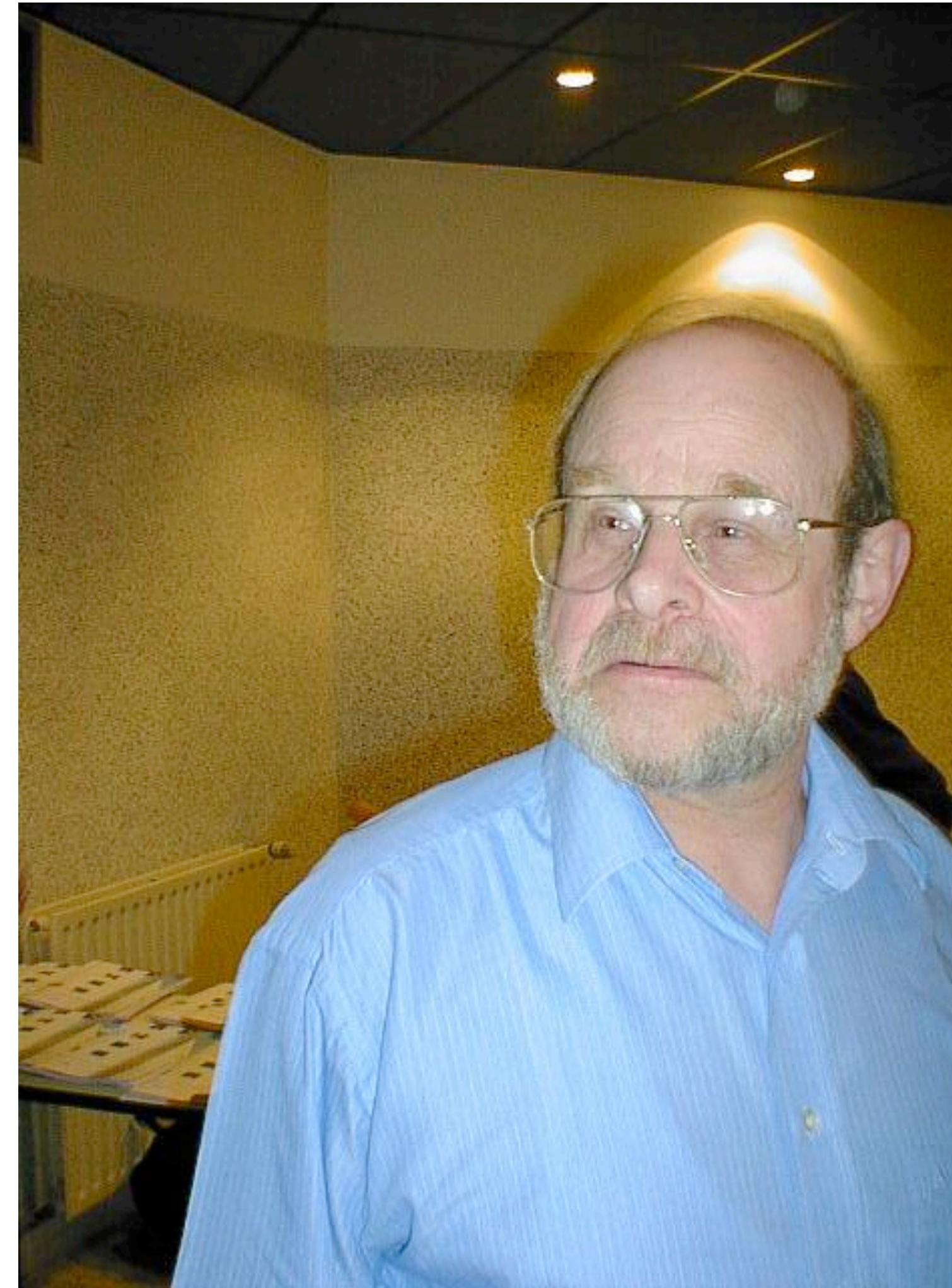


(pré)Histoire de l'informatique: quelques jalons...

Gilles Geeraerts

Guy Louchard 1936-2023



Informatique ?

