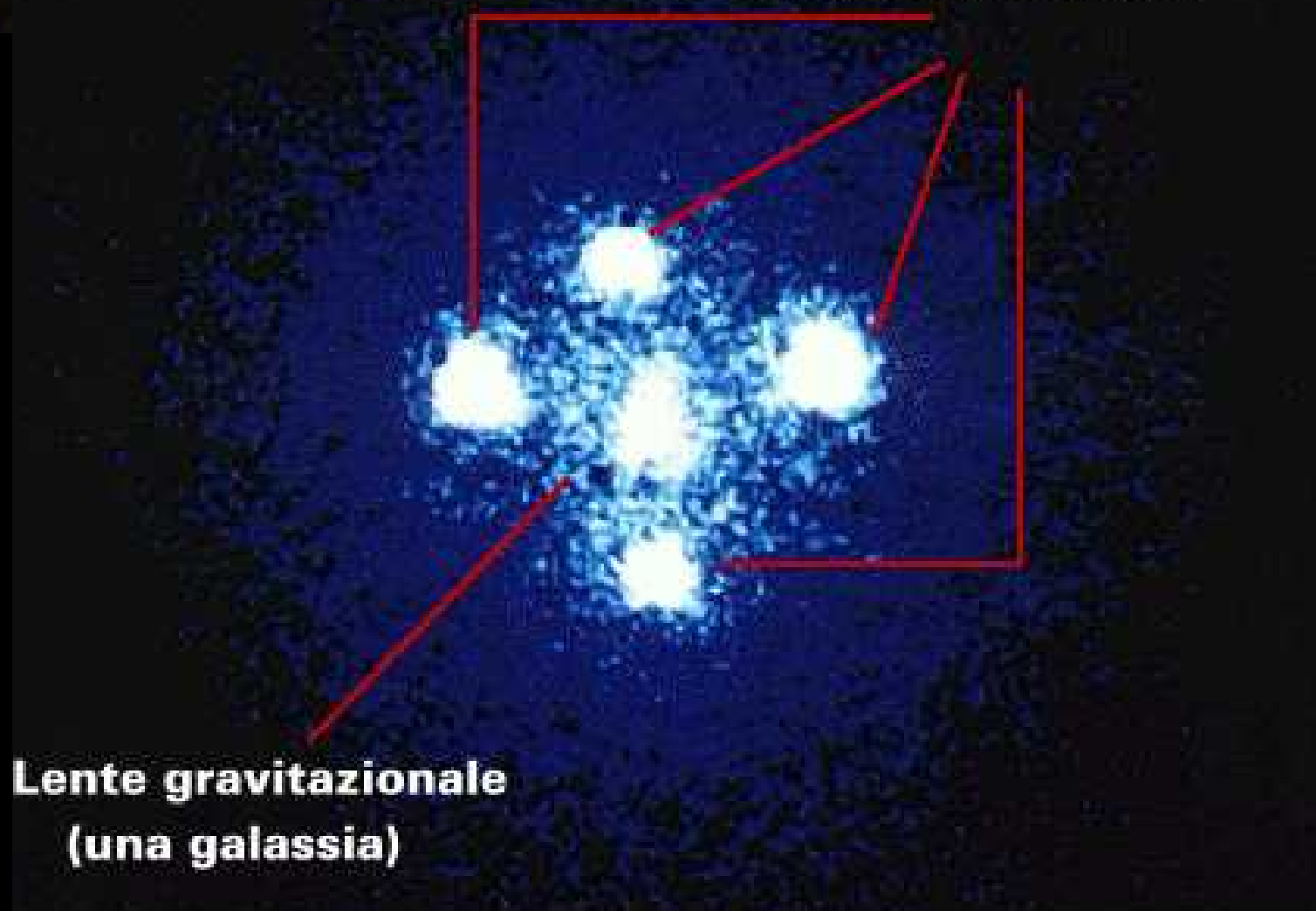
quattro immagini virtuali

La croce di Einstein



Galassia distante 400
ml di anni luce che
rende visibile in 4
immagini un quasar
posto dietro a 8
miliardi di anni luce

Quattro immagini apparenti
di un unico quasar

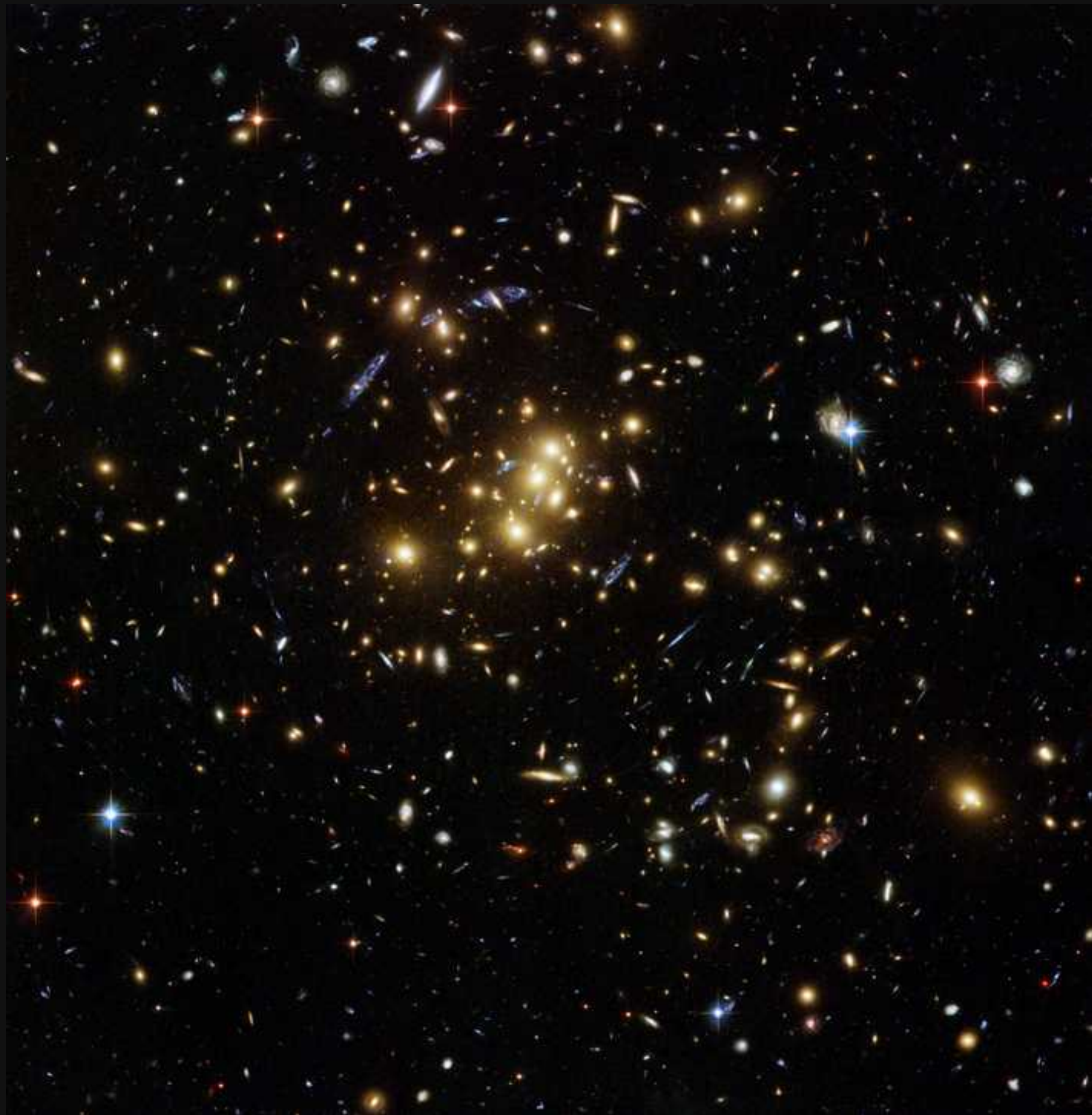


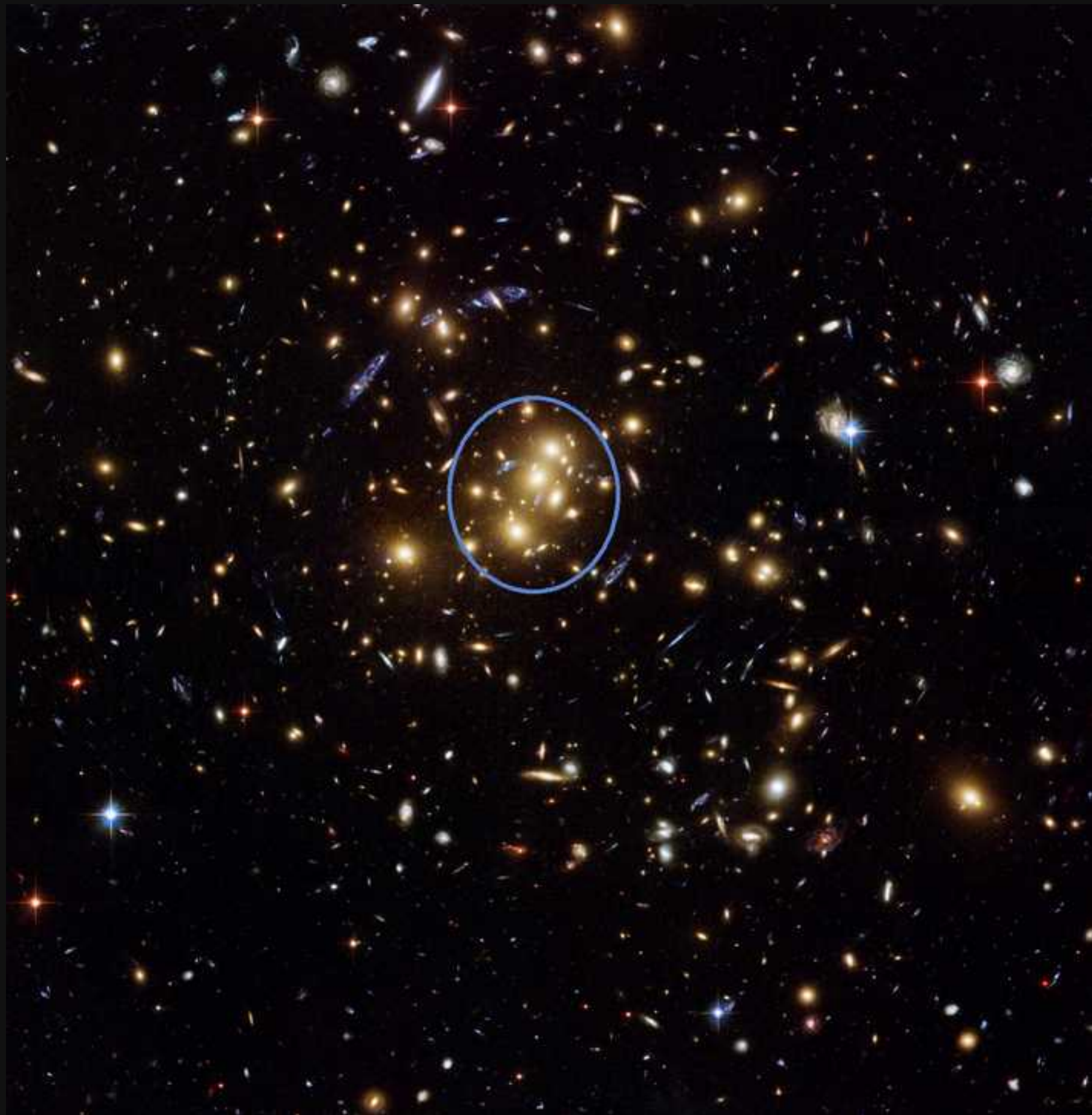
Lente gravitazionale
(una galassia)