- *Computer science is the study of **computation**, **information**, and **automation***
- L'informatique est un domaine d'activité scientifique, technique, et industriel concernant le **traitement automatique** de l'**information** numérique par l'exécution de programmes informatiques hébergés par des dispositifs électriques-électroniques

Wikipedia

Mécanisation du raisonnement

- *Άναλυτικὰ Πρότερα* ~ 350 avant JC
- *συλλογισμός*: syllogisme
 - Tous les humains sont mortels
 - Socrate est un humain
 - Donc, Socrate est mortel



Aristote 384–322 avant JC

Syllogisme

- Tous les Tugudus sont des Coin-Coin
- Tagadapouetpouet est un Tugudu
- Donc, Tagadapouetpouet est un Coin-Coin



Aristote après un TD CI

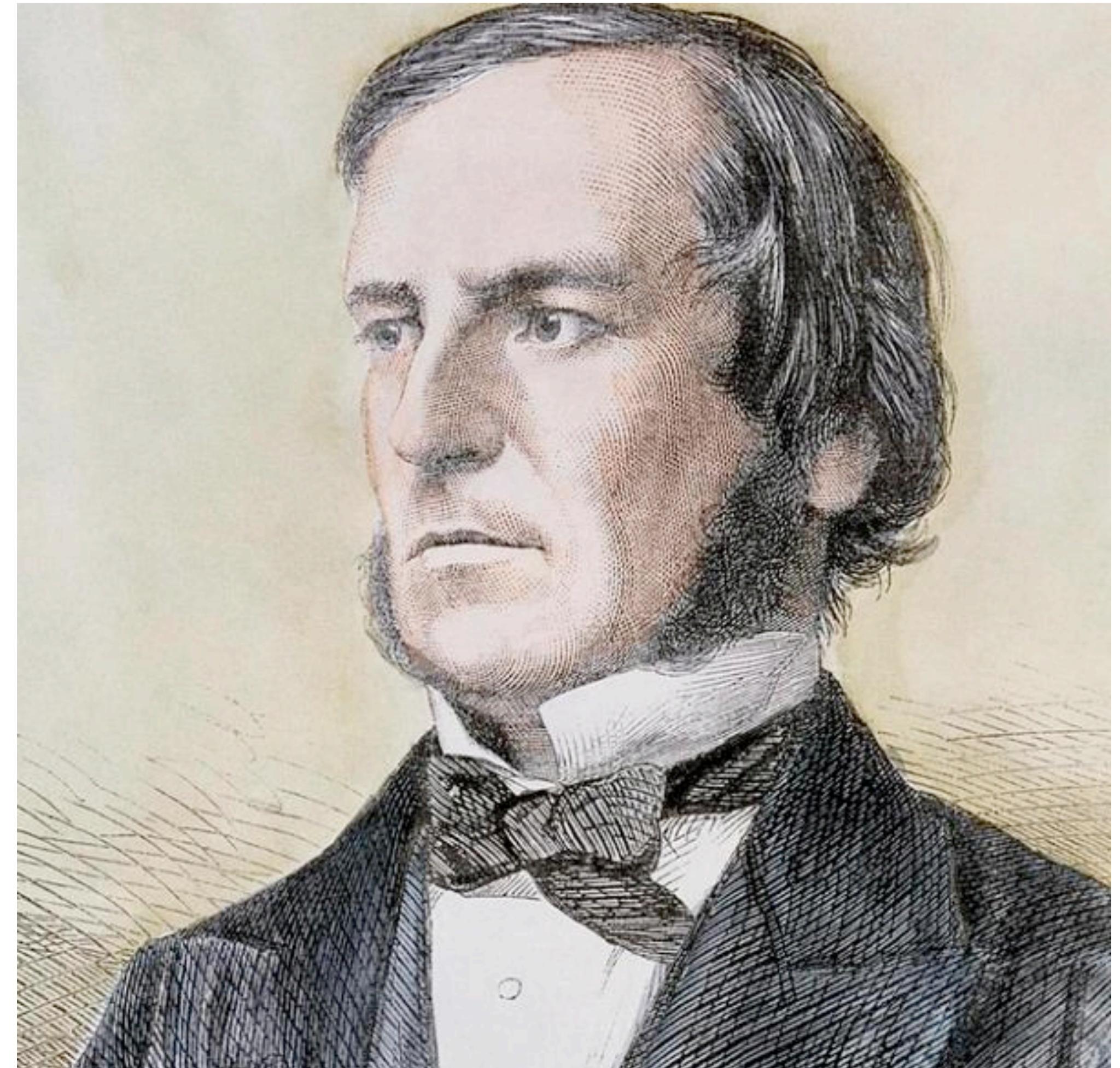
Logique et mathématique ?