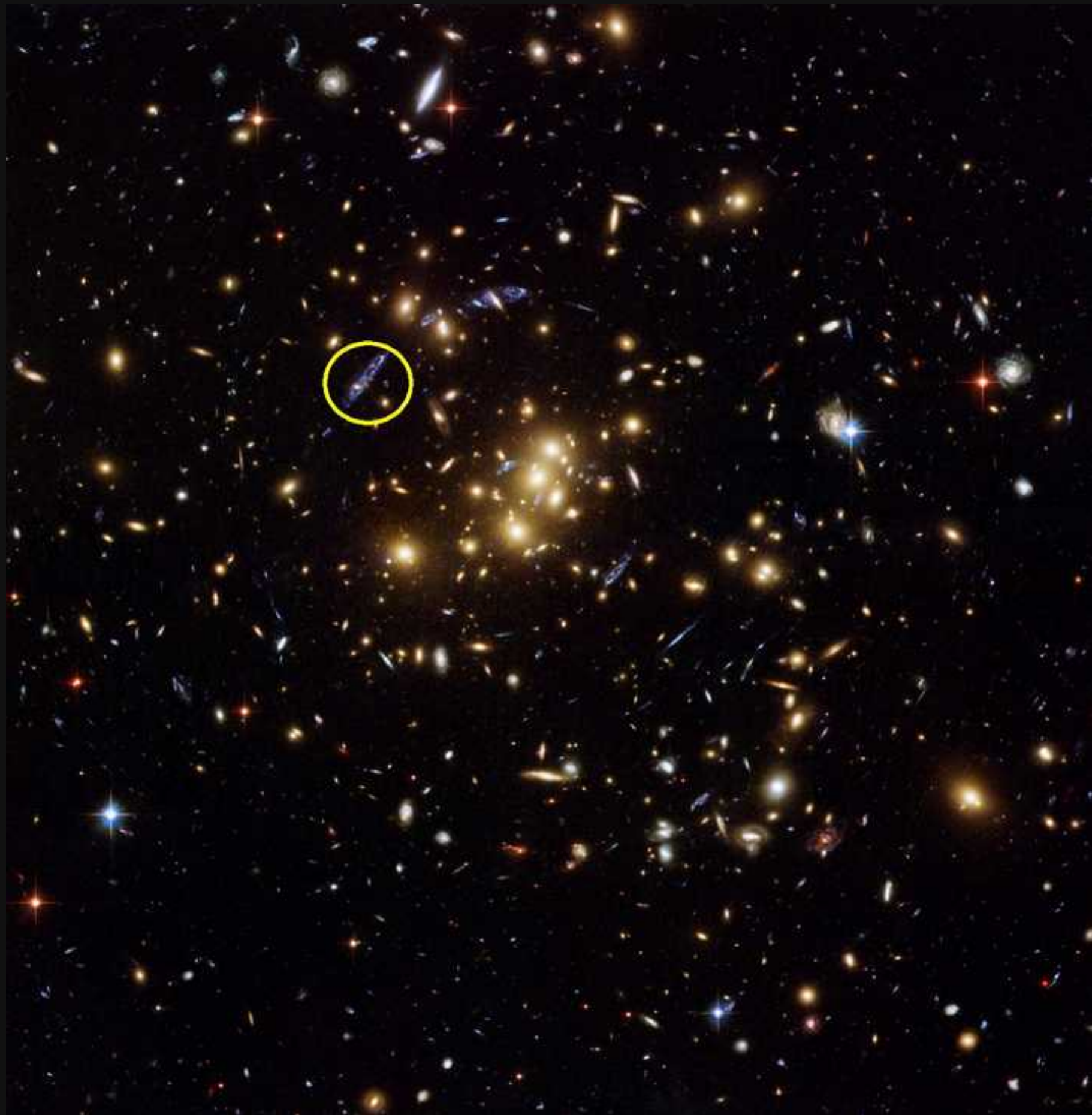
sei immagini virtuali

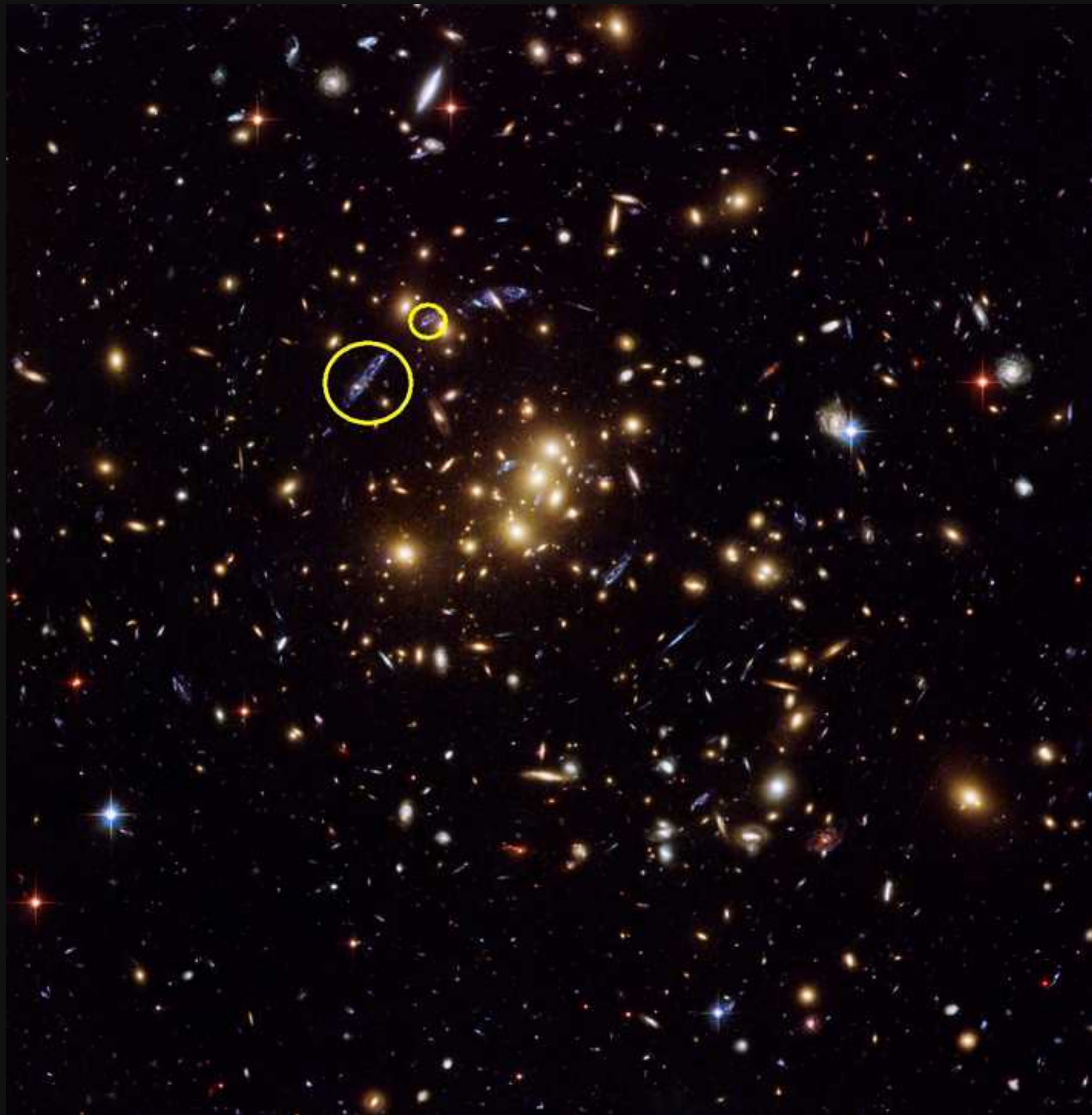
cluster CL0024+1654

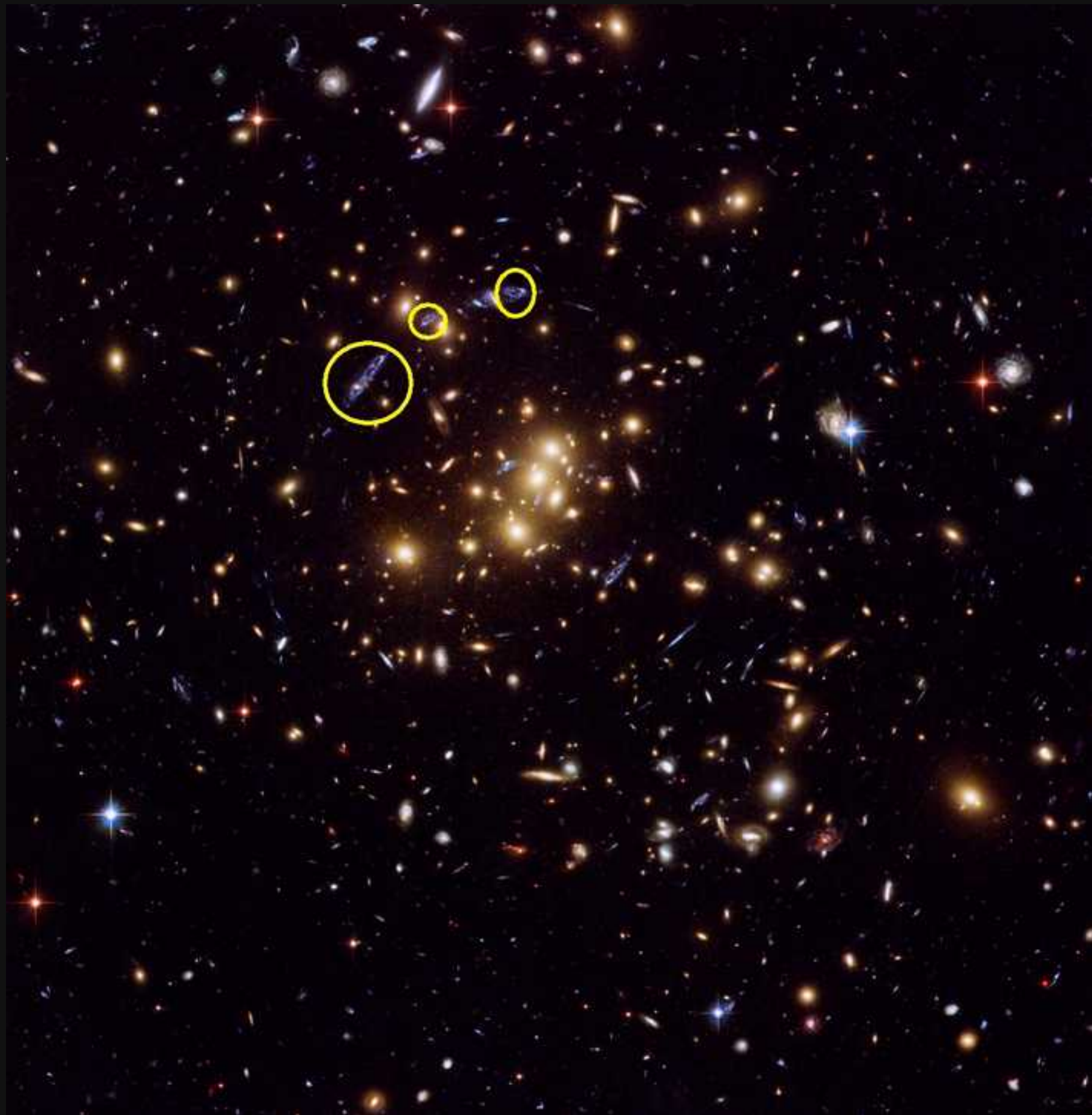


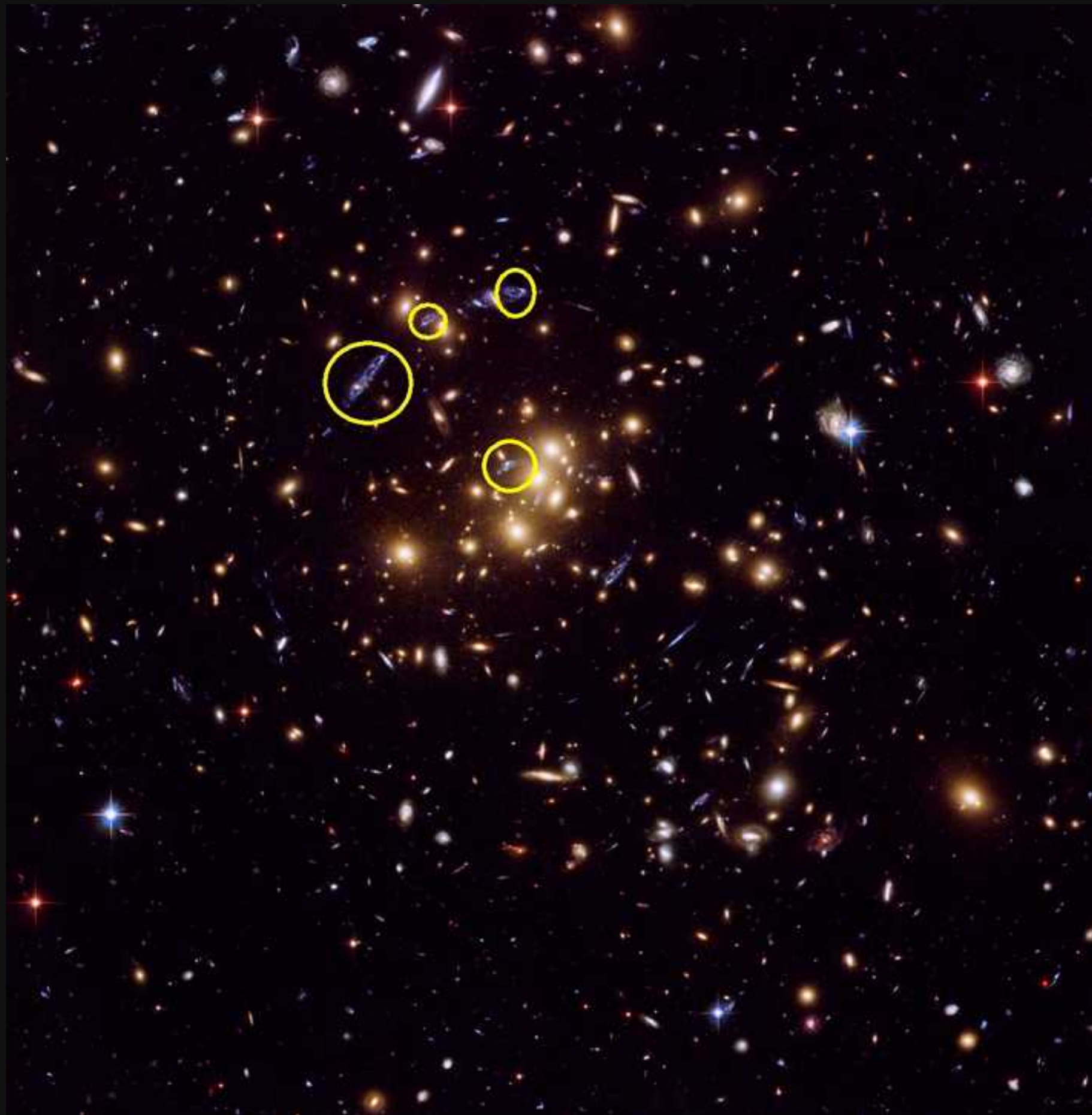


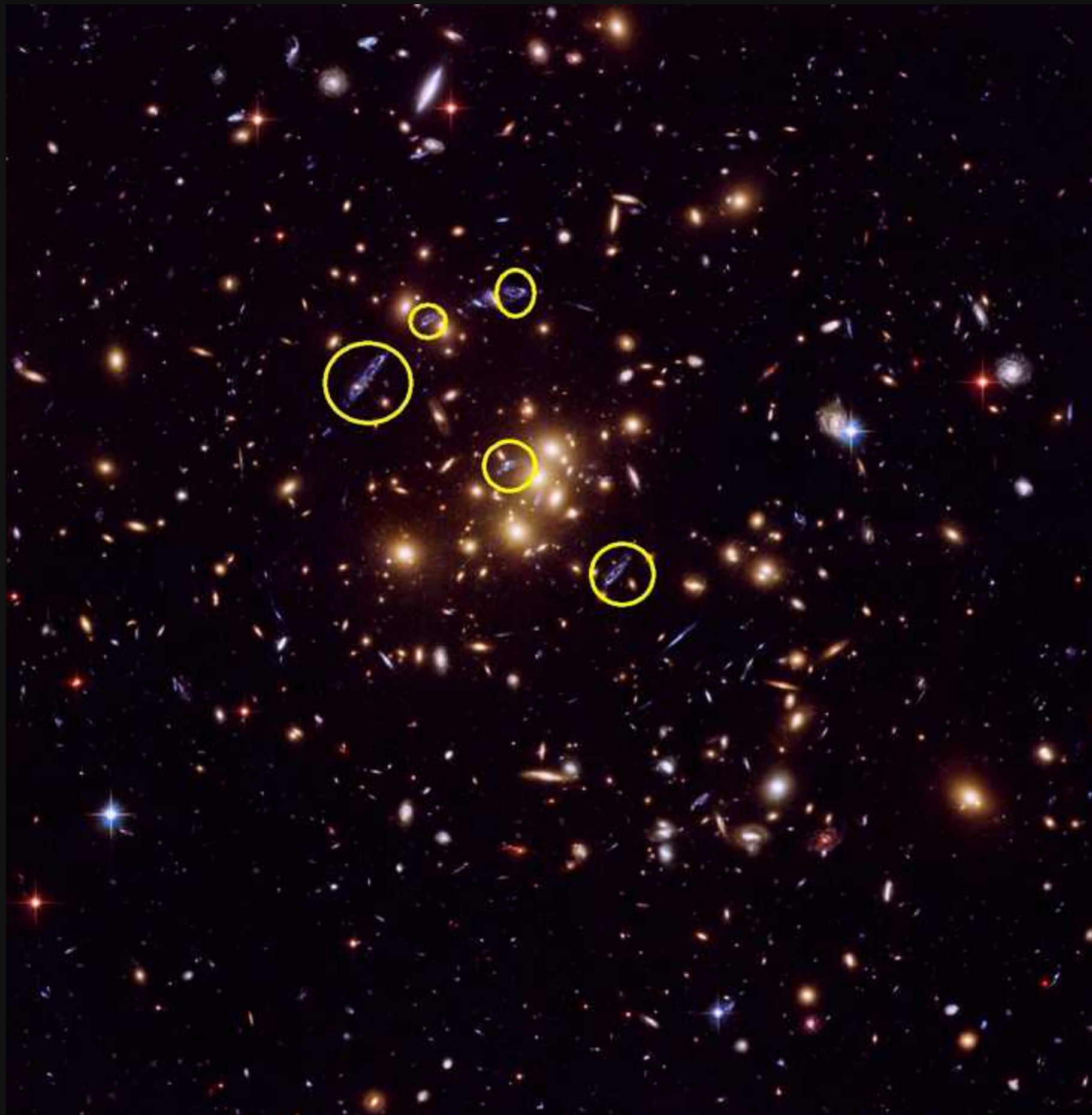












Il problema della materia oscura ...



Altri effetti delle lenti
gravitazionali:

sottili archi luminosi

Lenti gravitazionali nell'ammasso di galassie Abell 1689;
gli effetti della lente sono dei sottili archi luminosi

Gravitational Lens in Galaxy Cluster Abell 1689

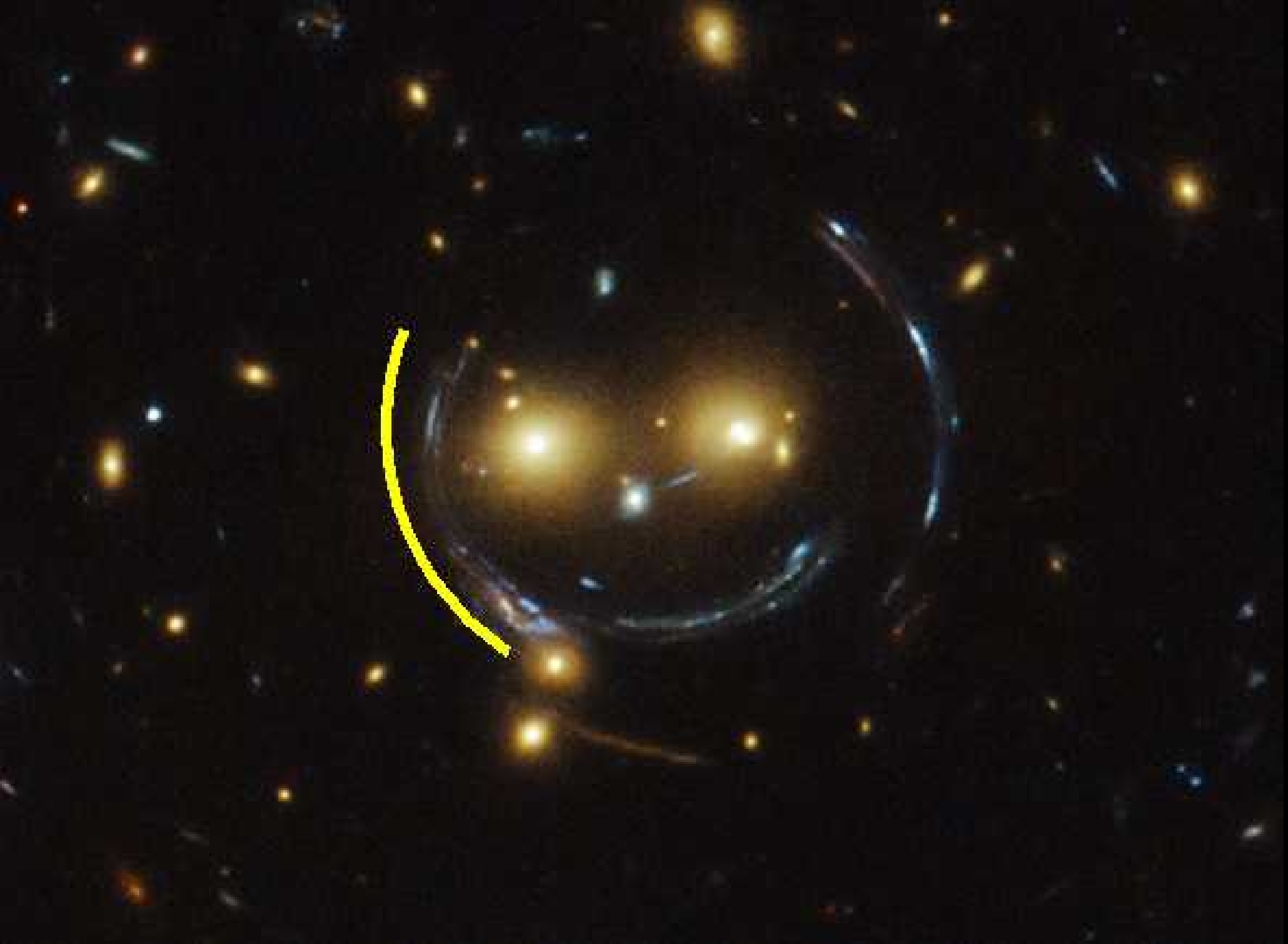


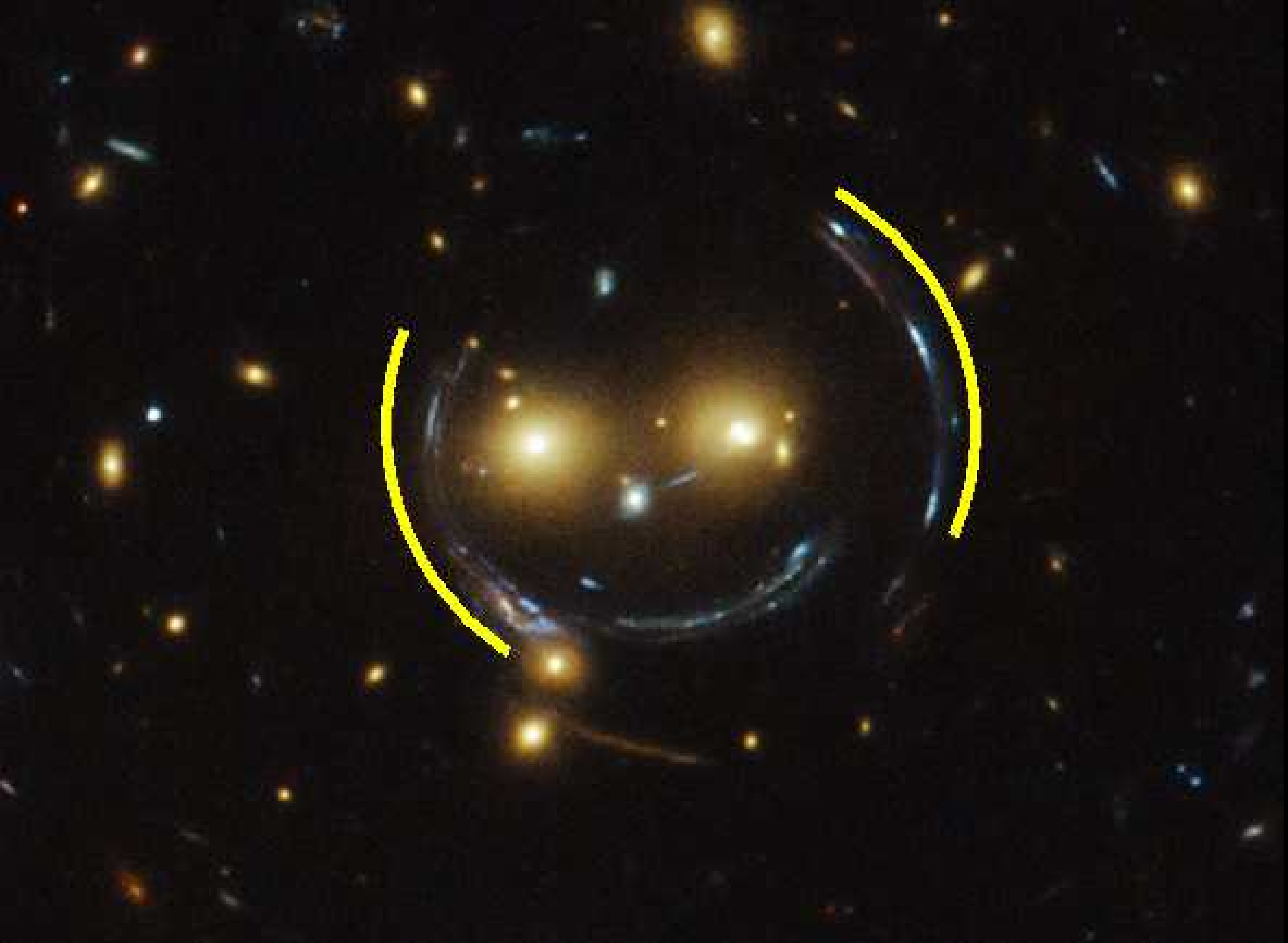
HUBBLESITE.org

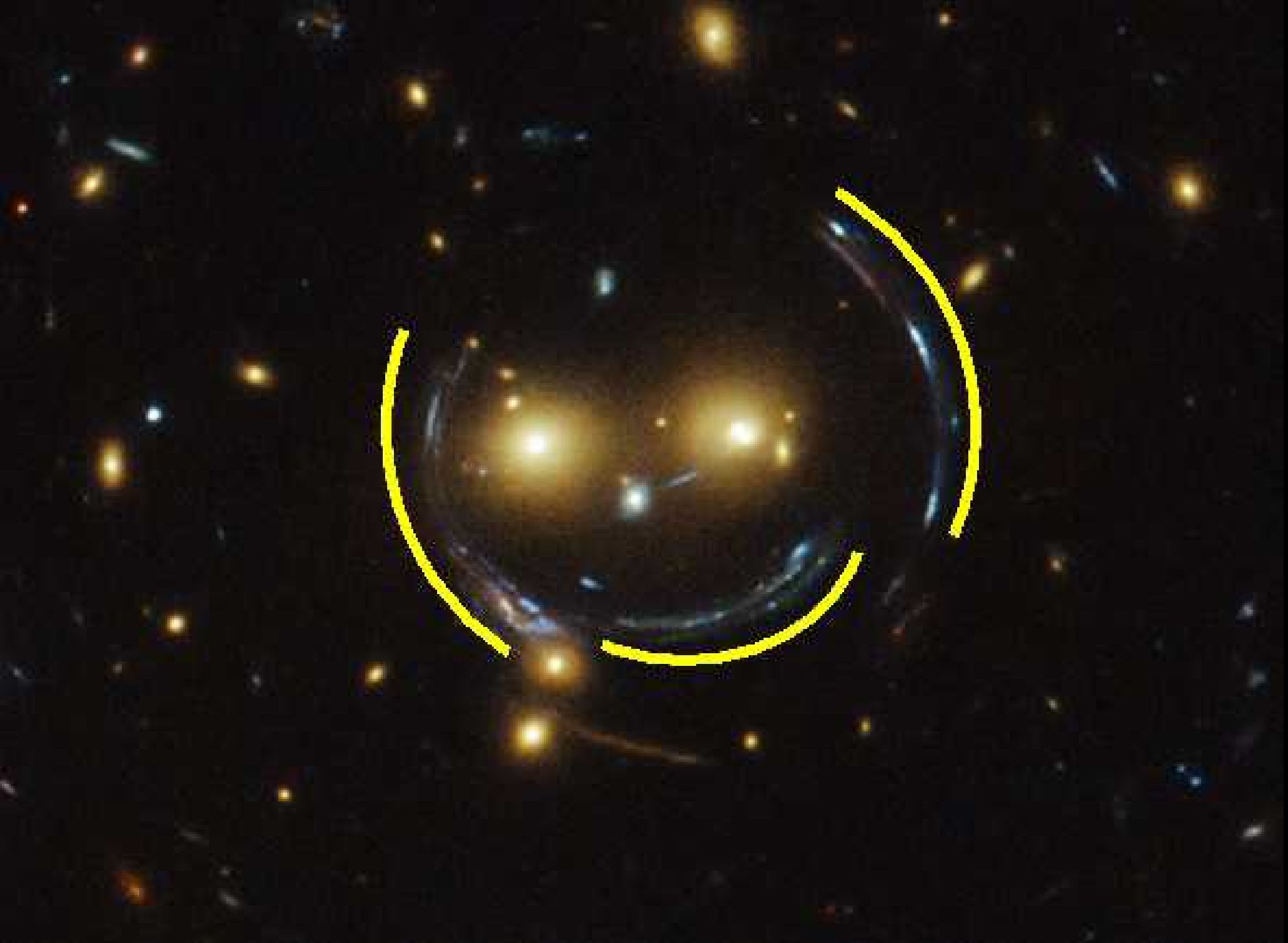
Lo stregatto ...









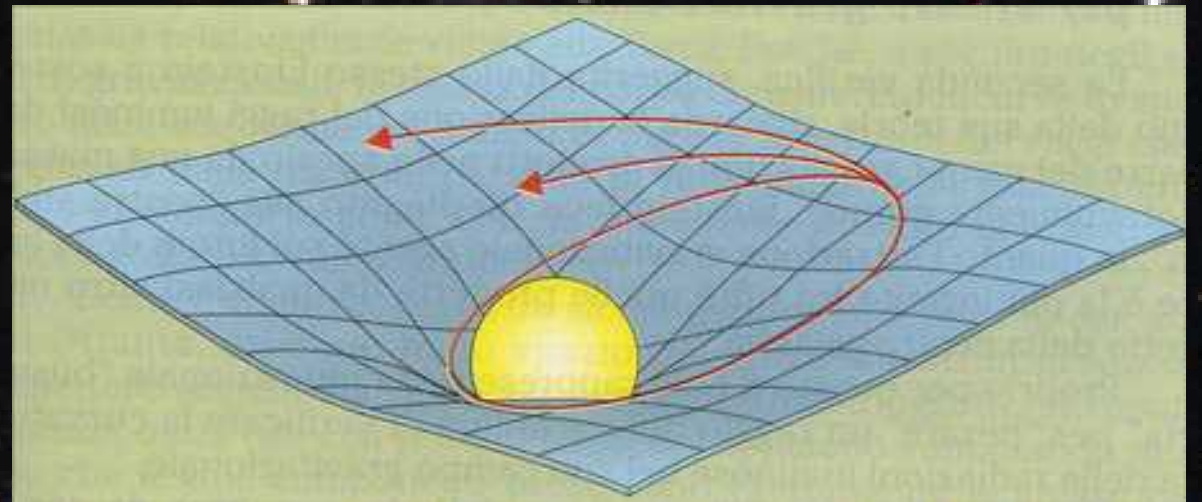




La relatività generale di Albert Einstein

In presenza di una grande massa (Sole, Terra, ecc.):

lo spazio si incurva e ...



il tempo scorre più lentamente!



Riassumiamo le correzioni da apportare agli orologi

Relatività ristretta – un orologio a bordo di un satellite che corre a 8 Km/s, registrerà una differenza di orario rispetto a uno che sta fermo di:

$-7 \mu s$ al giorno

Relatività generale – un orologio a bordo di un satellite che si trova a 22000 Km di distanza da una grande massa come la Terra registrerà una differenza di orario rispetto a un'orologio che sta a terra di:

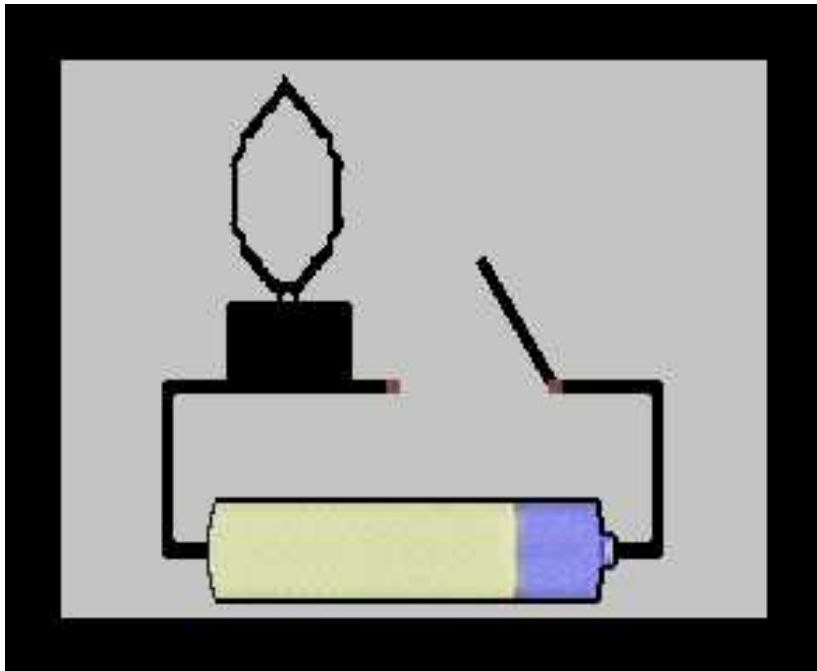
$47 \mu s$ al giorno



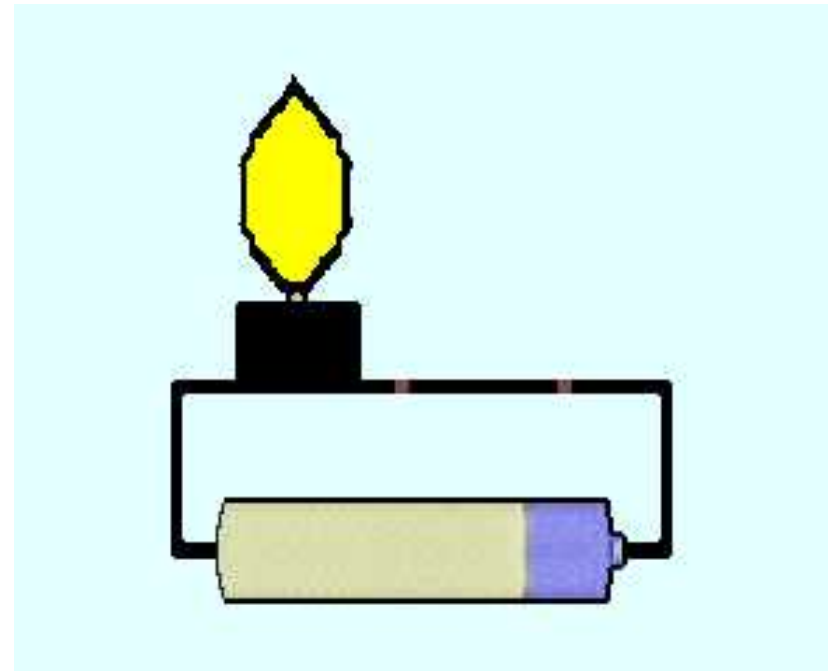
**In realtà ci sarebbero altre
correzioni da fare, ma ...**

... fermiamoci qui.

Esempio di bit



0



1

Come è fatto un Byte?

Un Byte è fatto di 8 bit

bit si scrive con la “b minuscola”

Byte si scrive con la “B maiuscola”

Un bit:



Un Byte:



Notazione decimale e notazione binaria

Cifra Decimale	Cifra Binaria	
0	0	1 posizione
1	1	2 posizioni
2	10	
3	11	3 posizioni
4	100	
5	101	4 posizioni
6	110	
7	111	
8	1000	
9	1001	
10	1010	
11	1011	
12	1100	
13	1101	
14	1110	
15	1111	

Notazione decimale e binaria

Notazione
decimale

Notazione binaria (con 8 bit si possono avere 256 combinazioni diverse)

0	0000 0000								
1	0000 0001								
2	0000 0010								
3	0000 0011								
4	0000 0100								
5	0000 0101								
6	0000 0110								
7	0000 0111								
8	0000 1000								
9	0000 1001								
...									
255	1111 1111								

Codifica di alcuni dei 256 simboli possibili

ASCII (acronimo di American Standard Code for Information Interchange, Codice Standard Americano per lo Scambio di Informazioni)

Decimale	Binario	Carattere		Decimale	Binario	Carattere
64	0100 0000	@		80	0101 0000	P
65	0100 0001	A		81	0101 0001	Q
66	0100 0010	B		82	0101 0010	R
67	0100 0011	C		83	0101 0011	S
68	0100 0100	D		84	0101 0100	T
69	0100 0101	E		85	0101 0101	U
70	0100 0110	F		86	0101 0110	V
71	0100 0111	G		87	0101 0111	W
72	0100 1000	H		88	0101 1000	X
73	0100 1001	I		89	0101 1001	Y
74	0100 1010	J		90	0101 1010	Z
75	0100 1011	K		91	0101 1011	[
76	0100 1100	L		92	0101 1100	\
77	0100 1101	M		93	0101 1101	]
78	0100 1110	N		94	0101 1110	^
79	0100 1111	O		95	0101 1111	

Per scrivere un carattere occorre un Byte

proviamo a scrivere “PAOLO”

P	80	0101 0000								
A	65	0100 0001								
O	79	0100 1111								
L	76	0100 1100								
O	79	0100 1111								

Le memorie di un computer

Memorie centrali (volatili)



Memorie esterne (es. dischi magnetici)

Memorie estraibili

Memorie magnetiche
Floppy tra il 1980 e il
2000
più o meno 1 MB

Memorie ottiche
CD = 700 MB
DVD = 4.7 GB

Memorie flash
penna USB da 16 GB

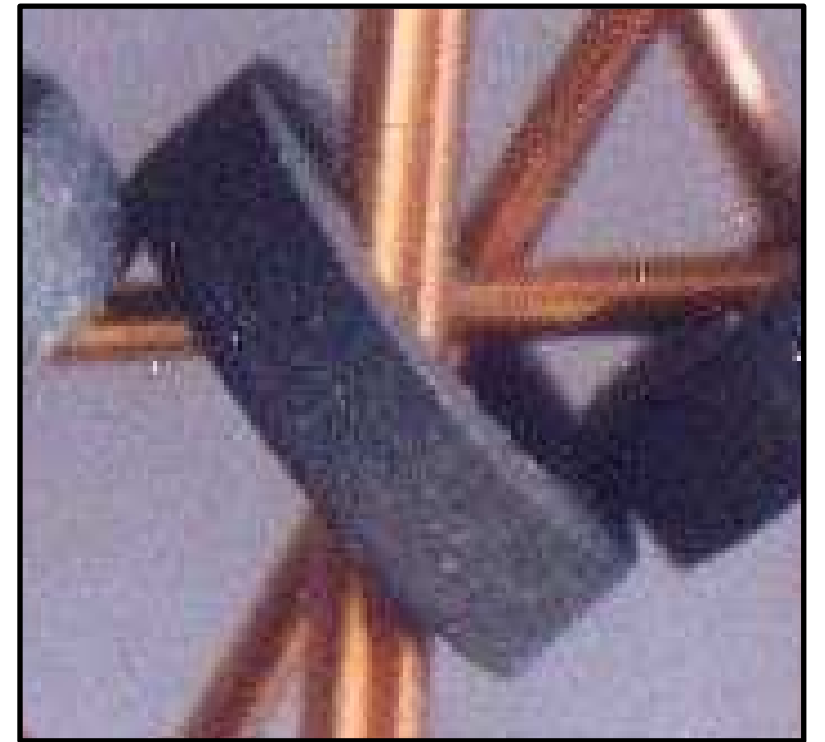
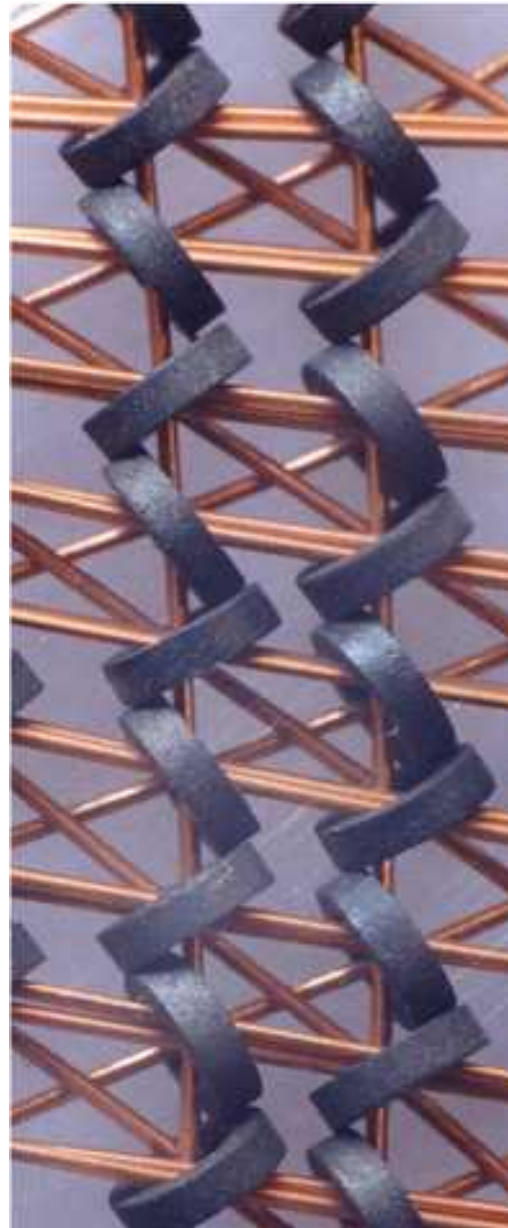
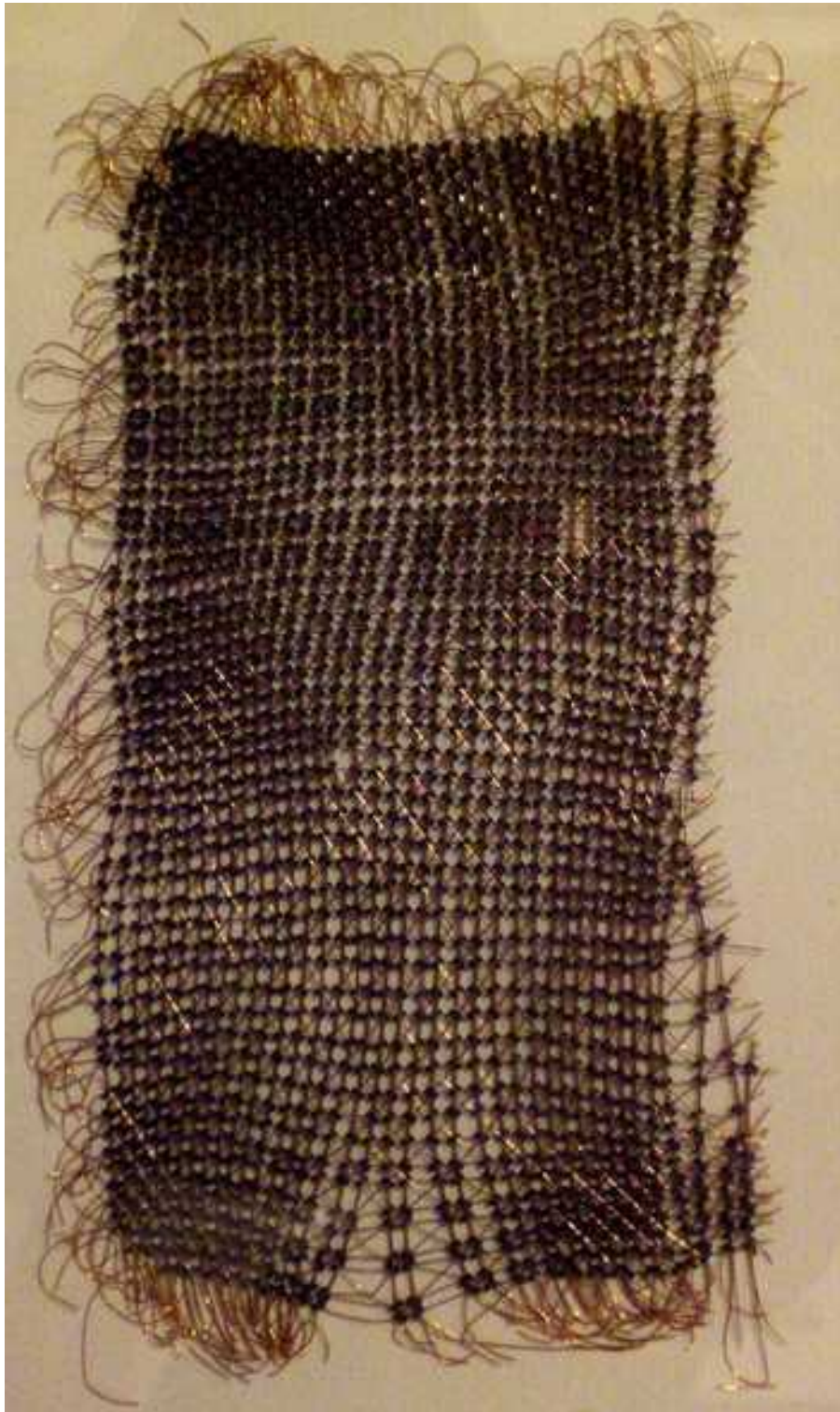


Le memorie centrali

**Le memorie centrali fino agli anni '70
erano di poche migliaia di byte e costosissime**



I bit degli anni '70

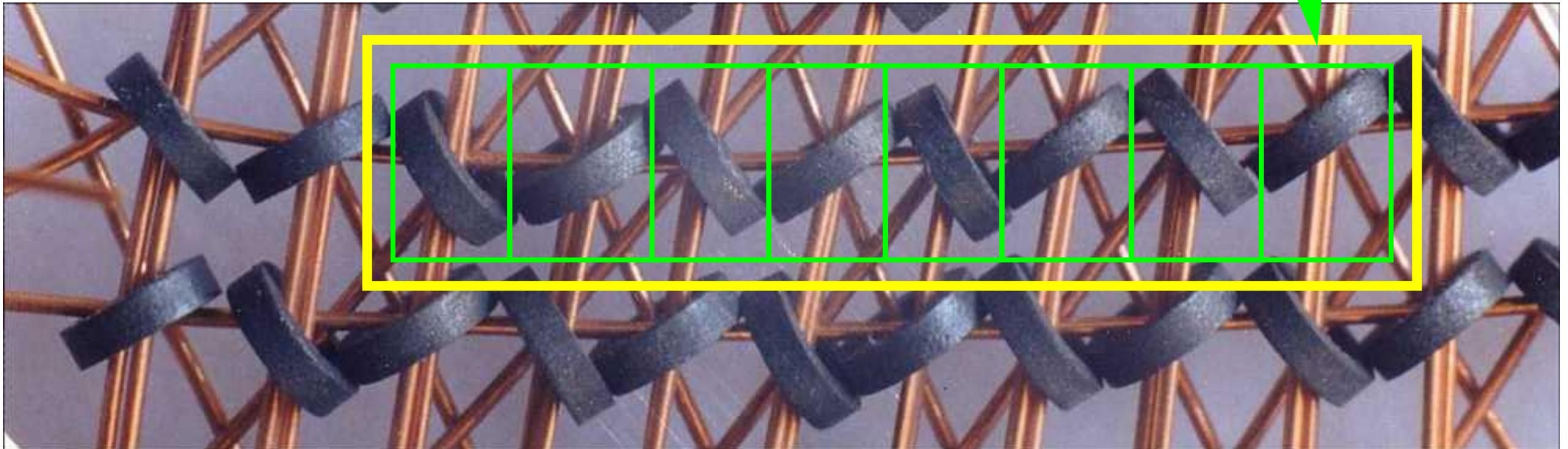


Se nel **filo scorre corrente elettrica** in un verso o in quello contrario i nuclei si comportano come magneti con polarità **sud-nord** o **nord-sud**.

I nuclei di ferrite

**1 Byte = 8
bit**

1 bit



memorie a nuclei di ferrite

Domanda: cosa si può scrivere con 3200 bit, ovvero 400 byte?

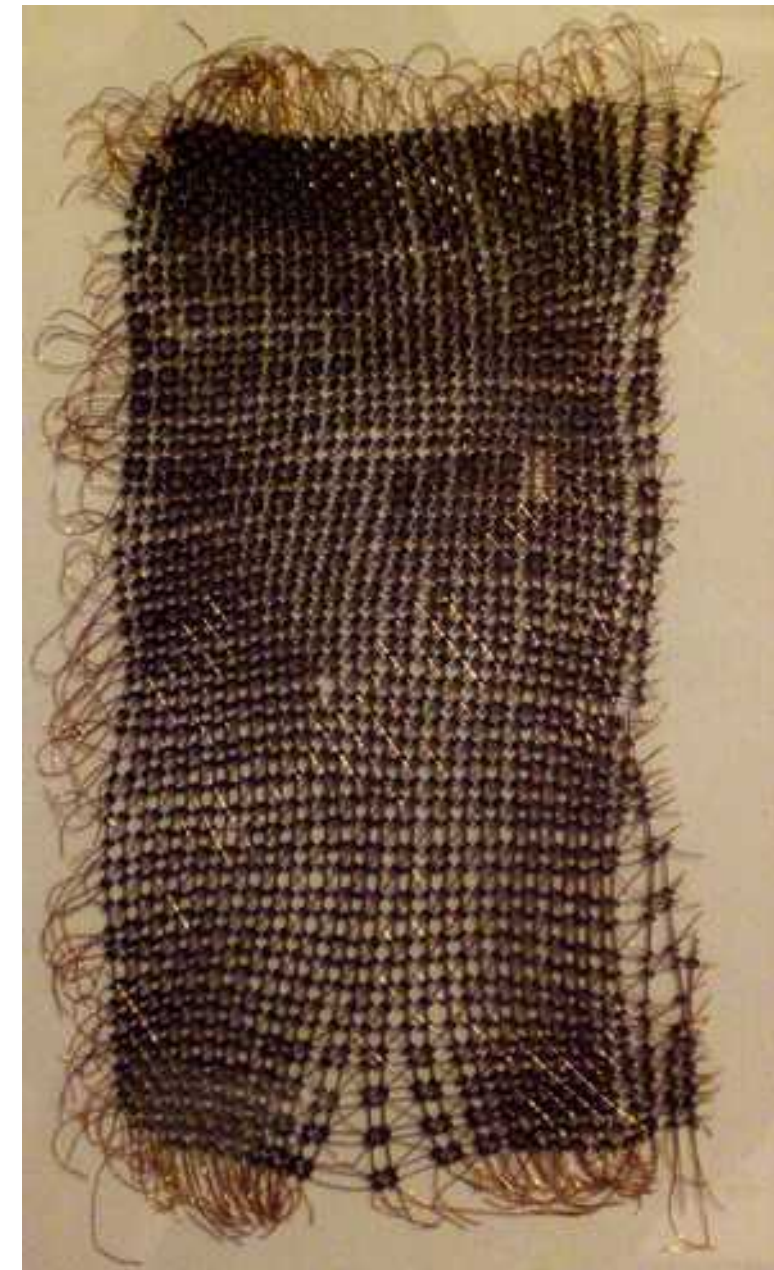
Risposta: un testo di 400 caratteri (70 parole)

LA LOCOMOTIVA

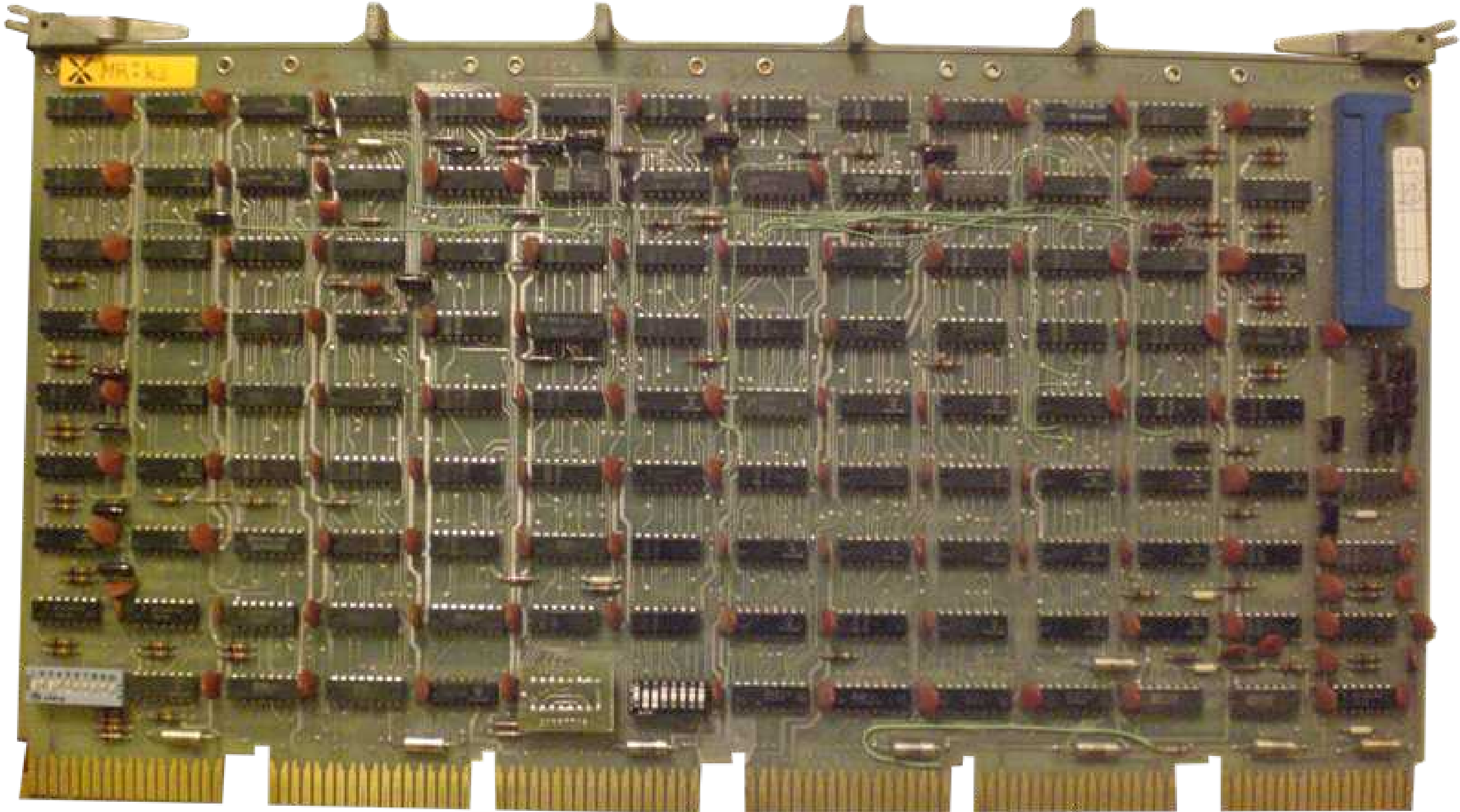
Francesco Guccini

Non so che viso avesse, neppure come si chiamava,
con che voce parlasse, con quale voce poi cantava,
quanti anni avesse visto allora, di che colore i suoi capelli,
ma nella fantasia ho l'immagine sua:
gli eroi son tutti giovani e belli,
gli eroi son tutti giovani e belli,
gli eroi son tutti giovani e belli...

Conosco invece l'epoca dei fatti, qual' era il suo mestiere:

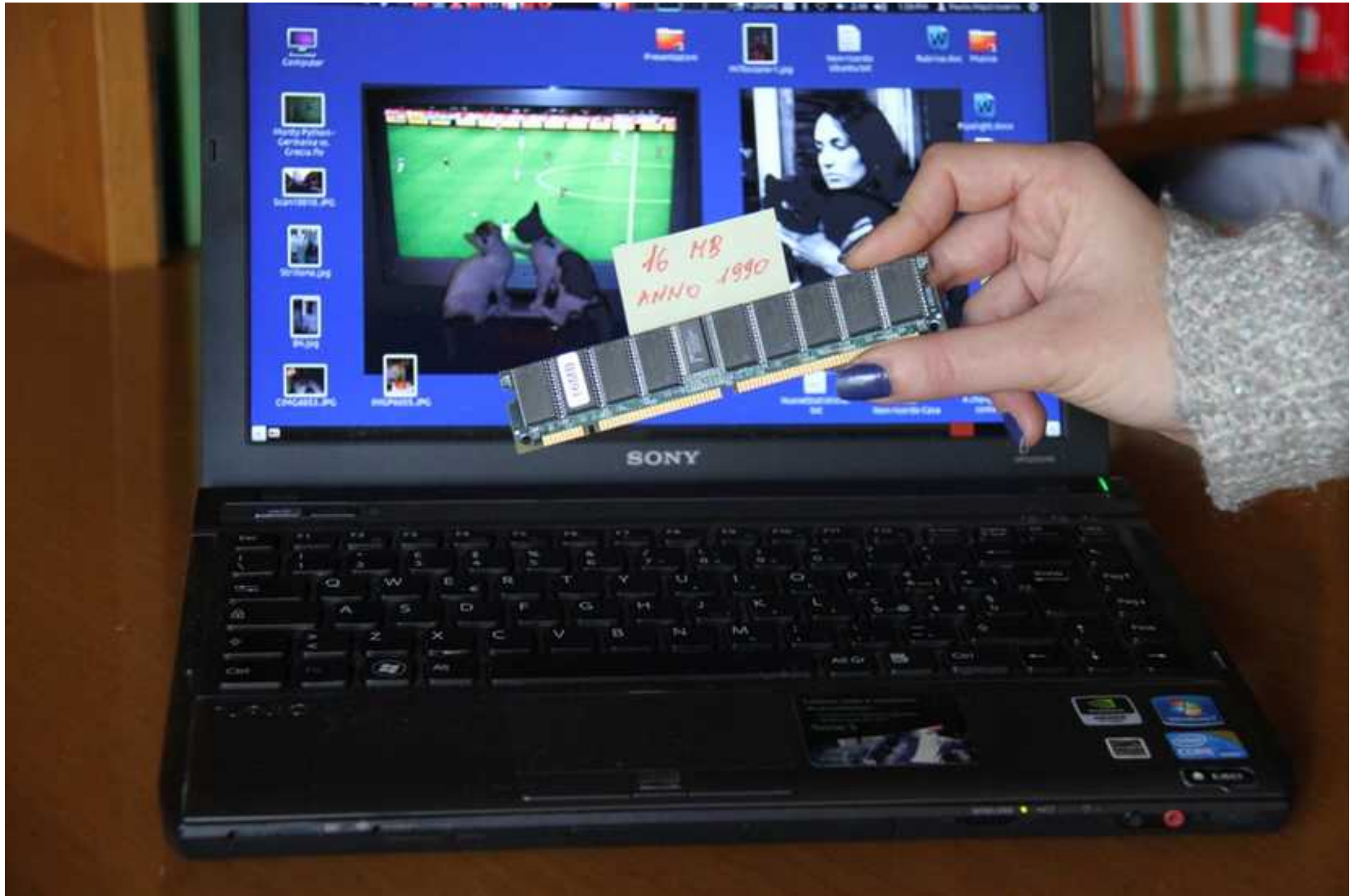


1 MB RAM del VAX



Costava nove milioni di lire!

Anni '80: 16 MB RAM



Anni '90: 128 MB RAM

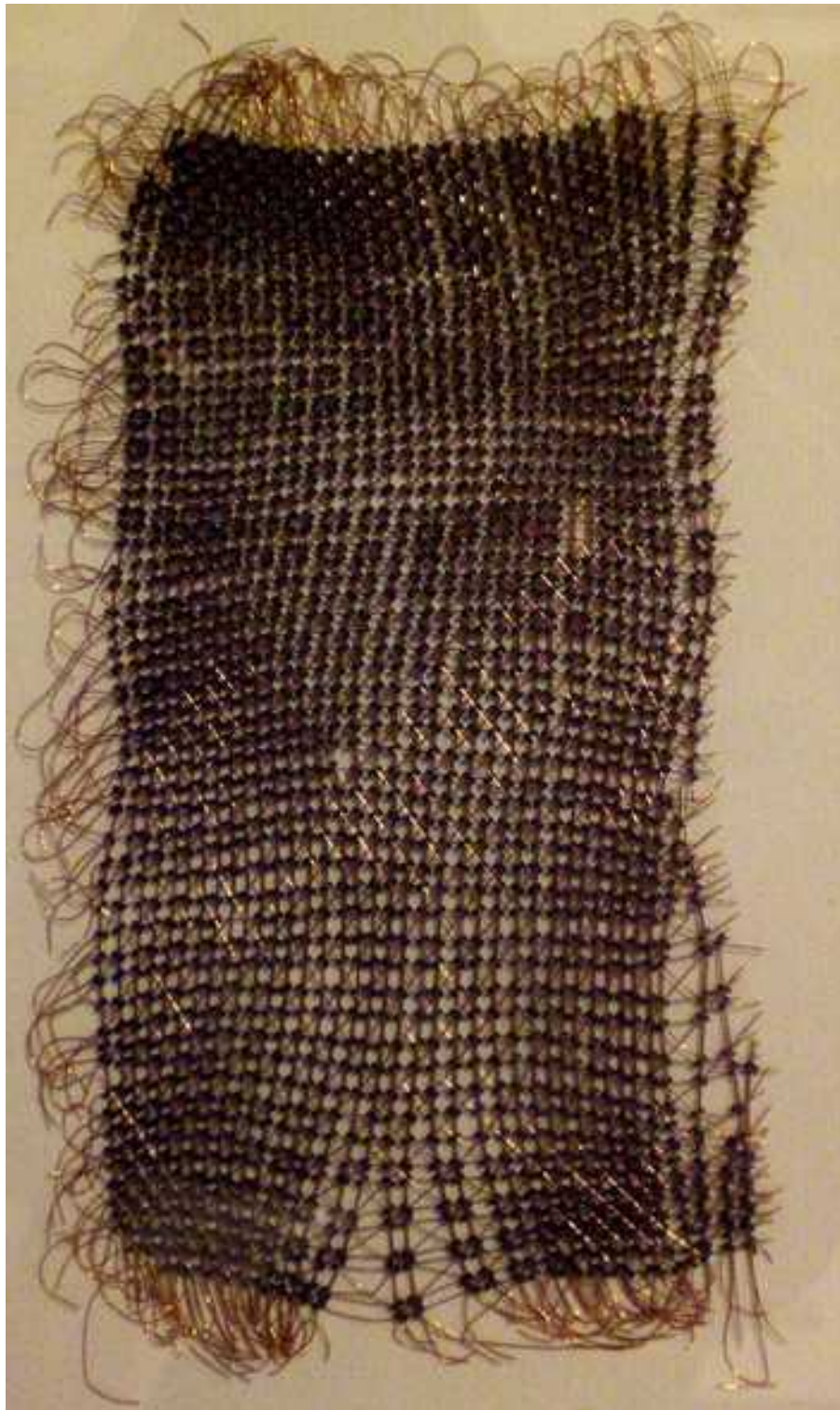


Anni 2000: 1 GB RAM

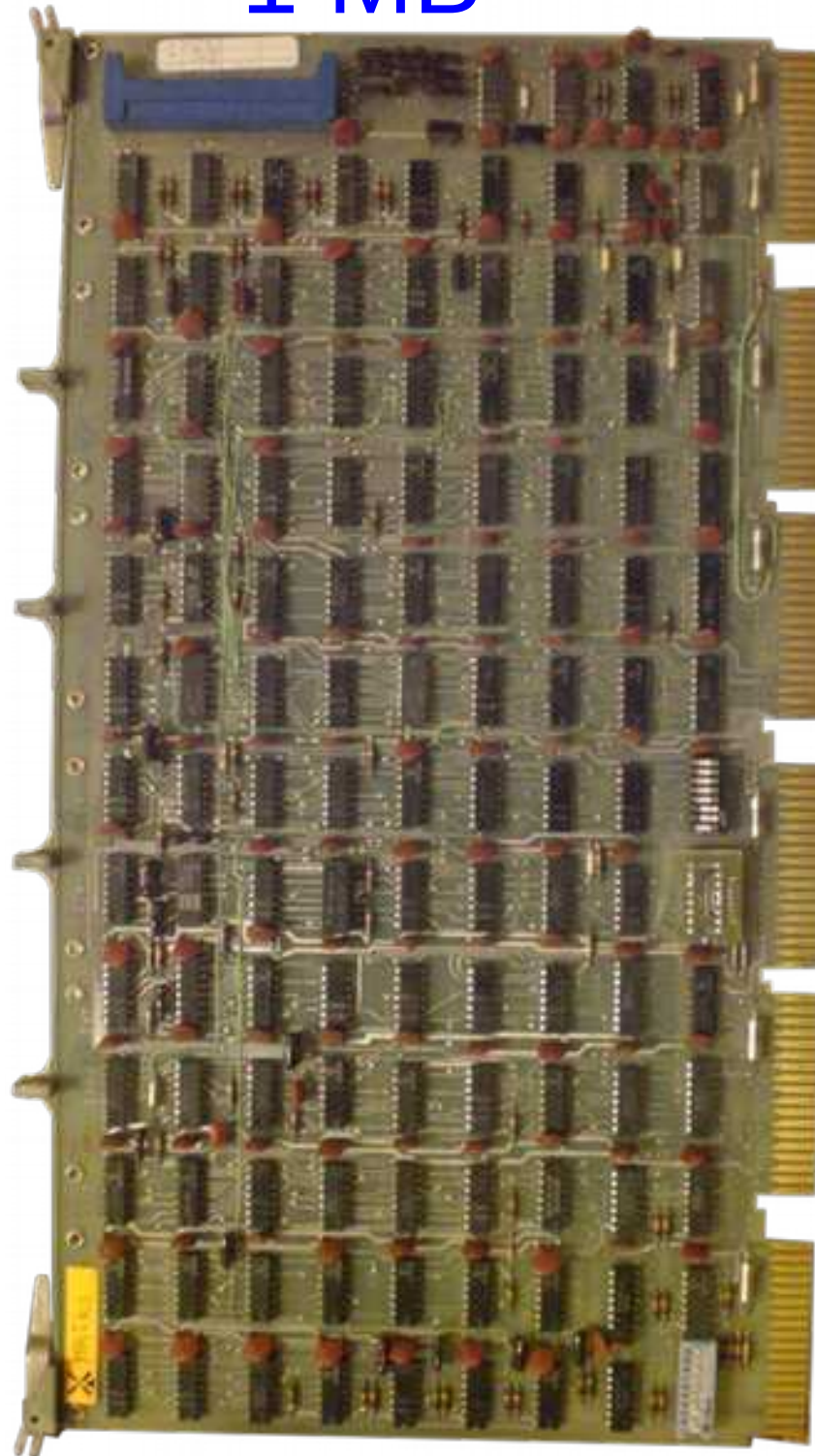


... riassumendo, dagli anni '70 a oggi

400 Byte



1 MB



16 MB



128 MB



1 GB



Le memorie esterne e/o estraibili

Domanda: cosa si può scrivere su un disco di dieci milioni di byte (10 MB)?



Disco degli anni '70

**Risposta: un video a bassa risoluzione
della durata di meno di tre minuti**



**Disco degli
anni '70**

Domanda: cosa si può scrivere su un nastro da 200 MB?

Risposta: in un
nastro di 200
MByte si possono
inserire libri pari a
un quinto di una
biblioteca di
famiglia (escluso le
immagini)



La Divina Commedia (statistiche)

gerarchia		cantiche	canti	versi	parole	caratteri
cantiche	3	—	33	4744,33	33899,33	136158,67
canti	100	—	—	142,33	1016,98	4084,76
parole	101.698	—	—	—	—	4,02
caratteri	408.476	—	—	—	—	—

Nel 1984 nasce a Fisica il Servizio Calcolo



**Il VAX 11/750-B, si chiamava
VAXNA
Costò circa 200 ML di lire.**



Dischi RA60

**Capacità:
alcune centinaia
di MB**



Anni '90: disco da 1 GB (20 ML lire)



VAX 6320



Cosa si può scrivere in un disco da 1 GB?

Tutti i libri presenti in una casa



Quali sono oggi le capacità di archiviazione dei dati?



Una biblioteca universitaria

Disco da 2 TB (2000 GB), cosa può contenere?

... riassumendo, dagli anni '70 a oggi

10 MB



200 MB



1 GB



2000 GB
(2 TB)



Domanda

**Come si dialogava
con un computer fino agli
anni '70?**

Collegamento Napoli - Milano con la GEISI



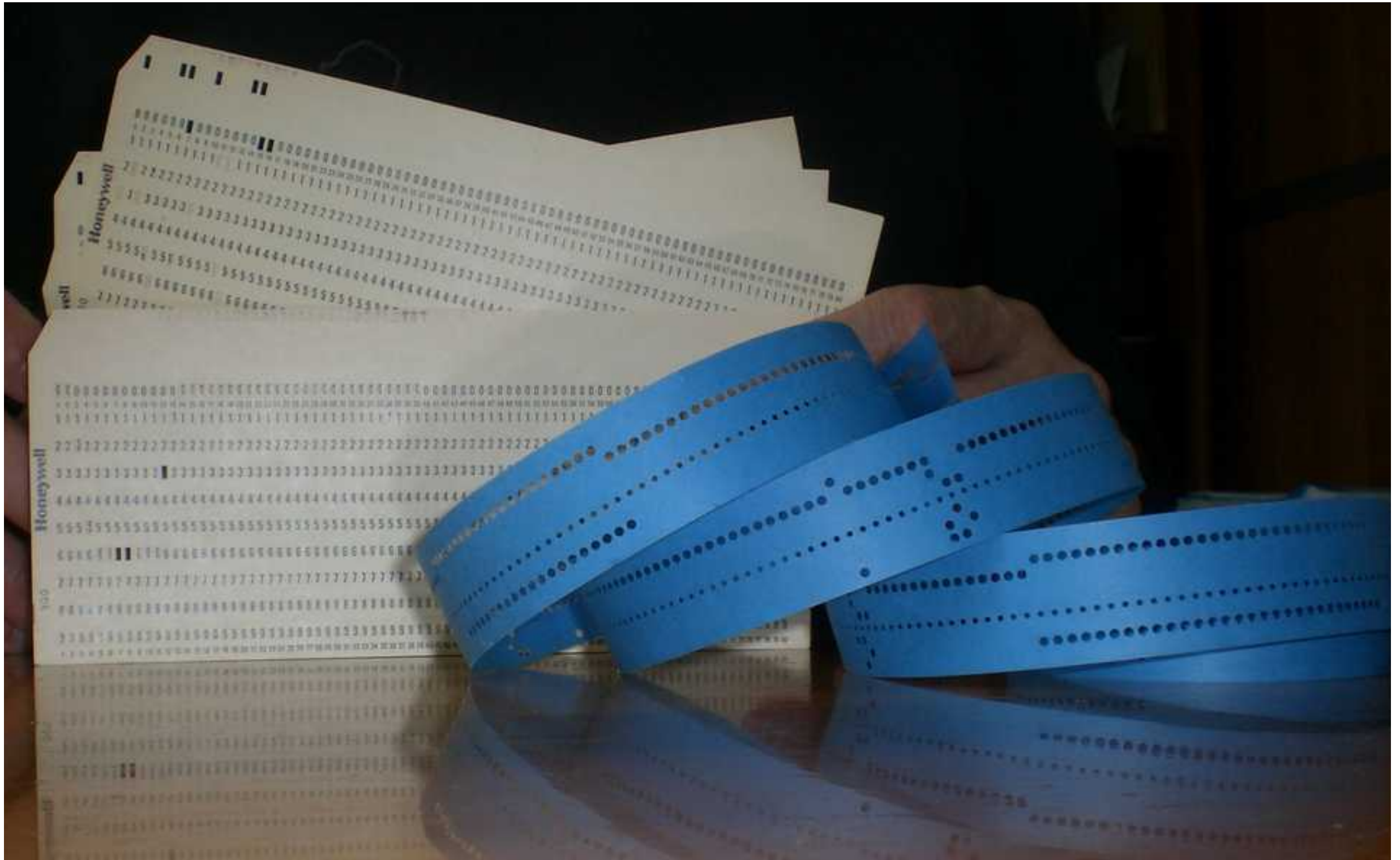
Nel 1968 **Giulio Spadaccini** si collegava con Milano alla velocità di 110 bps con una telescrivente elettromeccanica classica con lettore/perforatore di banda di carta molto simile a quella che si vede nella foto.

Dennis Ritchie e Ken Thompson

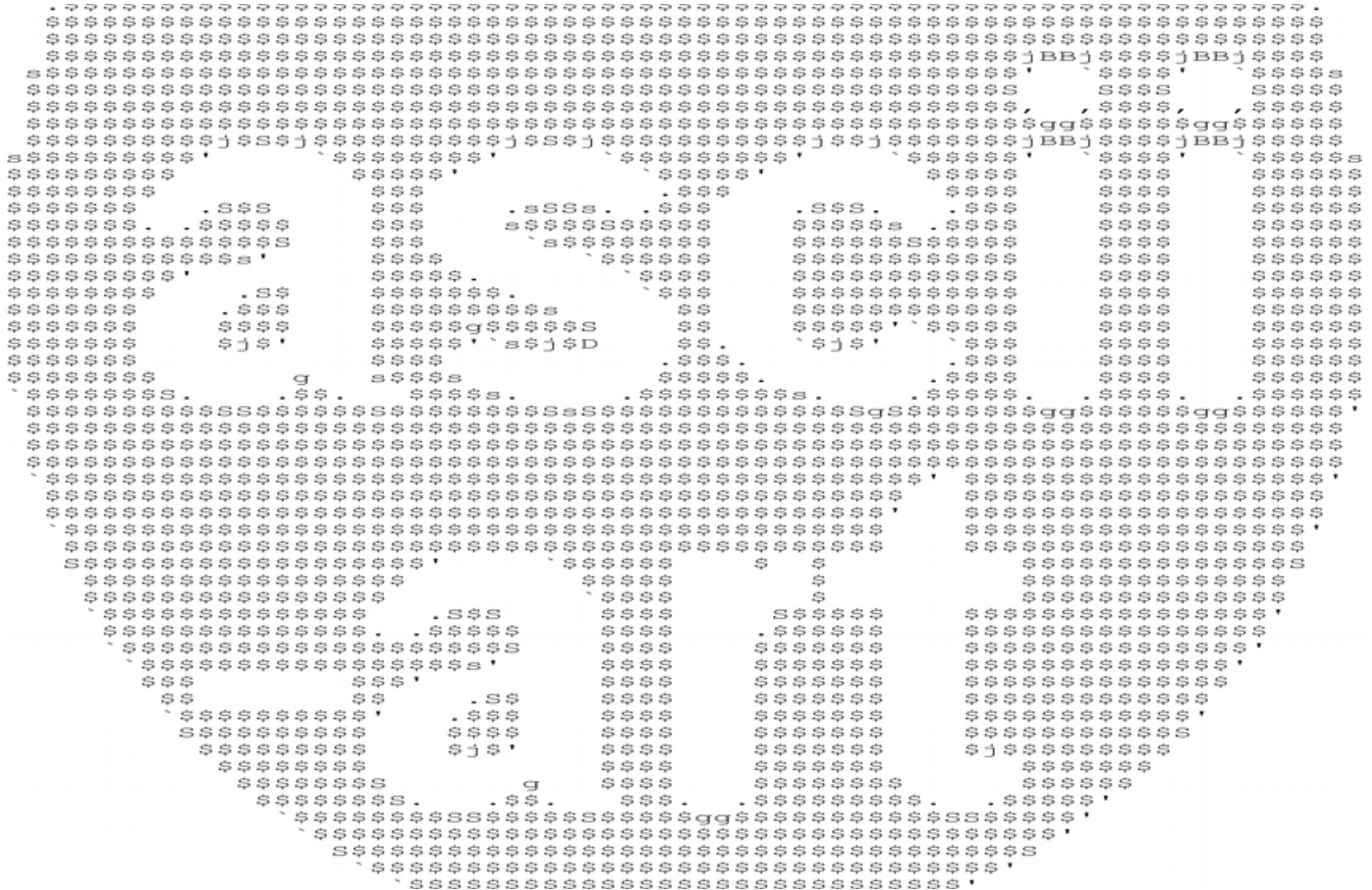


Digital PDP-7

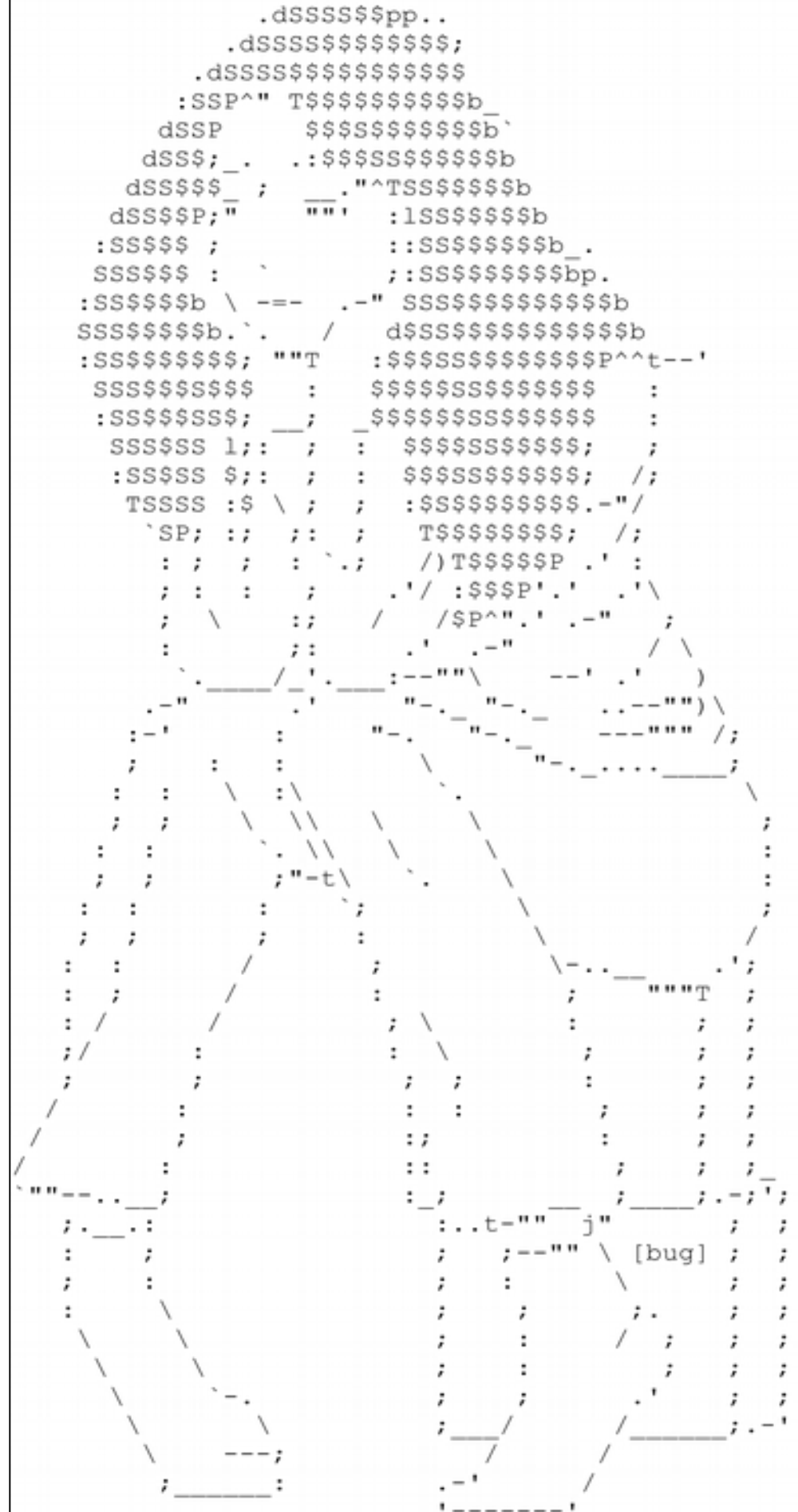
Schede e nastri perforati



Quando non esistevano le stampanti grafiche nacque la ...



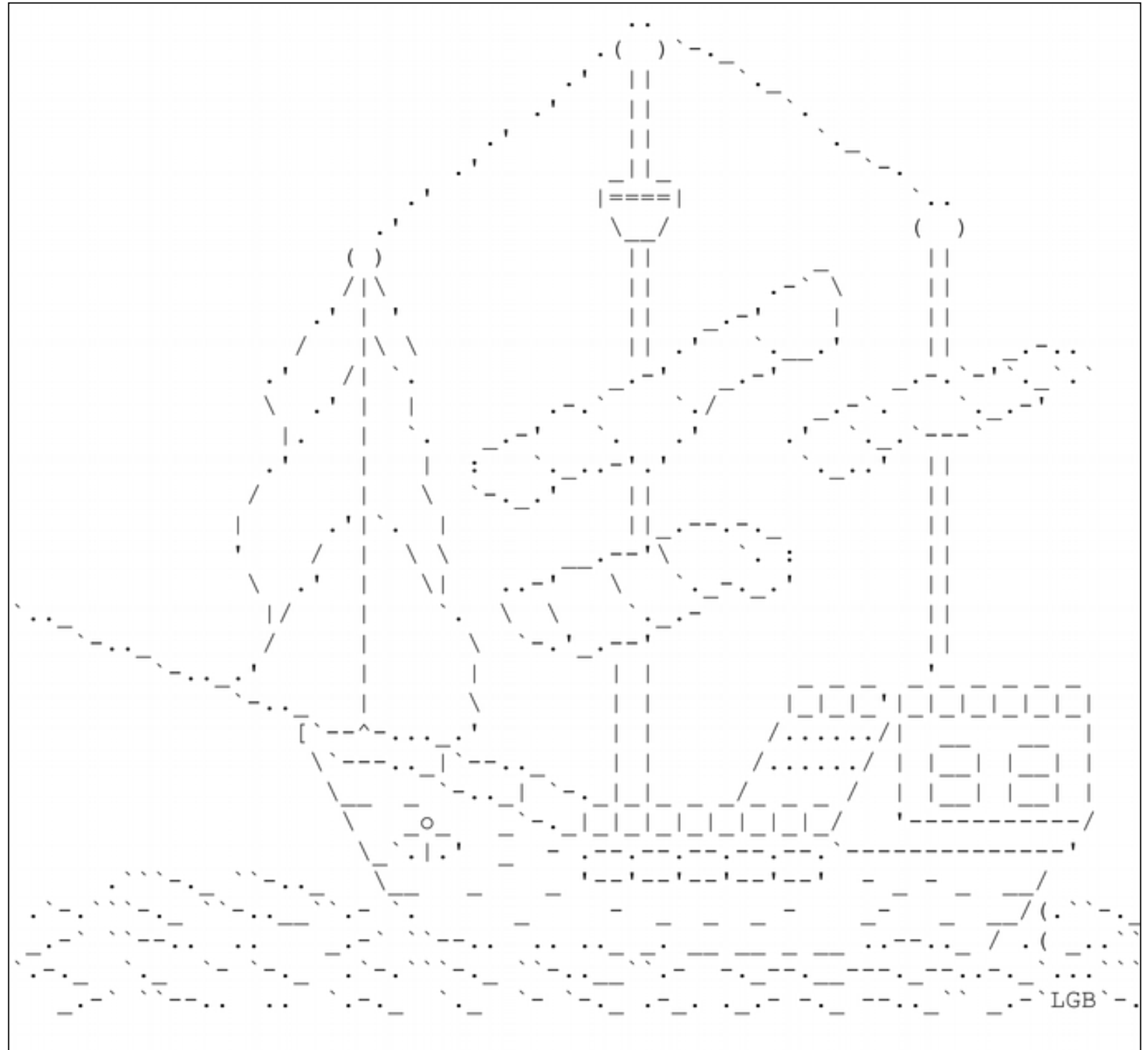
La ASCII ART



La ASCII ART



La ASCII ART



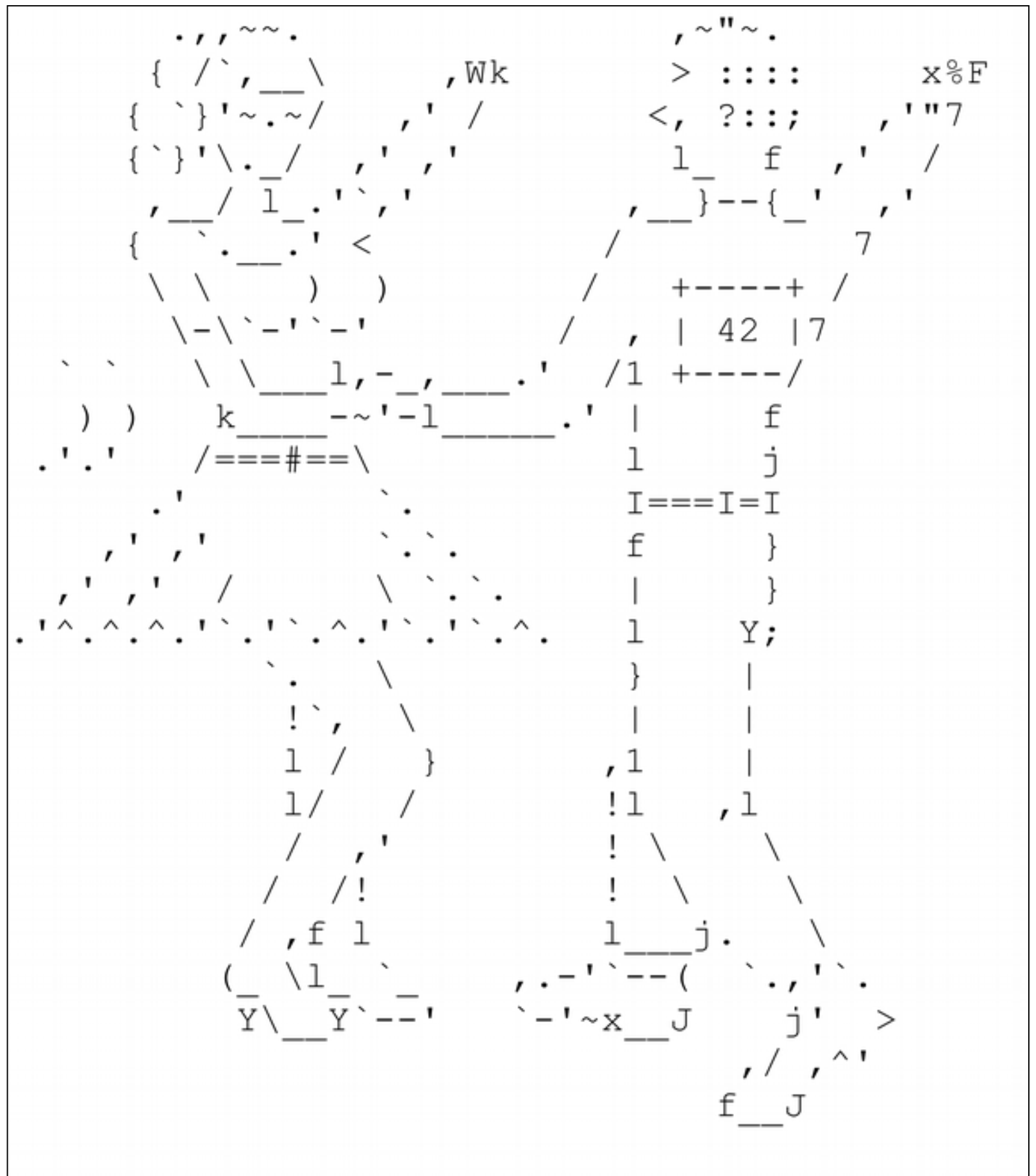
La ASCII ART

```

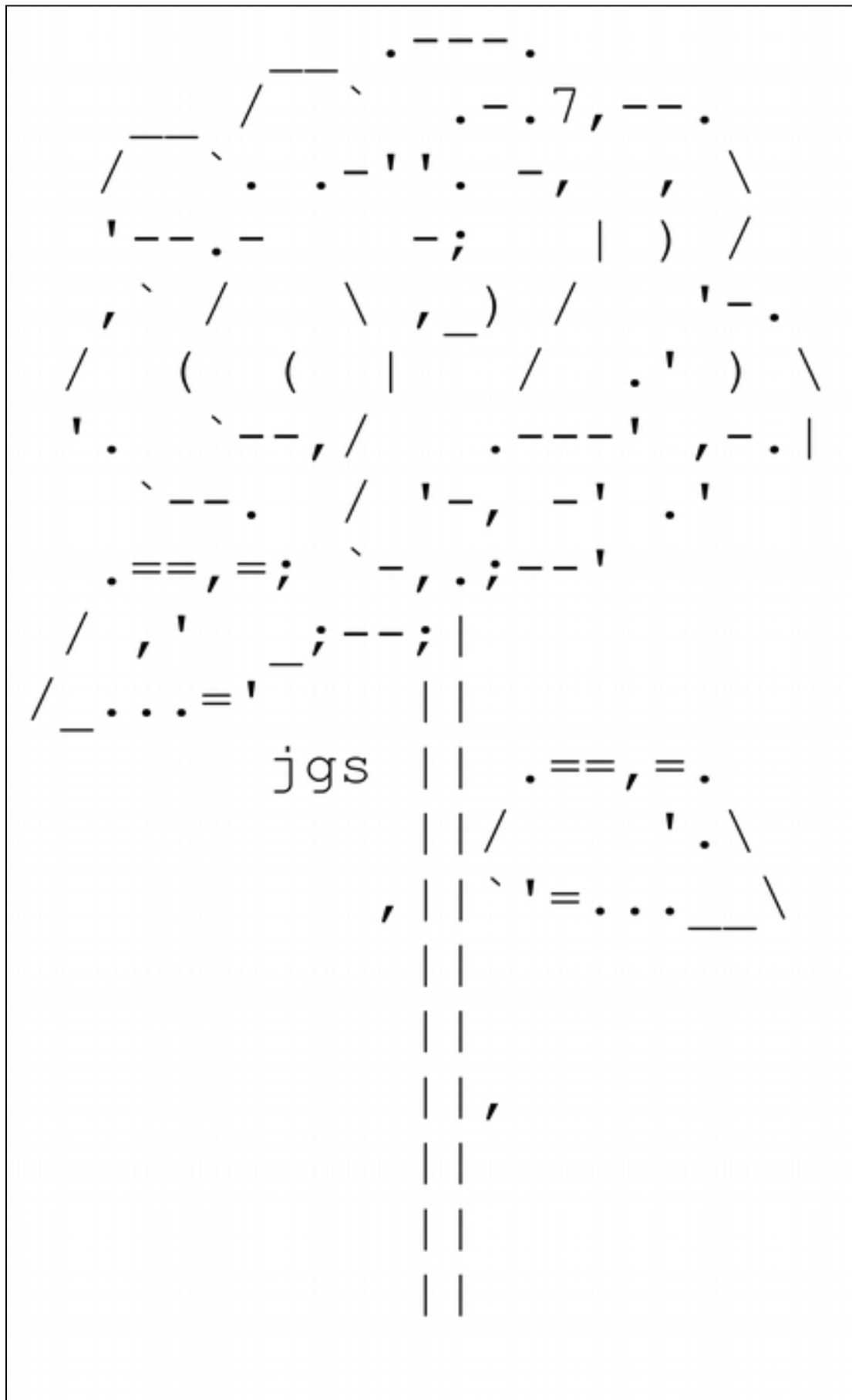
      .ed$$$F
      z$$$$$"
      4$$$$$F
      $$$$$$be.
      z" $ *c e" /
      P ' " *
      . " $ r
      F 'L 3
      $ "c .
      . ^b $
      $ *c z$*""**b. 4
      P *$P *$ 4
      F "$c *d
      F " *e. "
      G $cb "$c
      i $$$c *c
      l 3$$$$$ec $.
      o $$$$$$$$$$. "c
      9 $$$$$$$$$$c 'c
      4, *$$$$$$$$$c "c
      "$$$$$$" $ 3
      "$$ * .J $
      "$b 3r
      "$b. $
      ^*$e. $
      "$$$c ^F
      ^$$$$e. JF
      "*$$$$beee$$P

```

La ASCII ART



La ASCII ART



Alla grafica si arrivò in un secondo momento

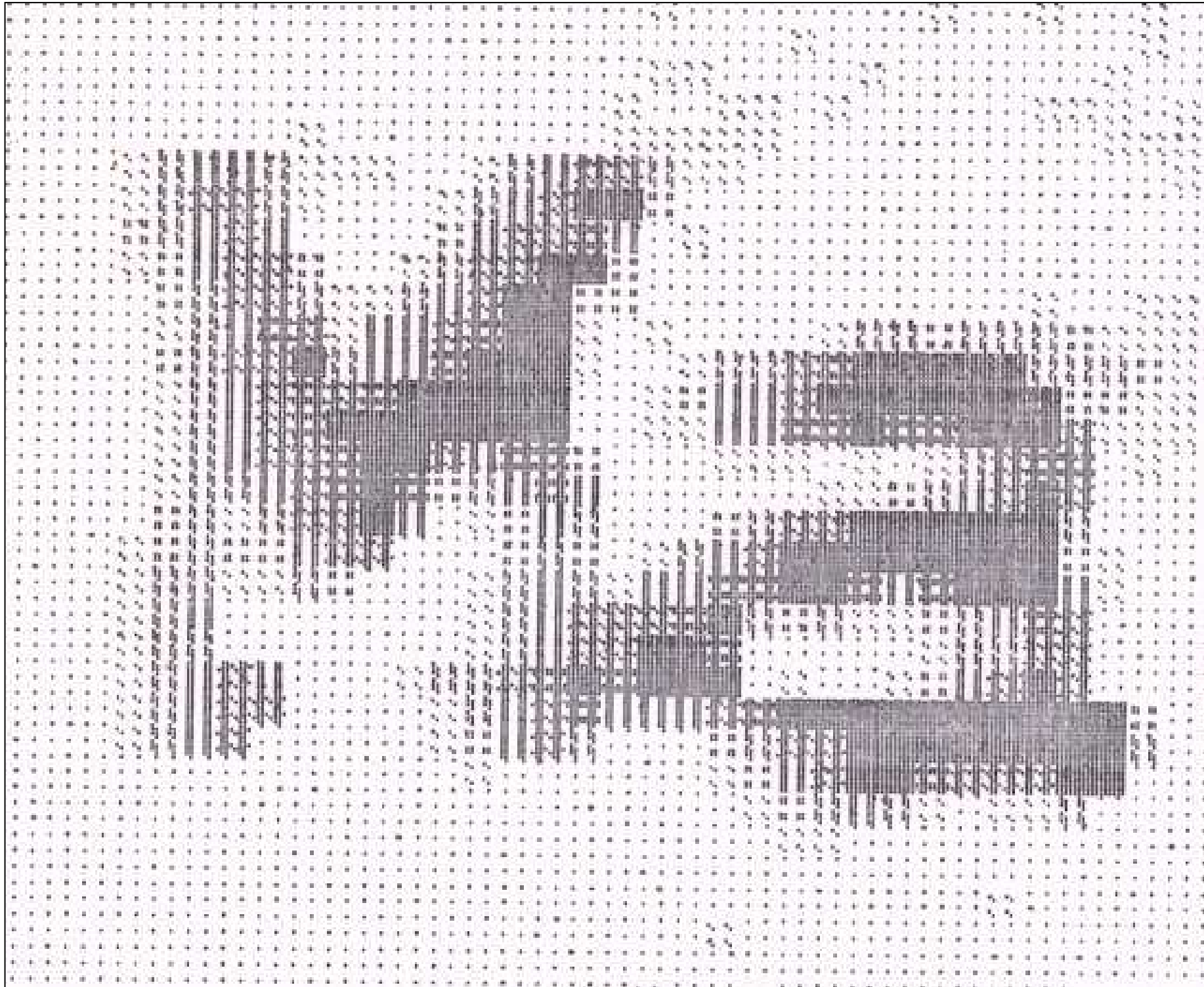
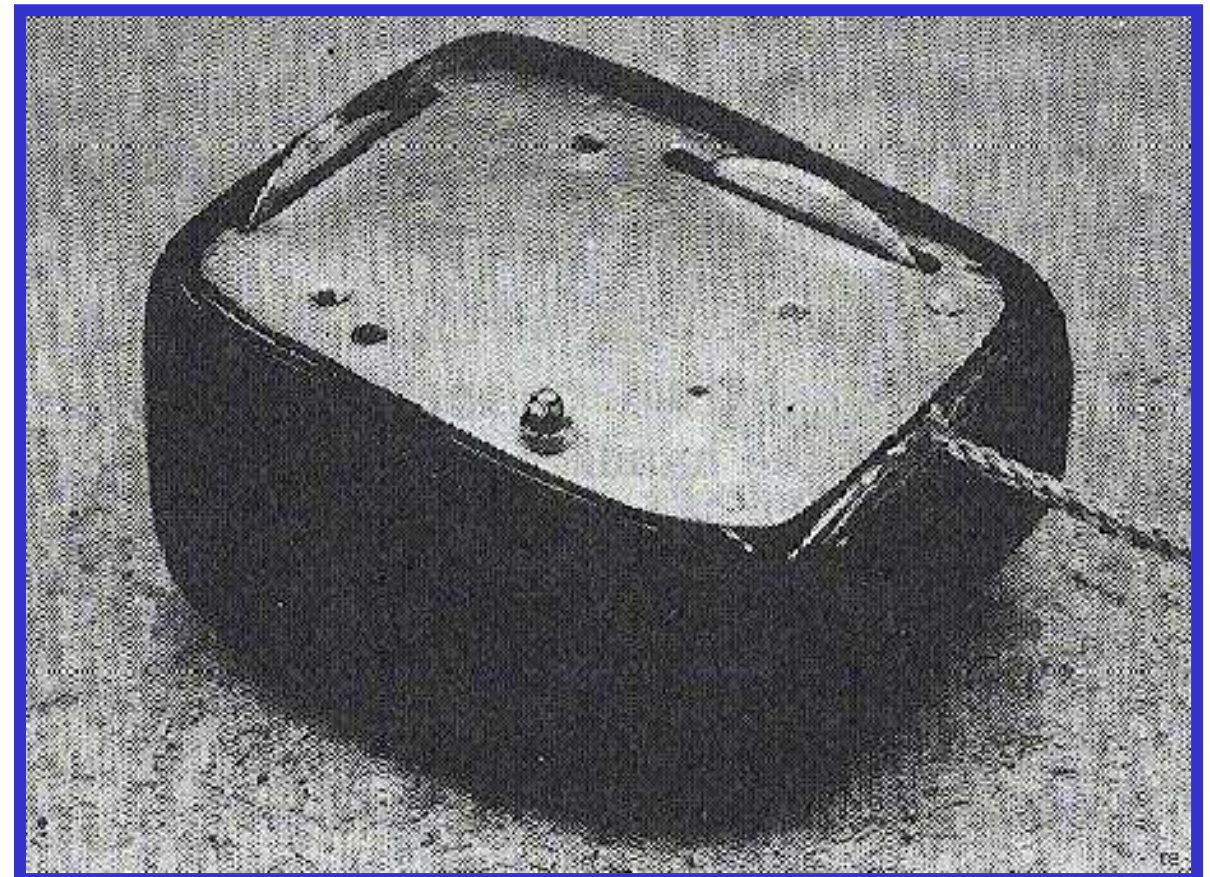


Immagine con 16 livelli di grigio

Douglas Engelbart: l'inventore del mouse

- Nel 1968, a 43 anni, Engelbart presenta la sua invenzione: **un mouse in legno e con delle rotelline**
- Engelbart non ha solo agevolato l'uomo nell'utilizzo della macchina, ma ha costretto il progresso ad essere più attento alle esigenze dell'utente, rivoluzionando completamente **il concetto di interfaccia**.
- Secondo Engelbart la tecnologia deve seguire le **esigenze dell'uomo** e adattarsi a lui, non vice versa.



I collegamenti telematici a Napoli

La reazione militare USA allo Sputnik: nel 1958 nasce **ARPA (Advanced Research Project Agency)**

ARPA aveva il compito di migliorare le comunicazioni tra i computer militari che usavano la telefonia urbana ed erano facilmente intercettabili

Nel 1969 nasce la rete **ARPANET**

University of California
Santa Barbara

UCSB

Stanford Research Institute

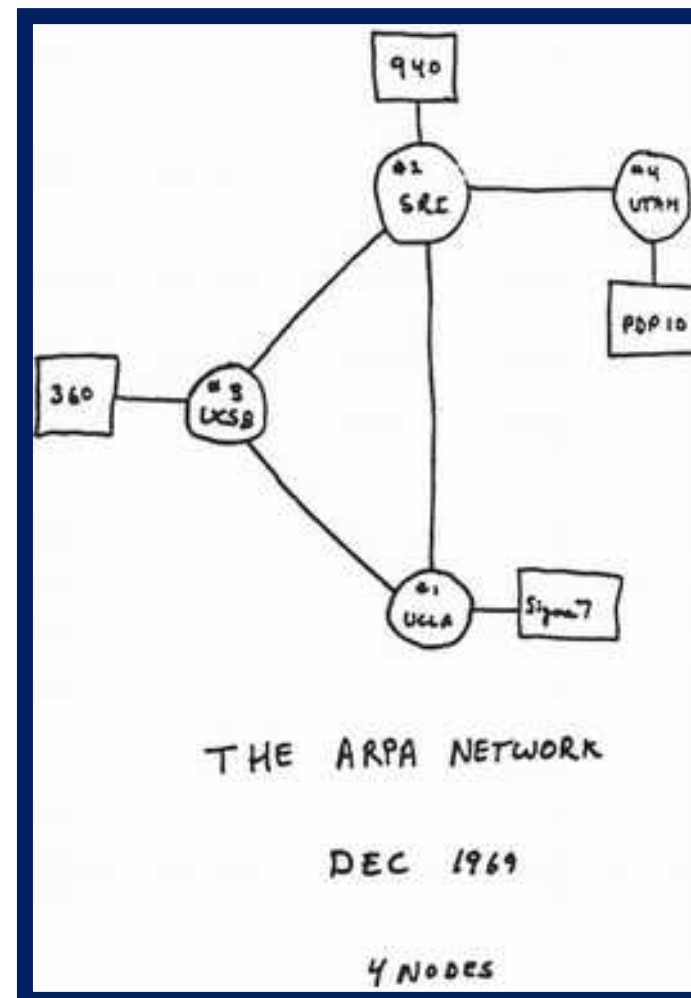
SRI

University of Utah

Utah

University of California
Los Angeles

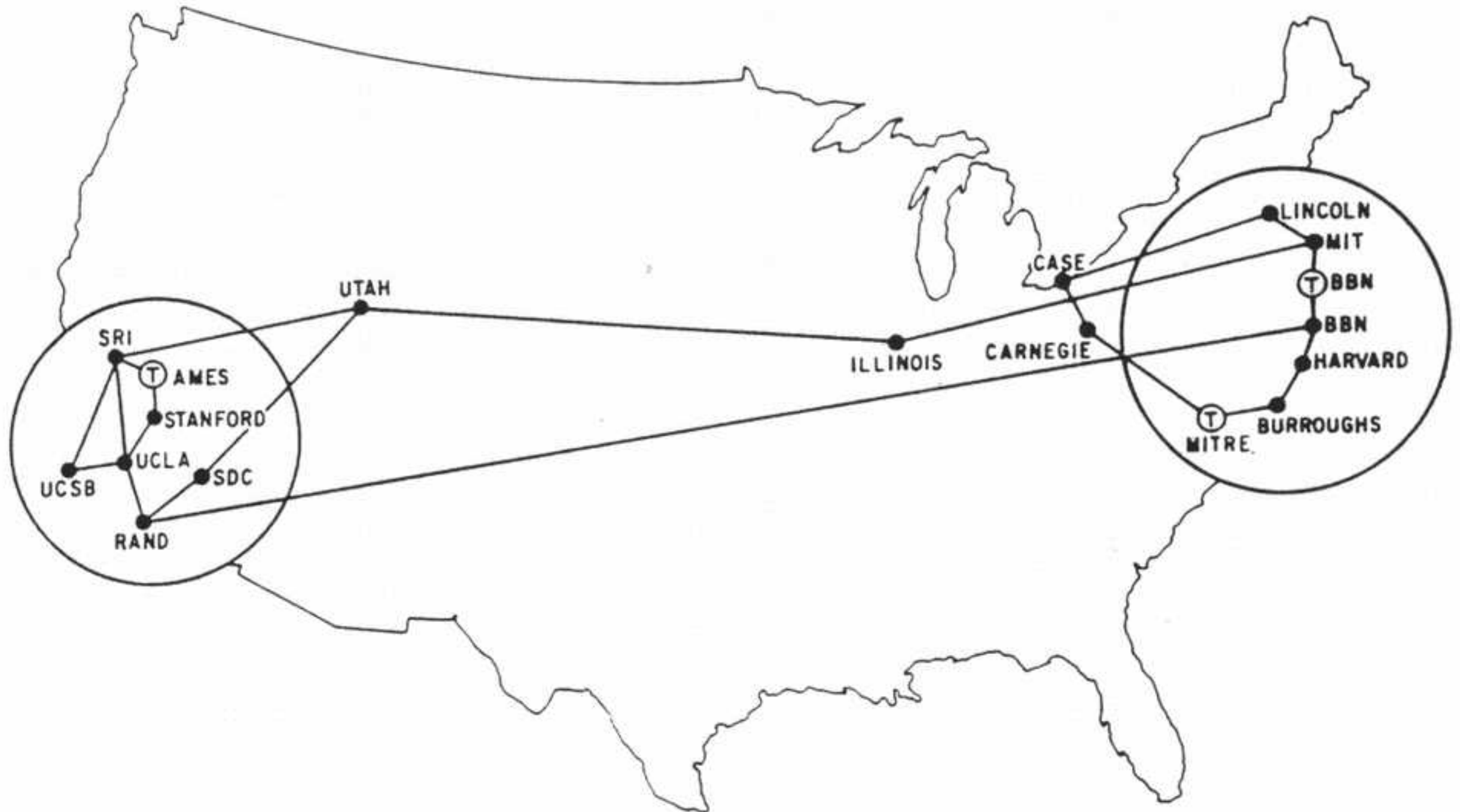
UCLA



Un modem del 1990: 56 Kbps



La rete ARPANET nel 1971



MAP 4 September 1971

1968: collegamento Napoli - Milano

```
@
I.N.F.N./NA
OGGI PRIMO ANNIVERSARIO DEL TIME-SHARING GEISI. 16-4-68 / 16-4-69

GE TIME-SHARING SERVICE

ON AT 16:55 M1 MER 16/04/69 TTY 7

USER NUMBER--M48030
SYSTEM--BAS
NEW OR OLD--NEW
NEW FILE NAME--COCOF
READY.

TAPE
READY.

1000 FOR I=1 TO N
```

**Fu il primo collegamento con un calcolatore remoto;
si faceva uso della telefonia urbana**

1978 - Il primo collegamento telematico dell'INFN

L'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

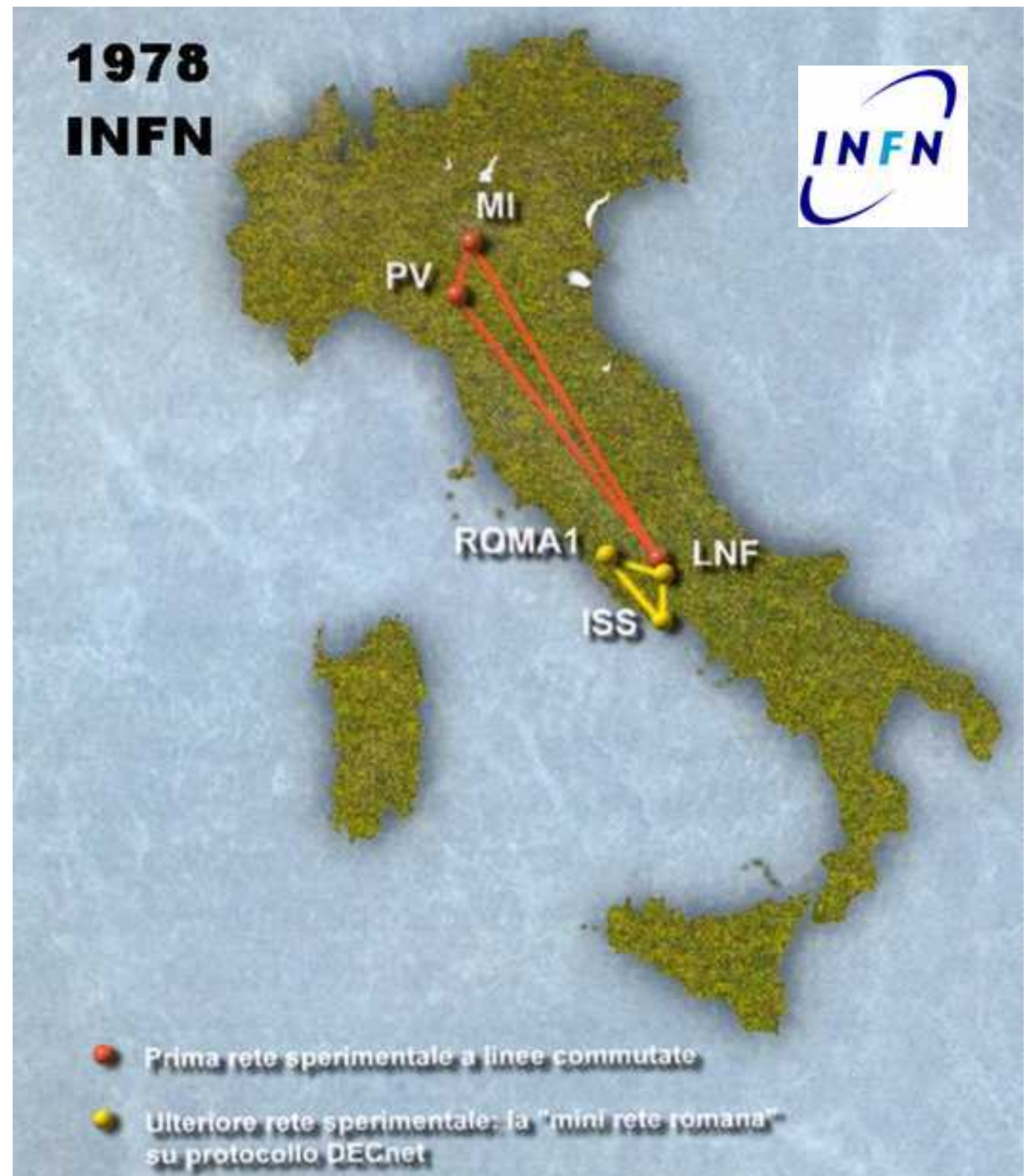
e' stato pioniere nelle reti informatiche in Italia. La prima connessione

Roma - Frascati

fu realizzata nel 1978 con un collegamento a

4800 bps

(una poesia al secondo!)

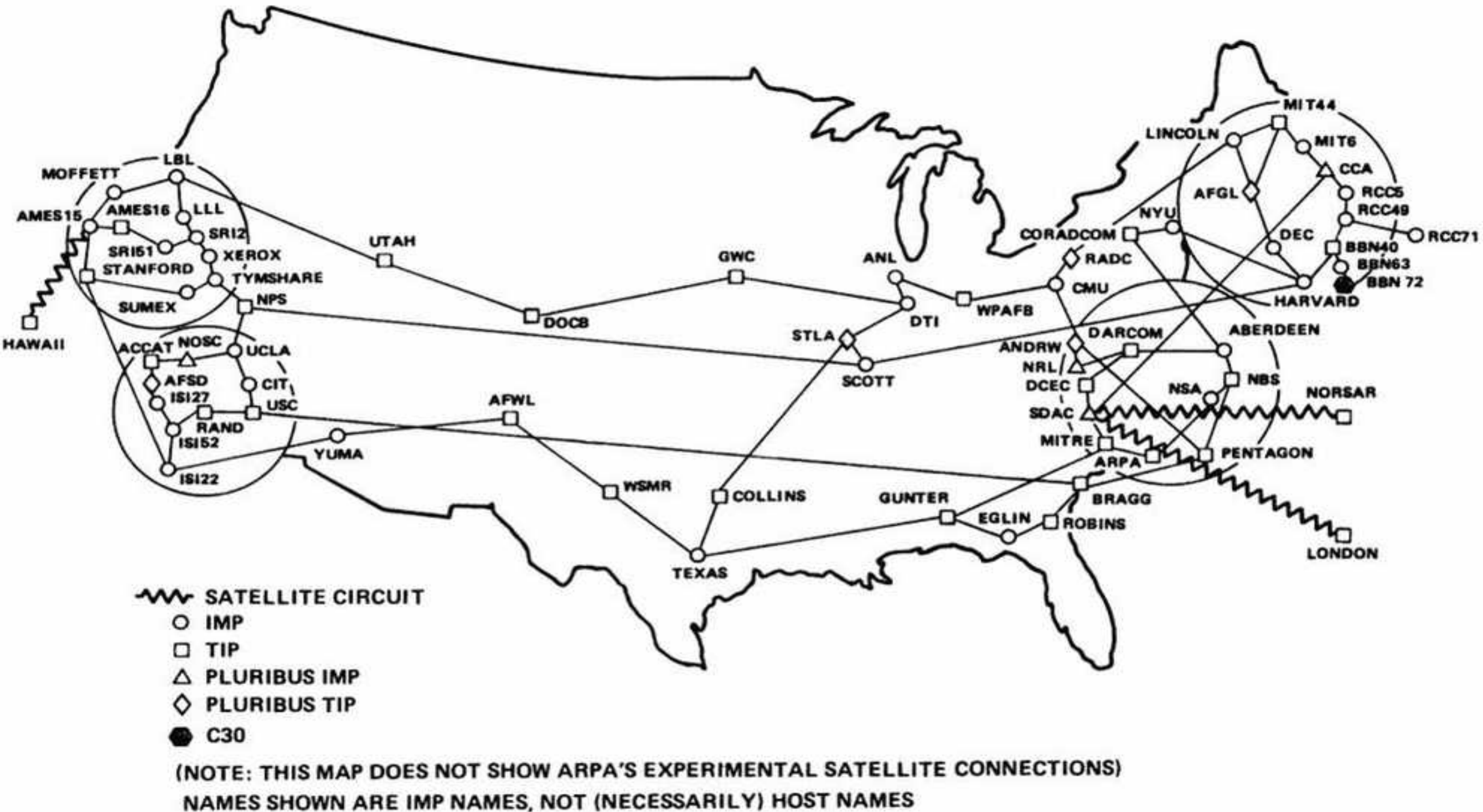


(20 ml di lire all'anno)

[illegible]

ARPANET nel 1980

ARPANET GEOGRAPHIC MAP, OCTOBER 1980



Edenlandia

ZOO

Zoo di Napoli

**Ingresso
Fisica**

Pad. 19

Pad. 16

**Pad. 17
CISED**

Pad. 20

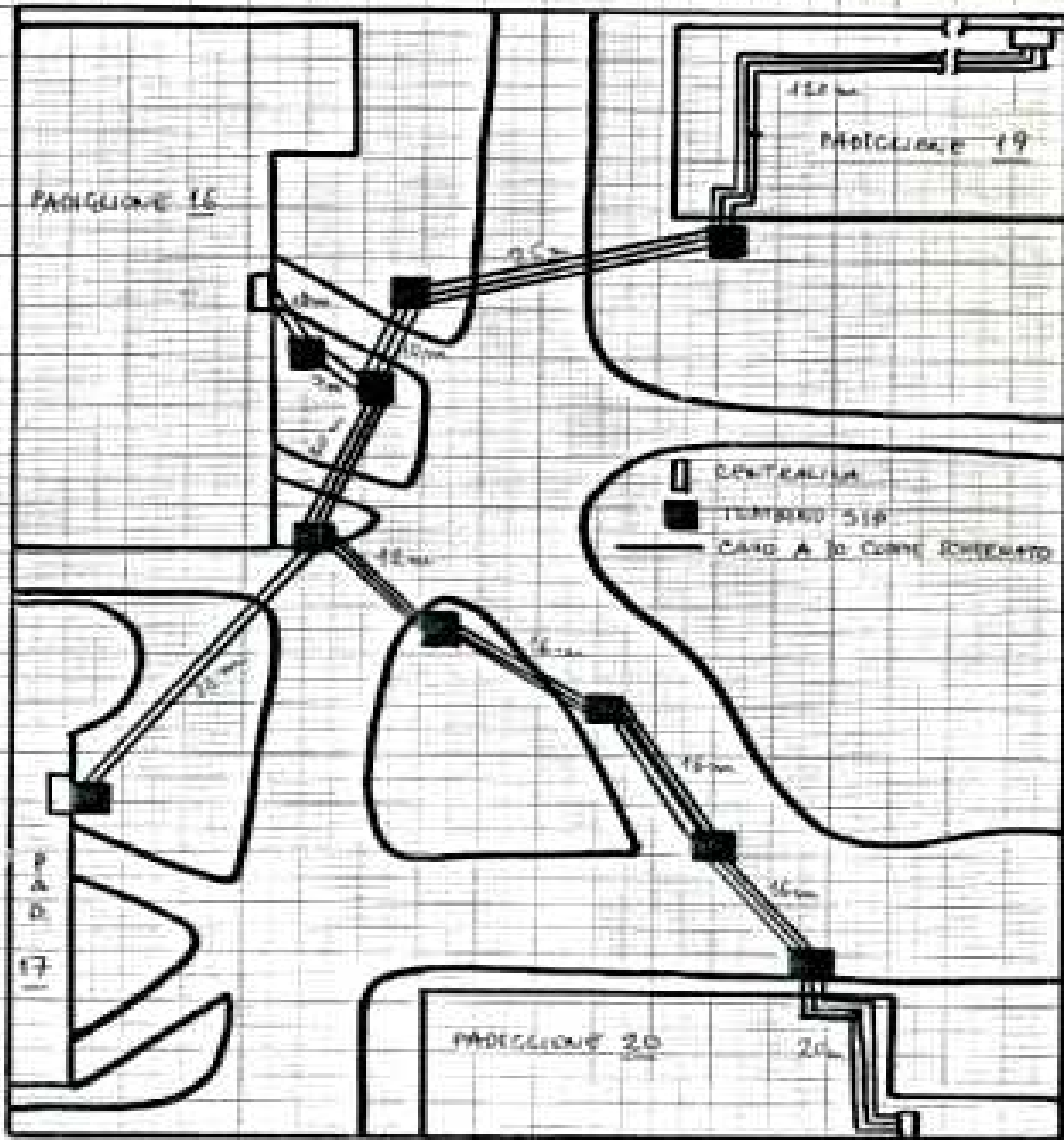
**La sede della
Mostra d'Oltre Mare**



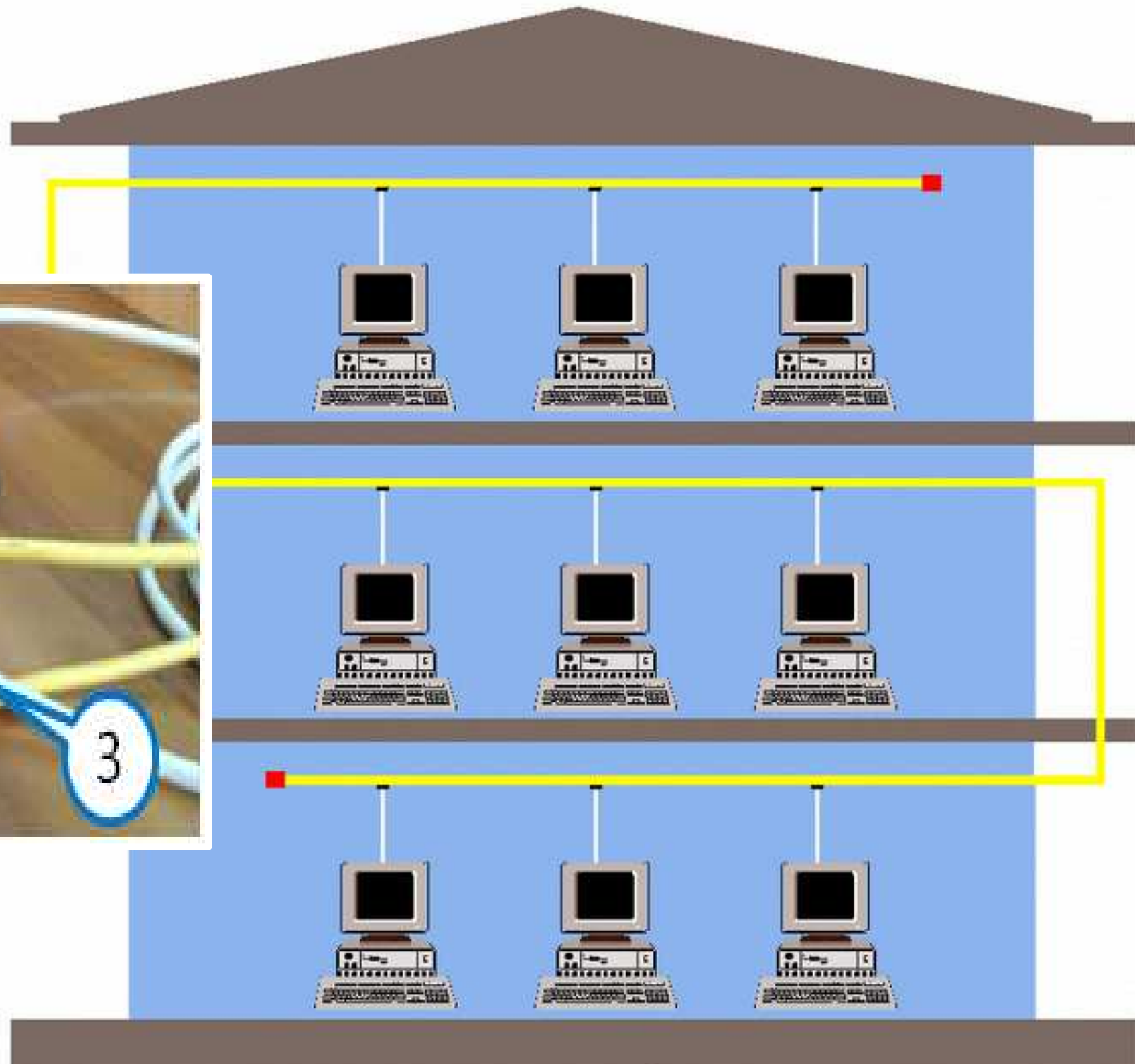
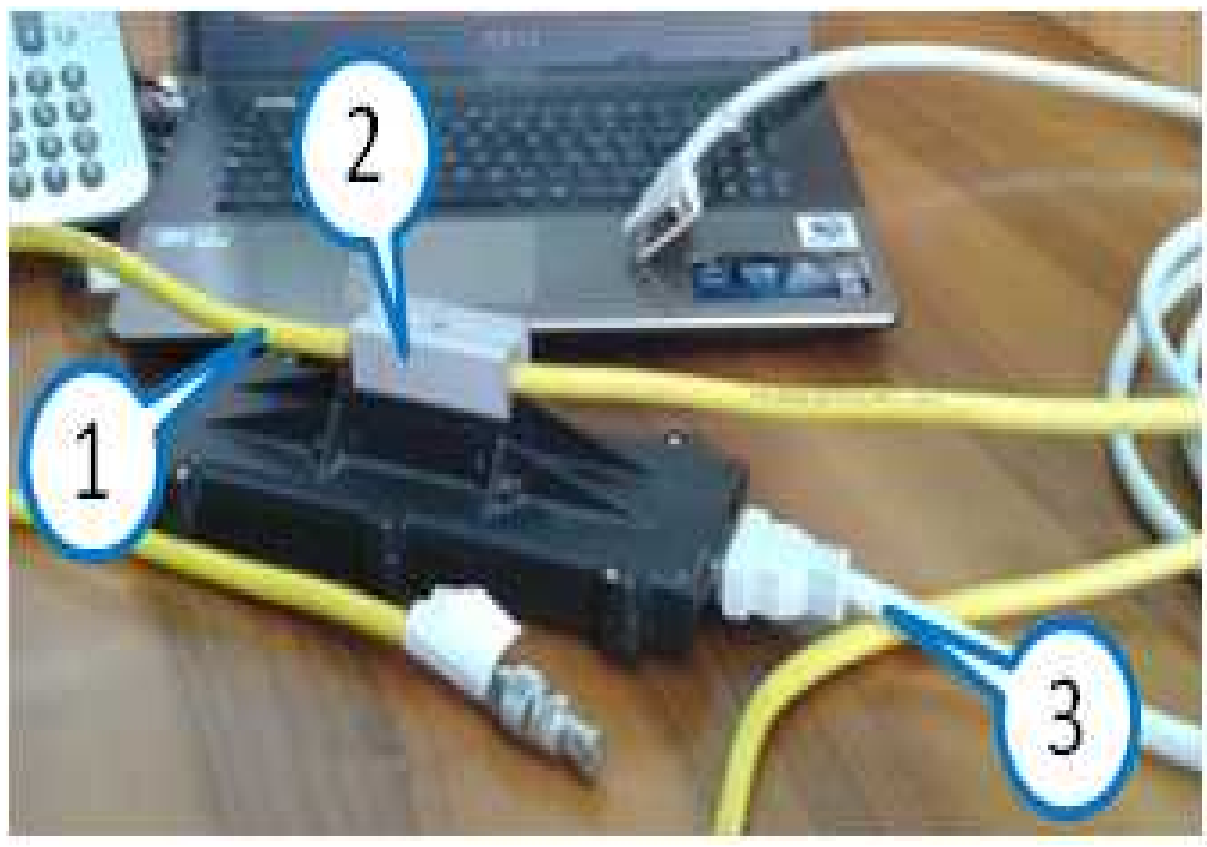
Ingresso Mostra d'Oltre Mare

La rete locale alla Mostra d'Oltre Mare

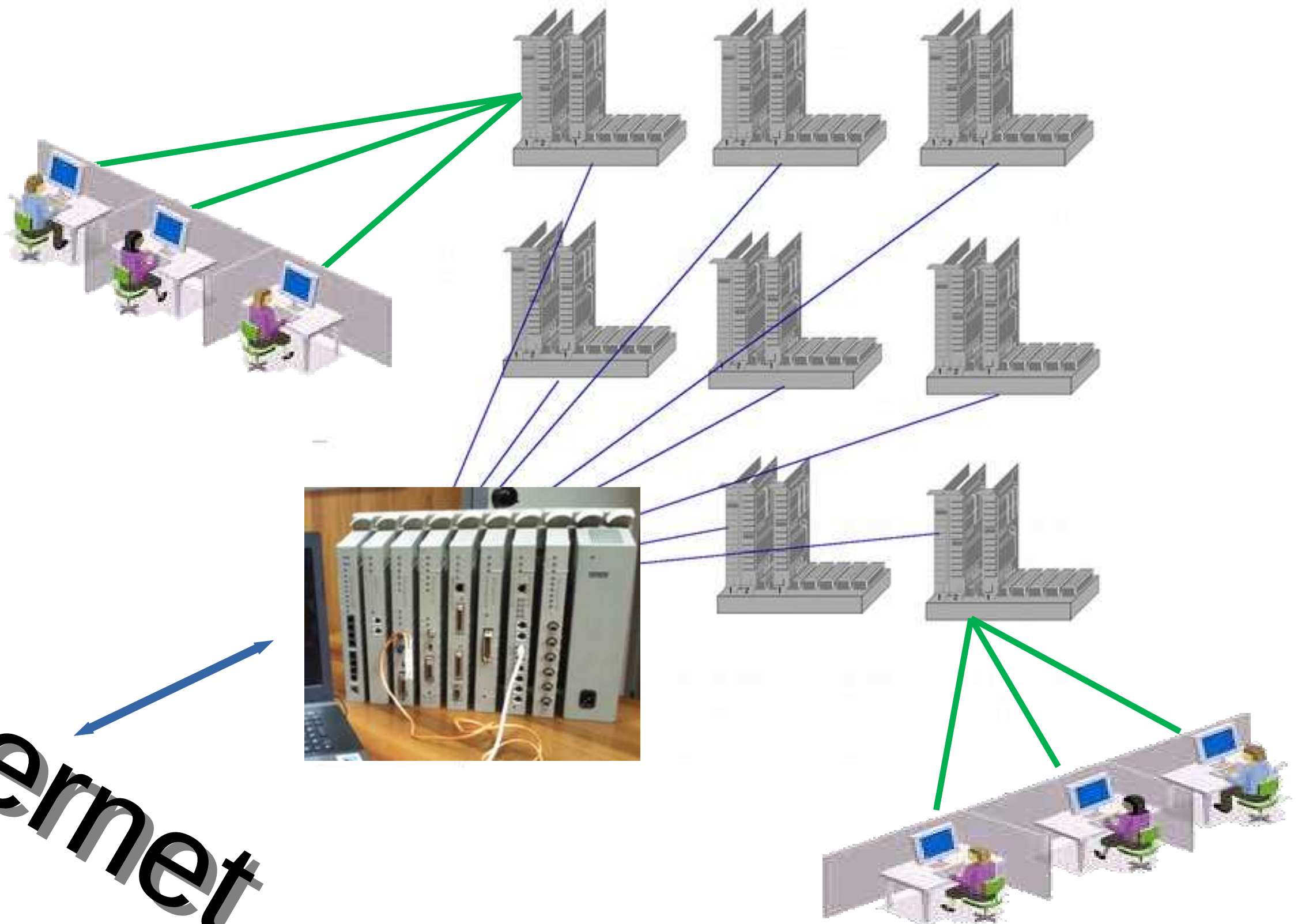
Con l'arrivo del **VAX**, furono installati dei terminali nei vari padiglioni e per i collegamenti si usavano cavi di rame (seriali RS232) come mostrato in questo schizzo di **Merola**. Questa soluzione durò poco perché **troppo sensibile ai disturbi elettromagnetici**.



La rete locale a Fisica, alla Mostra d'Oltremare negli anni '80 e '90



La rete a stella dagli anni '90 in poi



Quando è avvenuto il primo collegamento telematico di Napoli ?

Napoli
fu connessa in
rete per la prima
volta nel

1984

con **Frascati** ad
una velocità di

9600 bps

(due poesie al secondo!)



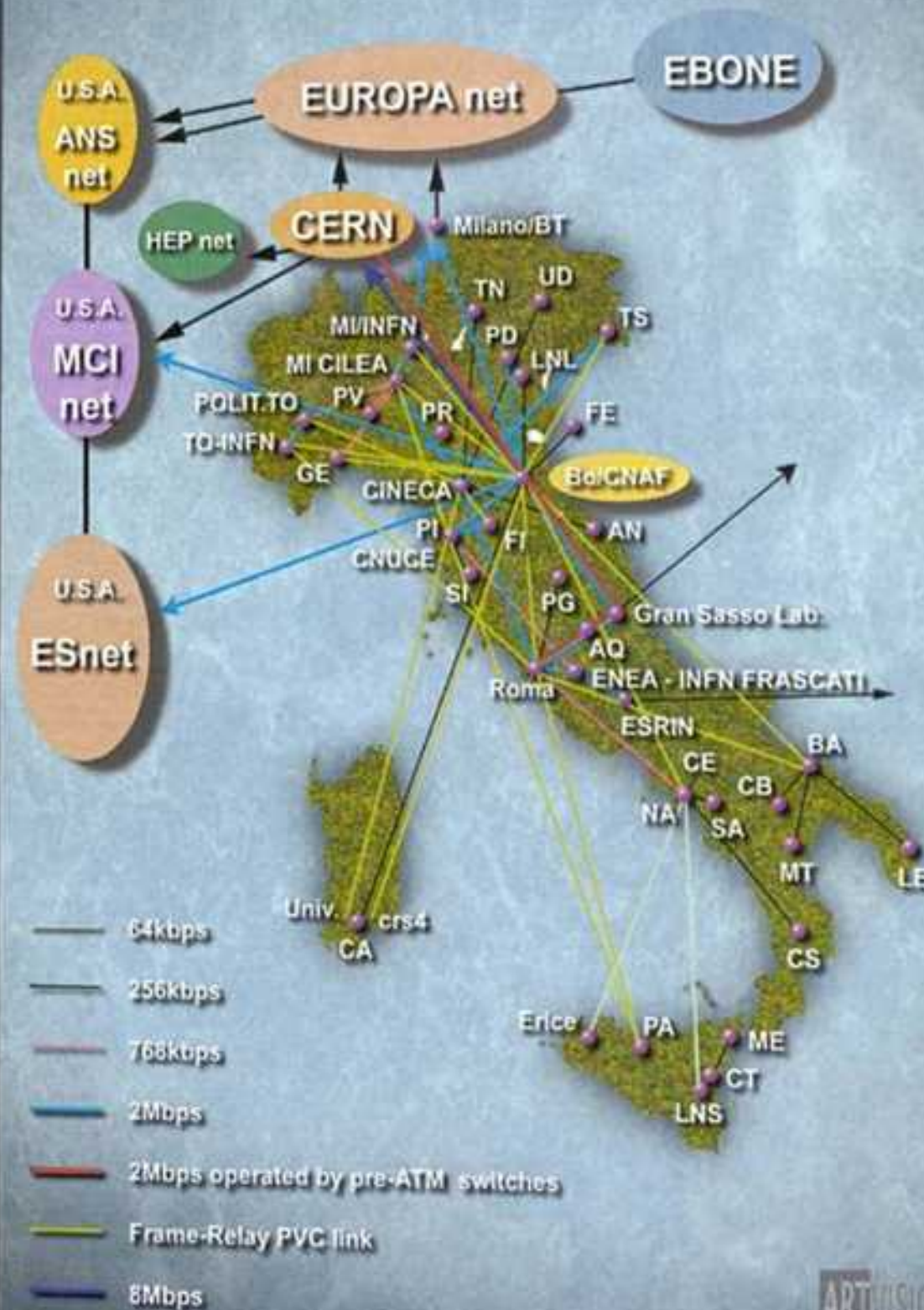
**Negli anni '80 in Italia nascono
tante altre reti, tutte in
autonomia e senza un
coordinamento centralizzato**

Nel 1991 nasce il GARR

Gruppo Armonizzazione Reti della Ricerca

Napoli si connette al GARR a 2 Mbps

1996 INFNet/GARR



ARTVISION

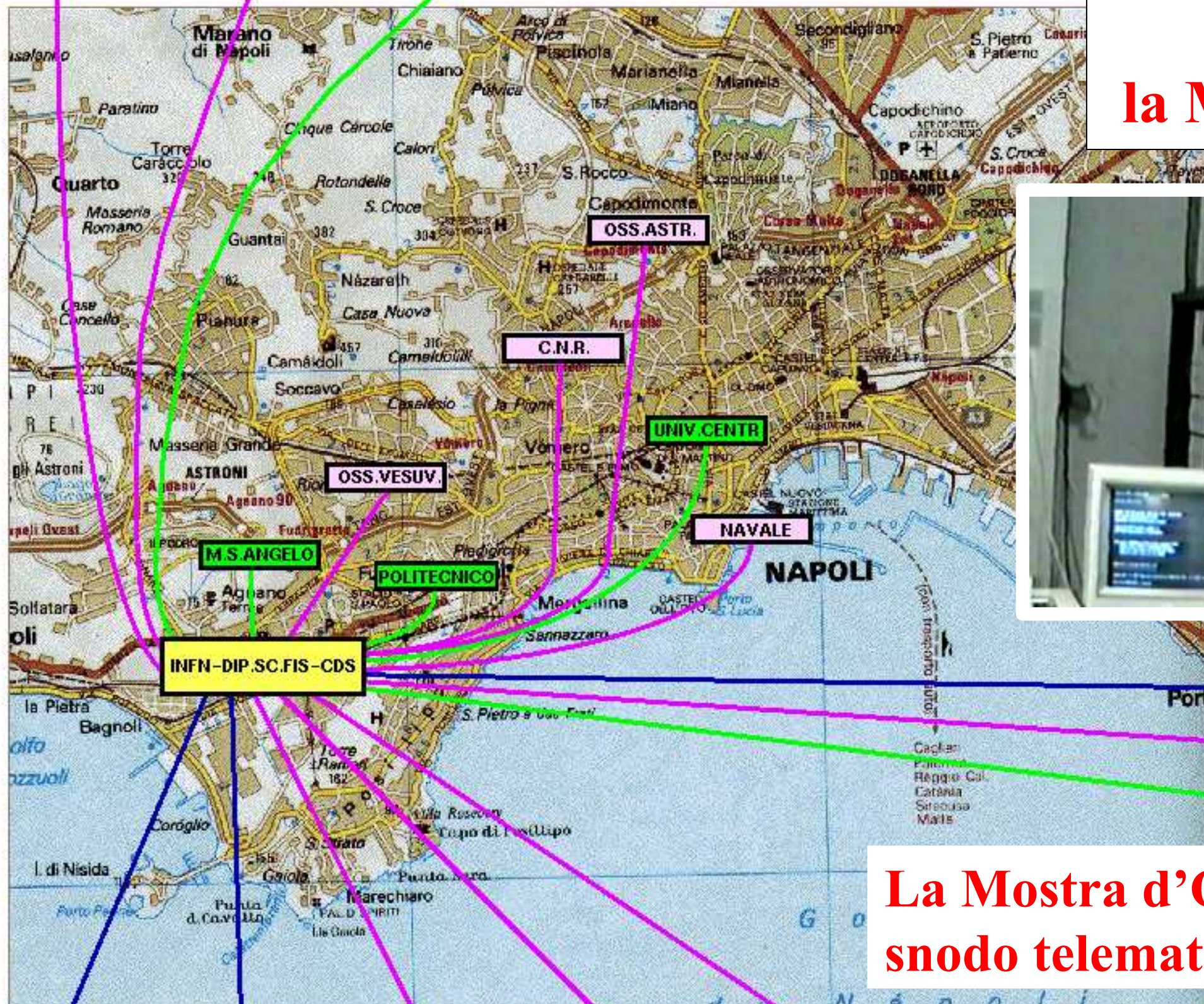
ROMA
INFN-POLO GARR

CIRA-CAPUA

IL ATENEO

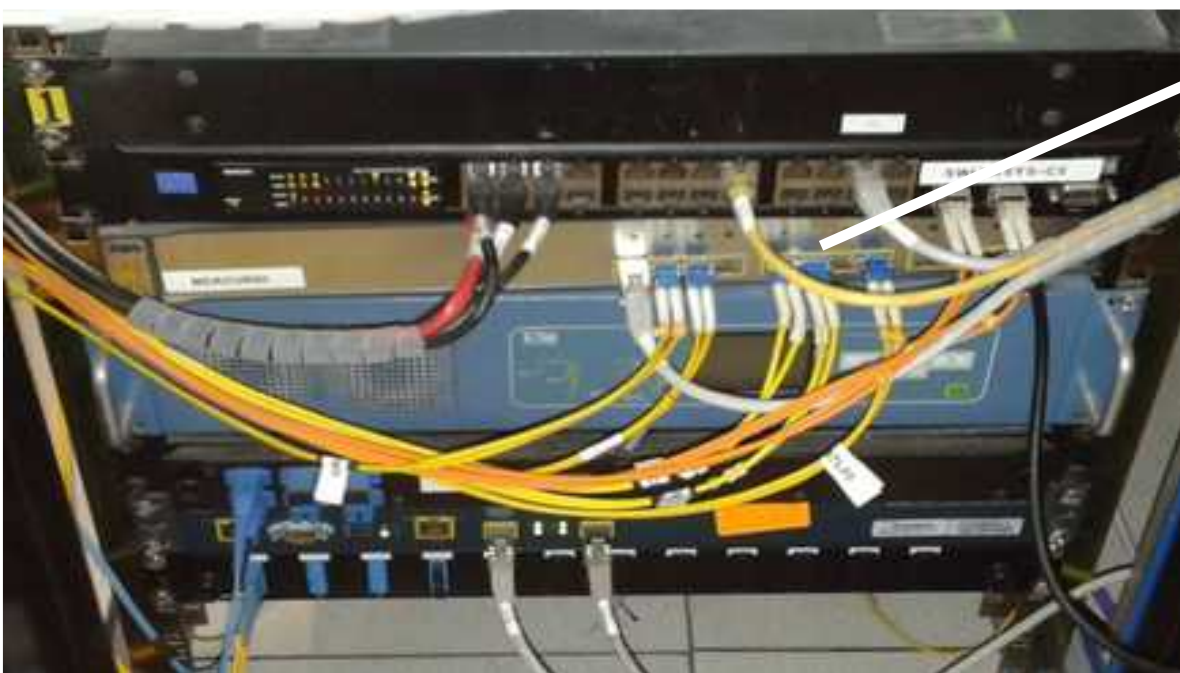
LINK STARNET
LINK GARR
LINK INFN

Napoli: la MAN nel 1995



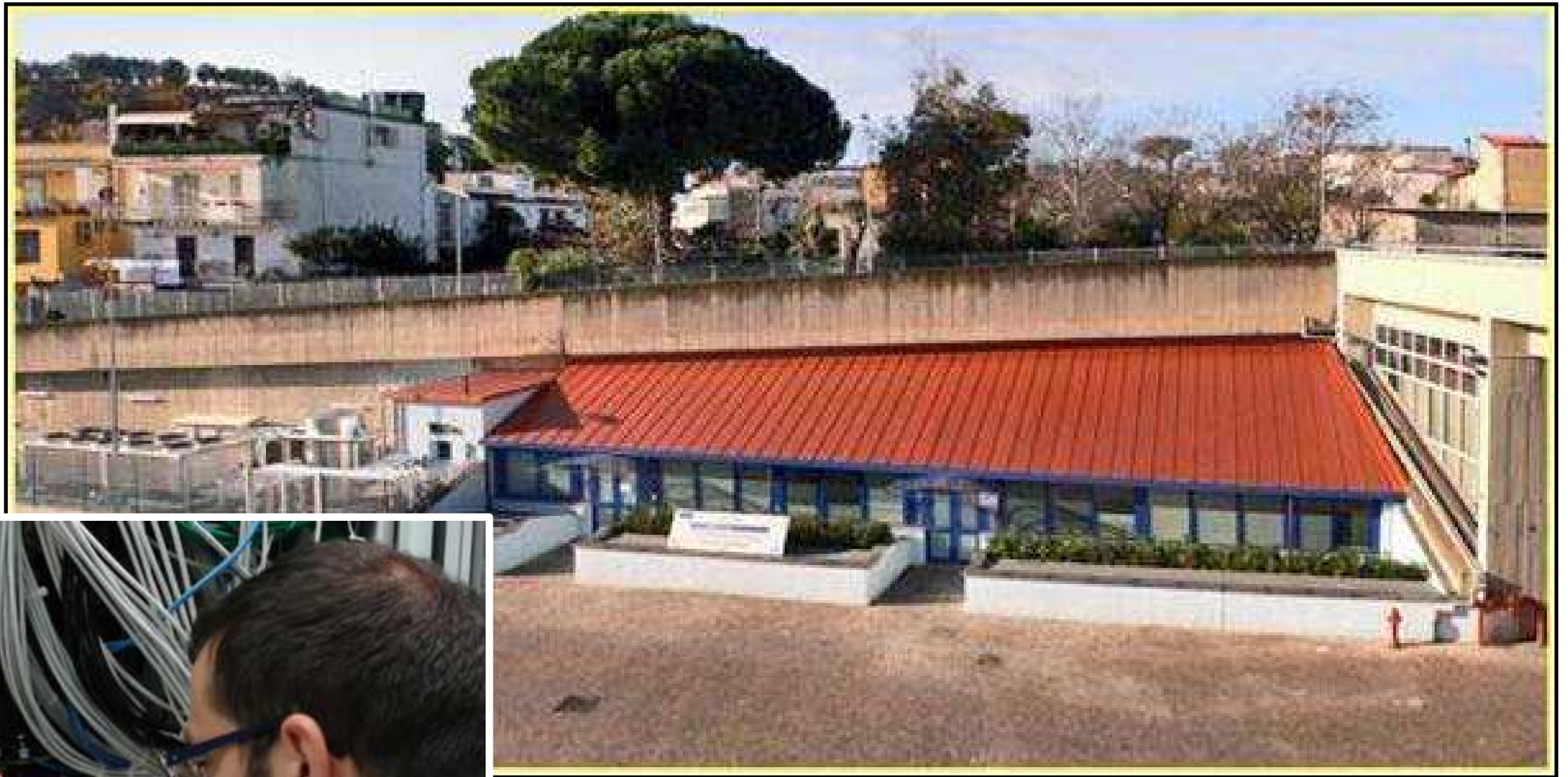
La Mostra d'Oltremare era lo
snodo telematico per il sud.

INFN/Dip. di Fisica: collegamento a 1 Gbps verso il GARR.



Sala Macchine del Dipartimento
di Fisica e dell'INFN oggi

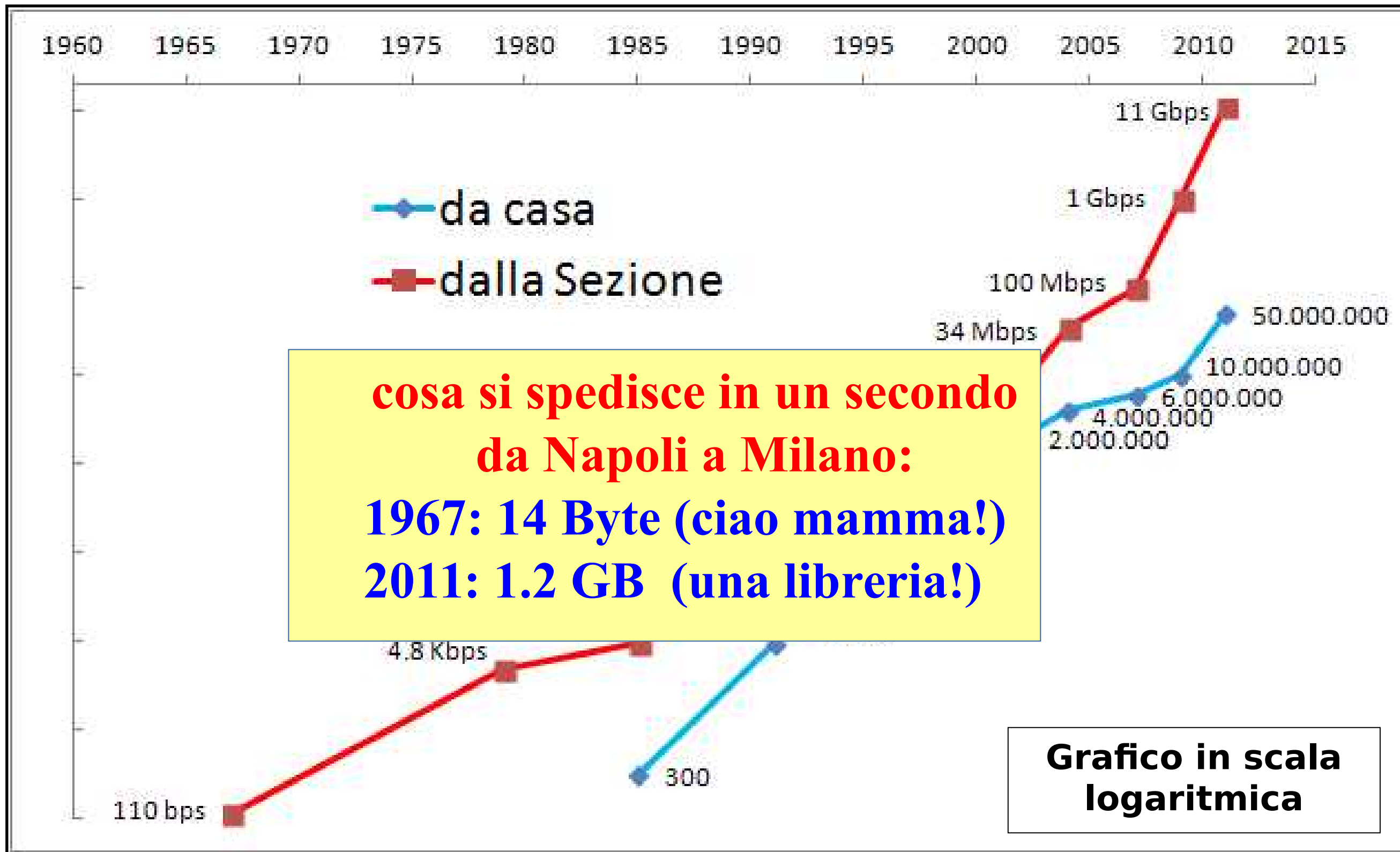
Il Data Center SCOPE è collegato a Internet a 10 Gbps



Pasquale Castellano controlla
il funzionamento della rete

Con un collegamento a **10 Gbps** si
può spedire **una libreria di casa**
da Napoli a Milano in un secondo!

Napoli: velocità dei collegamenti dal 1967 al 2011



Di quanto sono aumentate le prestazioni dei computer negli ultimi trent'anni?

1984 - VAXNA



2014 - MAIL



più di centoventimila volte!

Domanda

**Cosa fanno i fisici
napoletani?**

Con chi
lavorano i
fisici
napoletani?



Large Hadron Collider

Ginevra

CMS

LHCb

ATLAS

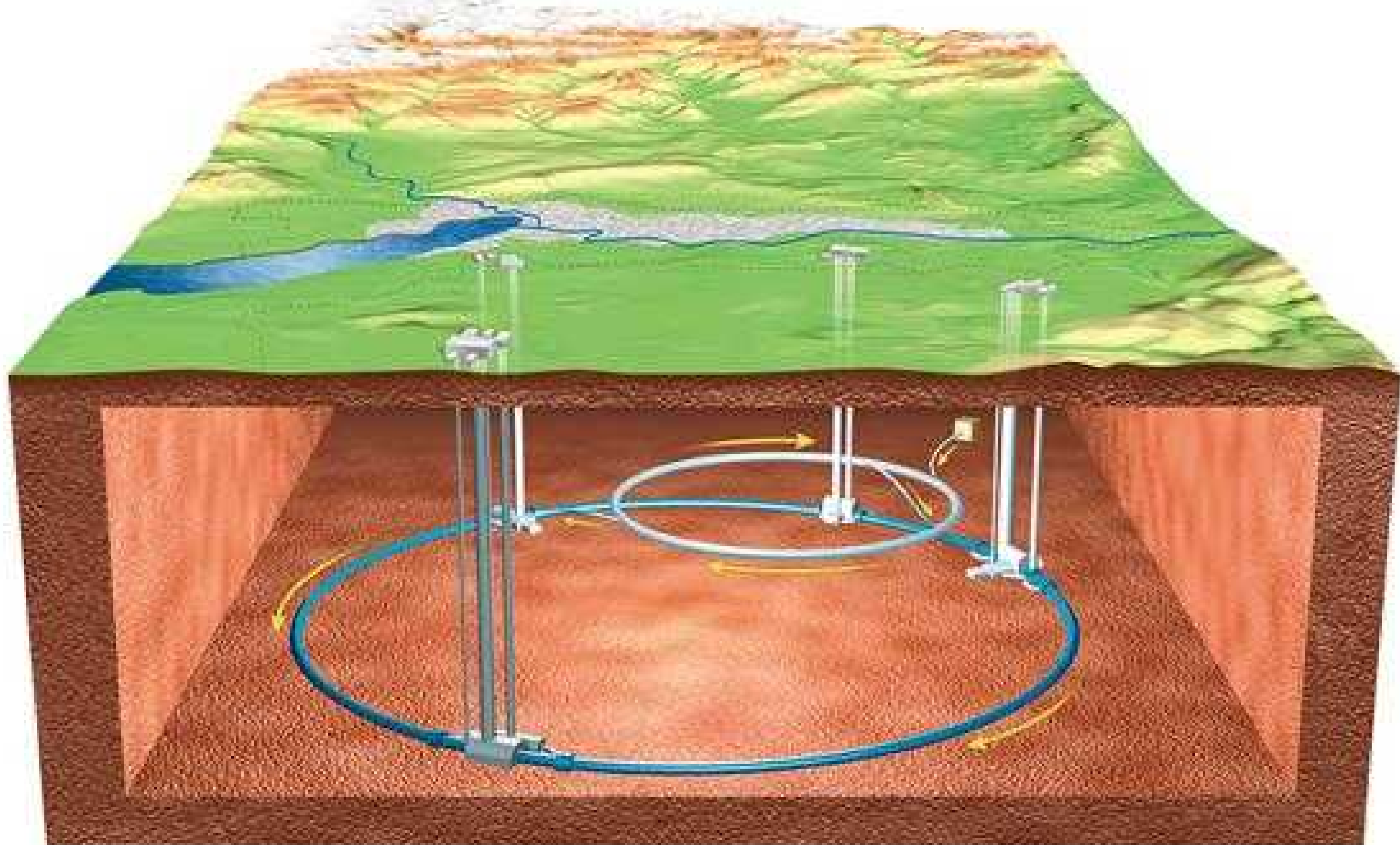
ALICE

p p



L'acceleratore si trova a 100 m sotto terra

La circonferenza misura 27 Km



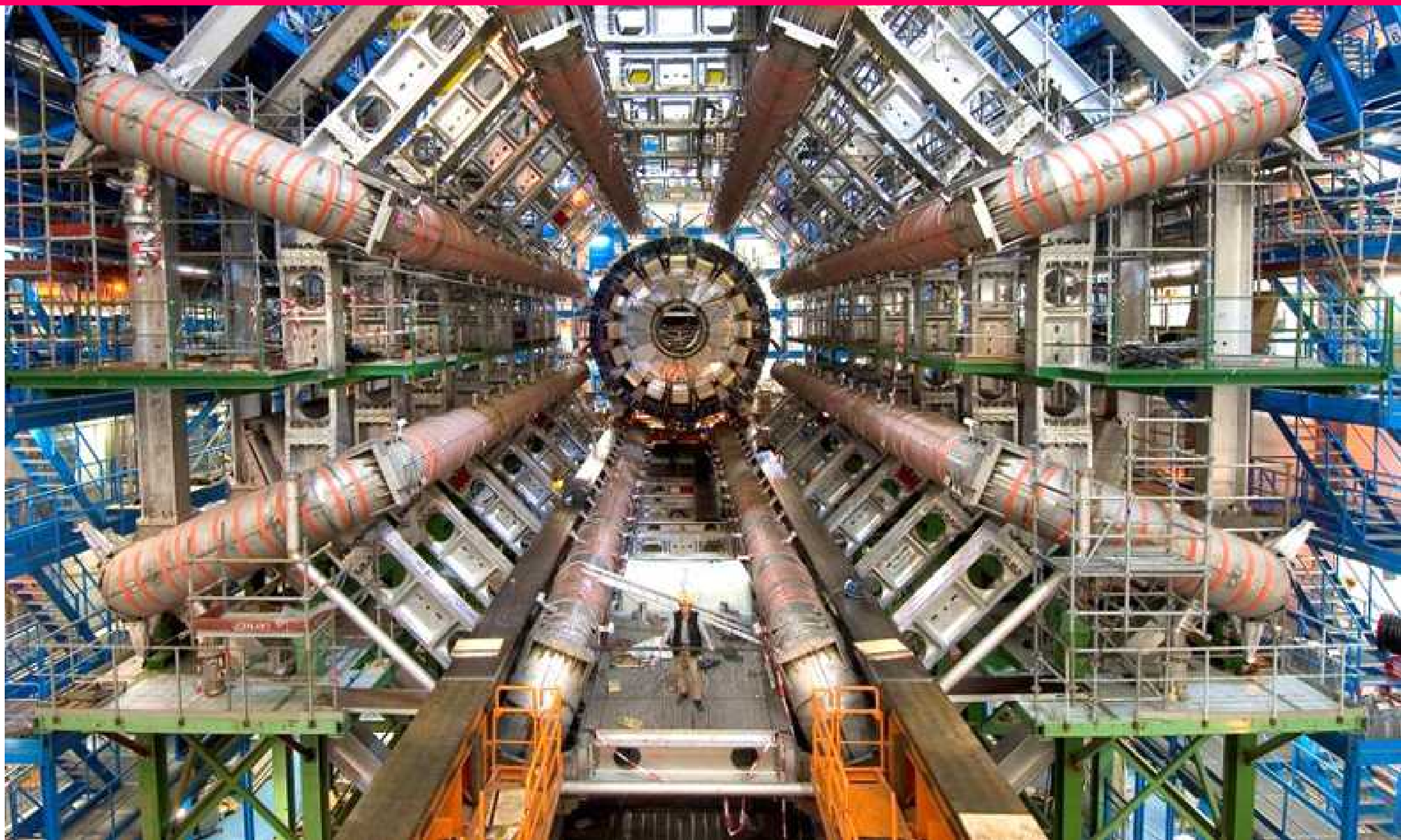
LHC



Le dimensioni di LHC



ATLAS





In questi tubi le particelle vengono accelerate in direzioni opposte

Dai *BUCHI NERI* partono raggi cosmici

I buchi neri sono grandi masse che non emettono luce.

Non sono stati ancora osservati ma ci sono prove indirette della loro esistenza.

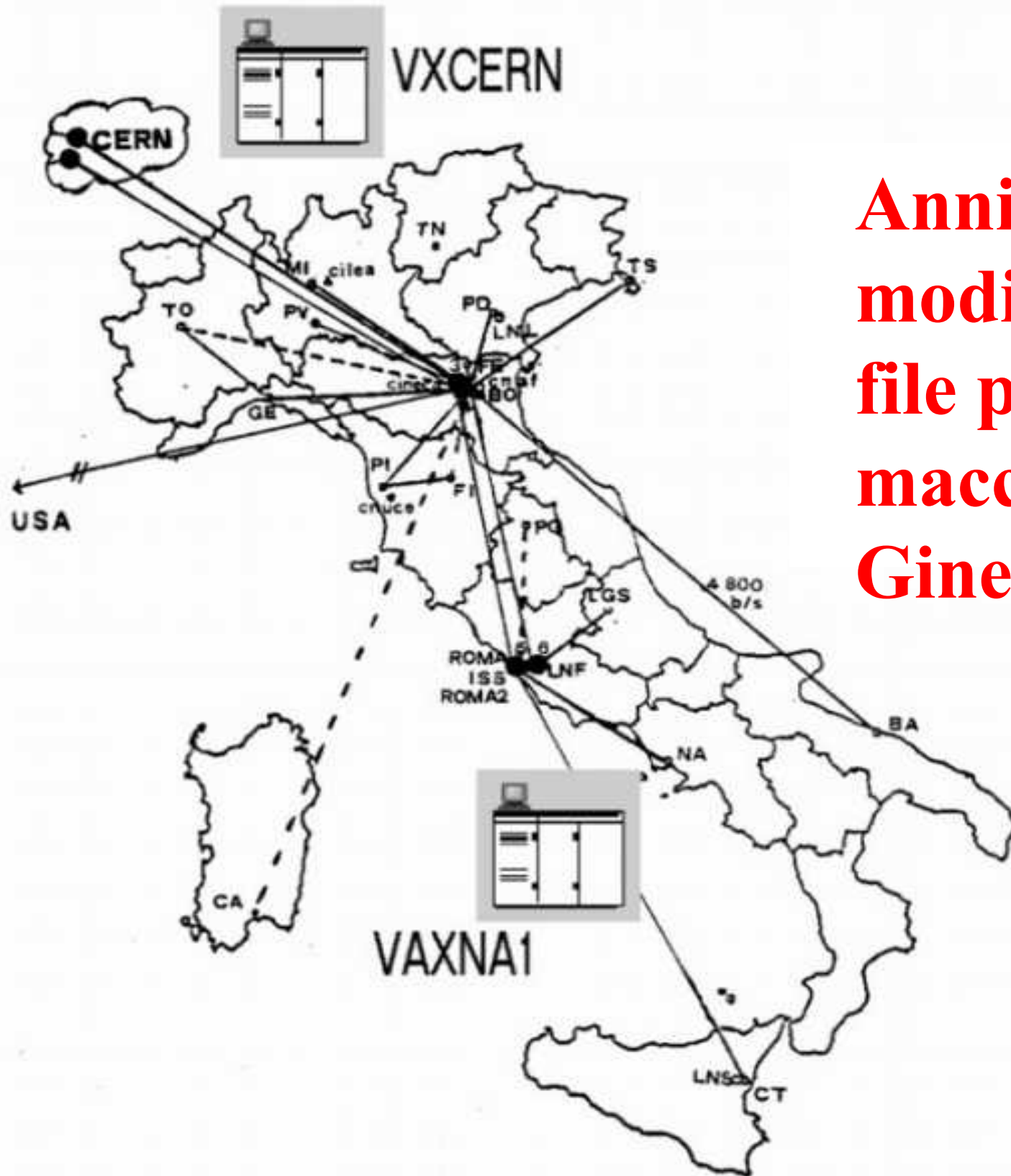
Da una sequenza fotografica effettuata dal telescopio Hubble dal 1992 al 2006 vediamo *un sospetto buco nero* al centro della nostra galassia: “La via Lattea”



Problema

Gli esperimenti producono grandi quantità di dati che però si devono:

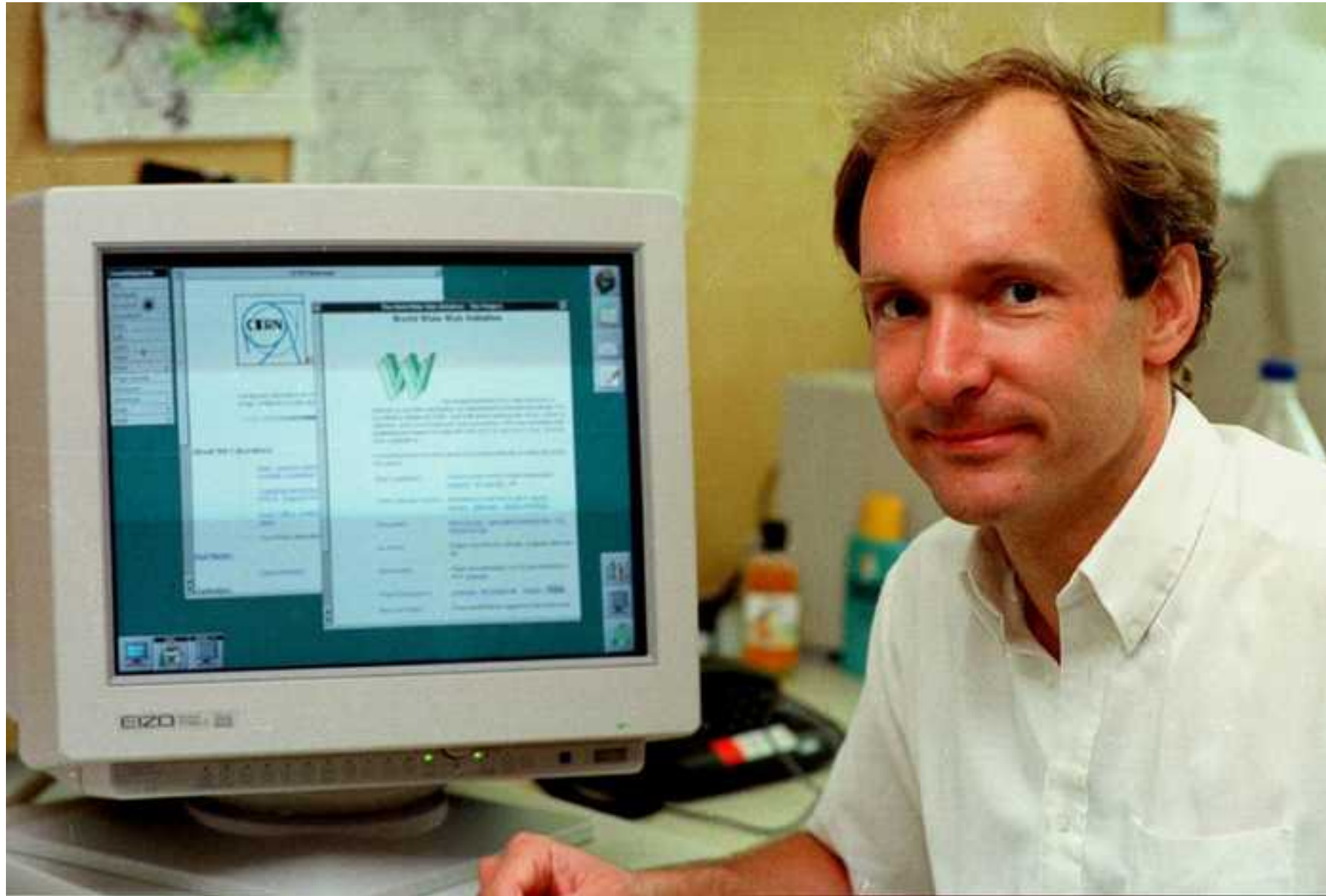
- **archiviare,**
- **trasferire in tutto il mondo,**
- **elaborare.**



**Anni '80: come si
modificava da Napoli un
file presente in una
macchina del CERN di
Ginevra.**

`Edit vxcern"user password": :disco:[directory]file`

**È grazie alla rete che: ...
al Cern nasce il WWW (World Wide Web)**



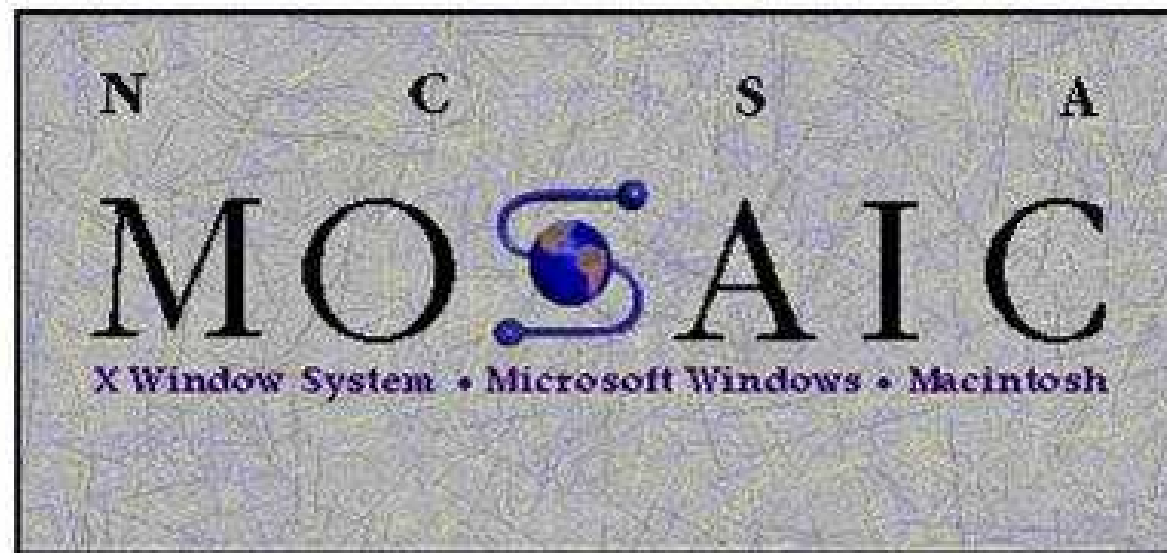
**13 marzo 1989 - Il fisico Tim Berners Lee del CERN
inventa il **WEB****

Primo Server Web



Il WWW (World Wide Web)

- 1991 - si ha la prima dimostrazione al pubblico del web alla conferenza [Hypertext](#) a S. Antonio nel Texas
- 1993 - fu creata la prima interfaccia grafica denominata [Mosaic](#) presso l'[NCSA](#) (National Center for Supercomputing Applications)



Welcome to NCSA Mosaic, an Internet information browser and [World Wide Web](#) client. NCSA Mosaic was developed at the [National Center for Supercomputing Applications](#) at the [University of Illinois](#) in Urbana-Champaign. NCSA Mosaic software is [copyrighted](#) by The Board of Trustees of the University of Illinois (UI), and ownership remains with the UI.

Il WWW a Napoli il 23 novembre 1993

I siti WEB negli anni

- 1993: 130
- 2003: 35 milioni
- 2008: 180 milioni

INFN (Istituto Nazionale di **F**isica **N**ucleare)
Sezione di **N**apoli

and

Universita' degli **S**tudi di **N**apoli "**F**ederico **I**I"
Dipartimento di **S**cienze **F**isiche



Napoli - Vista con Castel dell'Ovo e Vesuvio

Il web ha facilitato il reperimento dei dati ...

**Il CERN produce dati pari a circa un
milione e mezzo di DVD all'anno,**

... ora si tratta “solo” di elaborarli ...

Condor High Throughput Computing

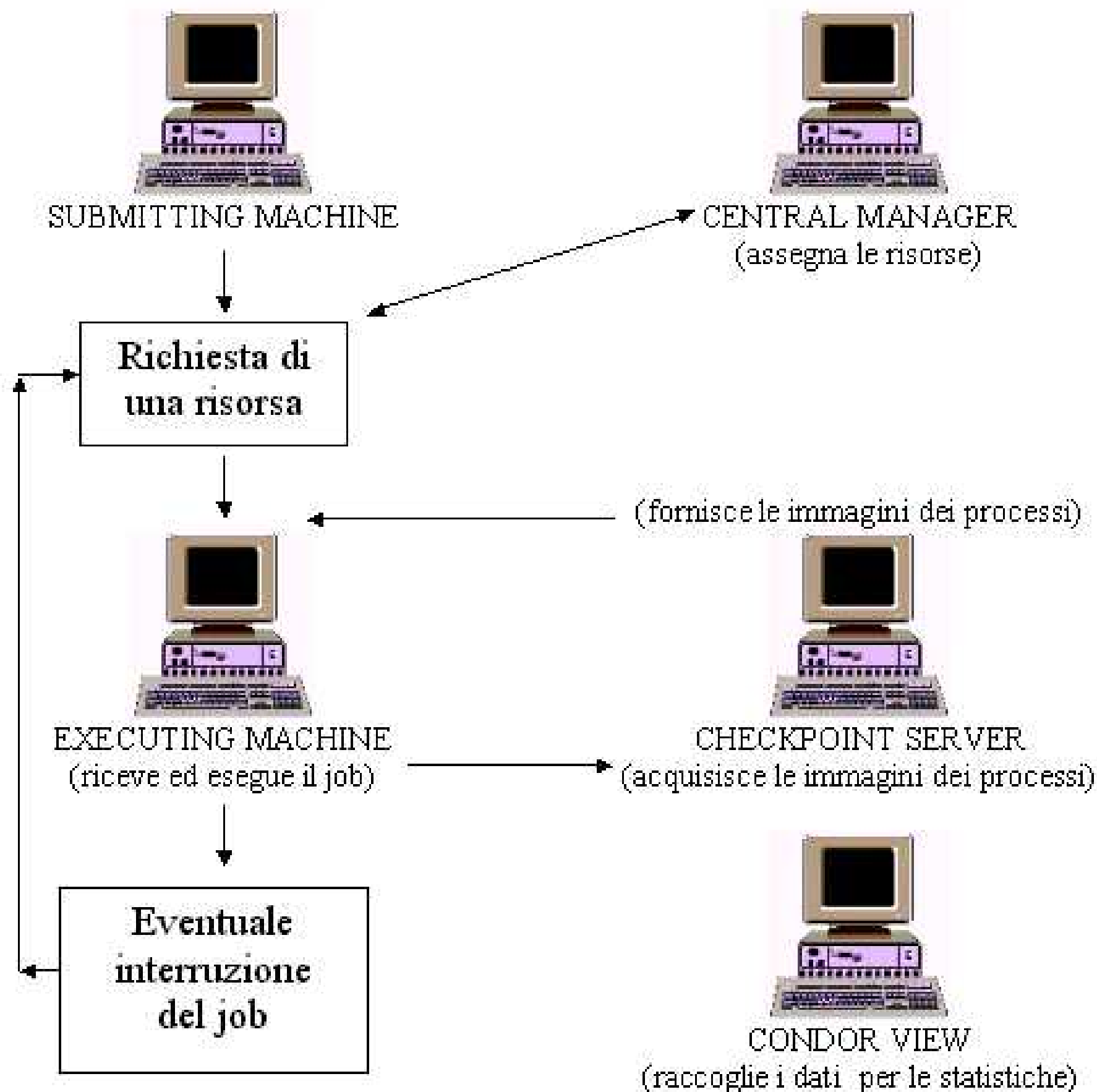


L'idea di Condor

- Un sistema di calcolo distribuito sviluppato presso l'Università del Wisconsin
- l'INFN ha collaborato allo sviluppo e alla configurazione di tool su wide area network e all'adattabilità alle proprie esigenze di calcolo
- poter sfruttare macchine inattive facendoci girare programmi che hanno bisogno di un elevato tempo di cpu
- poter restituire immediatamente la macchina al proprietario e continuare con un sistema automatico i propri job altrove senza perdere i calcoli già effettuati



Schema di funzionamento di Condor



Un'applicazione pratica: LinuXTerminal

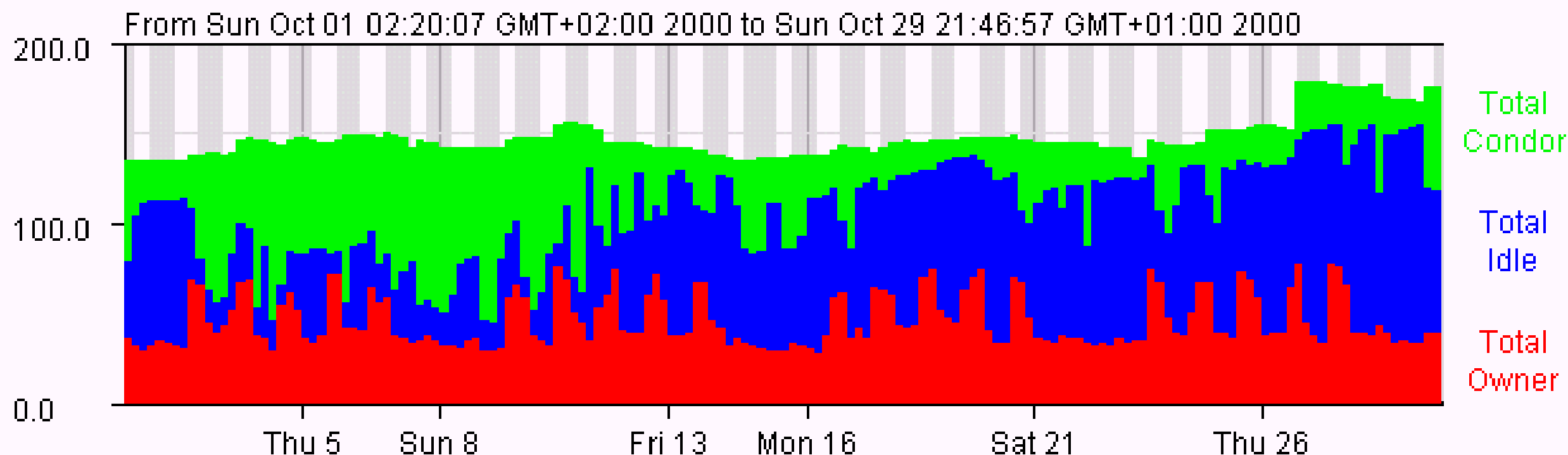


Sala utenti: su ogni macchina viene configurato il software (Xserver) che emula gli X-Terminal; le dieci macchine vengono inserite nel pool di Condor.

Viene assolta la richiesta di poter effettuare sessioni X sui vari host della Sezione; l'inserimento nel pool di Condor delle macchine della Sala Utenti ne consente l'utilizzo 24 ore su 24.

Risultati del Pool di Condor nell' INFN

INFN Condor Pool Machine Statistics for Oct 2000



Pool di Condor	115 alpha + 85 Intel	n. macchine 200
tempo CPU/anno offerto	360.000 ore	n. macchine 40

Dal WEB ...

Il WEB

**ha trasformato i calcolatori di tutto il mondo
in**

un unico grande archivio

accessibile molto facilmente

da tutti



... alla GRID

**Il progetto GRID
ha trasformato i calcolatori di tutto il mondo**

in un'unica grande risorsa

**per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati,
da fruire in modo semplice e immediato**

**Grazie alla RETE
abbiamo potuto creare una ...**

WWG,

ovvero una

World Wide Grid

Come funziona la Grid?

**Ci avviciniamo alla
conclusione ...**

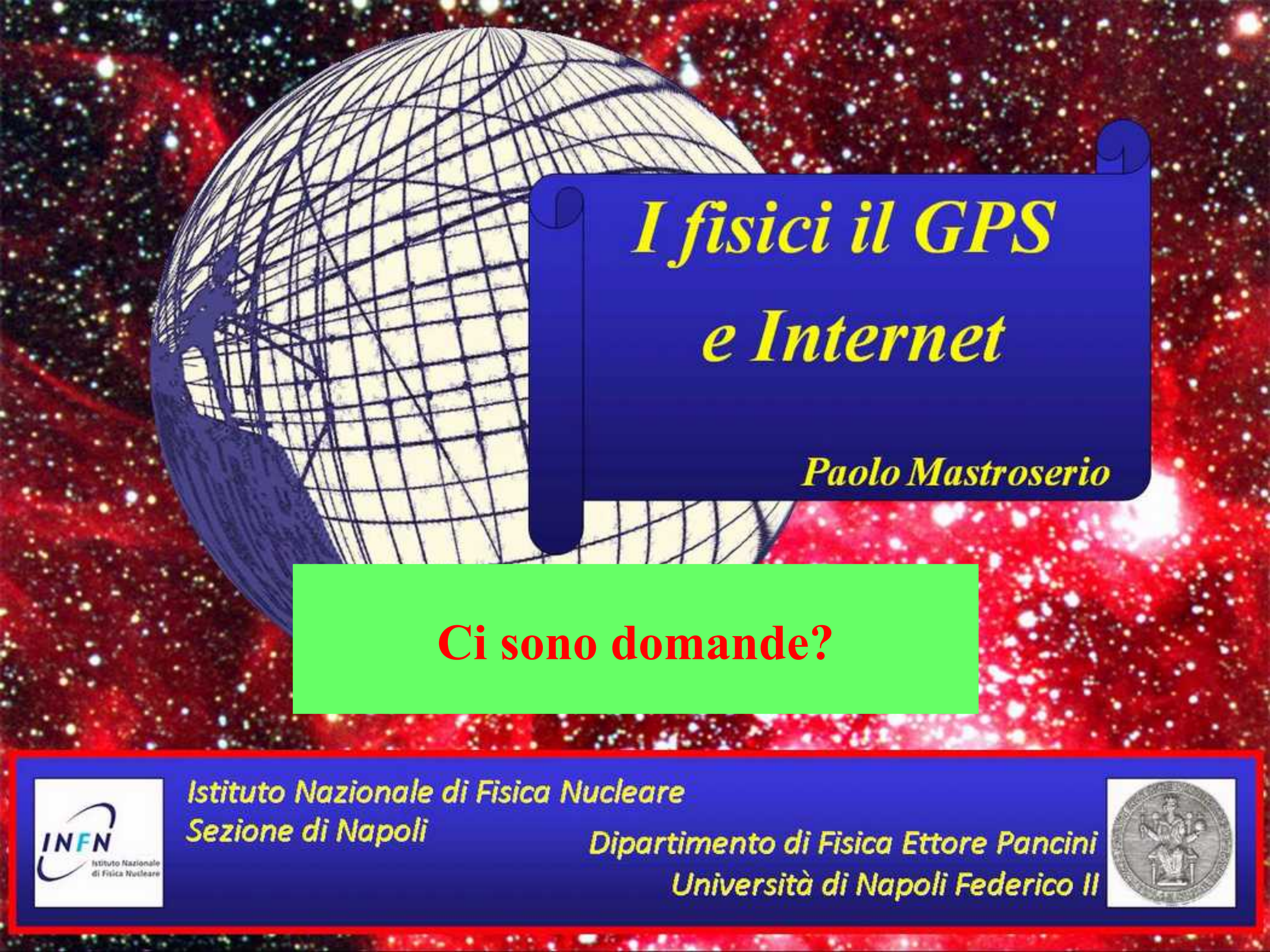
La trottola





**Wolfgang Pauli
(1900-1958)
premio Nobel per la fisica
nel 1945**

**Niels Bohr (1885-1962)
premio Nobel per la fisica
nel 1922**



I fisici il GPS e Internet

Paolo Mastroserio

Ci sono domande?



*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Sezione di Napoli*

*Dipartimento di Fisica Ettore Pancini
Università di Napoli Federico II*