- Jusqu'au XIX ème siècle, la logique était considérée comme une branche de la philosophie
- Les raisonnements logiques sont exprimés en langue naturelle



George Boole

- 1815 (UK) – 1864 (Irlande)
- Son père, cordonnier, fabriquait des télescopes et avait même essayé de fabriquer une machine à calculer...
- Il apprend les mathématiques en autodidacte dès l'âge de 16 ans...
- Devient professeur à l'University College à Dublin



An Investigation of the Laws of Thought

PROPOSITION III.

If x represent any class of objects, then will $1 - x$ represent the contrary or supplementary class of objects., i.e. the class including all objects which are not comprehended in the class x .

For greater distinctness of conception let x represent the class men, and let us express, according to the last Proposition, the Universe by 1; now if from the conception of the Universe, as consisting of "men" and "not-men," we exclude the conception of "men," the resulting conception is that of the contrary class, "not-men." Hence the class "not-men" will be represented by $1 - x$. And, in general, whatever class of objects is represented by the symbol x , the contrary class will be expressed by $1 - x$.

15. Although the following Proposition belongs in strictness to a future chapter of this work, devoted to the subject of *maxims* or *necessary truths*, yet, on account of the great importance of that law of thought to which it relates, it has been thought proper to introduce it here.

PROPOSITION IV.

That axiom of metaphysicians which is termed the principle of contradiction, and which affirms that it is impossible for any being to possess a quality, and at the same time not to possess it, is a consequence of the fundamental law of thought, whose expression is $x^2 = x$.

An Investigation of the Laws of Thought

PROPOSITION III.

If x represent any class of objects, then will $1 - x$ represent the supplementary class of objects., i.e. the class including all objects comprehended in the class x .

For greater distinctness of conception let x represent thus express, according to the last Proposition, the Universe by conception of the Universe, as consisting of "men" and "not-men." By the conception of "men," the resulting conception is that of "not-men." Hence the class "not-men" will be represented general, whatever class of objects is represented by the symbol x . The class will be expressed by $1 - x$.

15. Although the following Proposition belongs in strictly chapter of this work, devoted to the subject of *maxims* or *laws*, on account of the great importance of that law of thought it has been thought proper to introduce it here.

PROPOSITION IV.

That axiom of metaphysicians which is termed the principle of non-contradiction, and which affirms that it is impossible for any being to possess a quality at the same time not to possess it, is a consequence of the law of thought, whose expression is $x^2 = x$.

Let us write this equation in the form

$$x - x^2 = 0,$$

whence we have

$$x(1 - x) = 0; \quad (1)$$

both these transformations being justified by the axiomatic laws of combination and transposition (II. 13). Let us, for simplicity of conception, give to the symbol x the particular interpretation of *men*, then $1 - x$ will represent the class: of "not-men" (Prop. III.) Now the formal product of the expressions of two classes represents that class of individuals which is common to them both (II. 6). Hence $x(1 - x)$ will represent the class whose members are at once "men," and "not men," and the equation (1) thus express the principle, *that a class whose members are at the same time men and not men does not exist*. In other words, that *it is impossible for the same individual to be at the same time a man and not a man*. Now let the meaning of the symbol x be extended from the representing of "men," to that of any class of beings characterized by the possession of any quality whatever; and the equation (1) will then express that it is impossible for a being to possess a quality and not to possess that quality at the same time. But this is identically that "principle of contradiction" which Aristotle has described as the fundamental axiom of all philosophy. "It is impossible that the same quality should both belong and not belong to the same thing.... This is the most certain of all principles.... Wherefore they who demonstrate refer to this as an ultimate opinion. For it is by nature the source of all the other axioms."¹

An Investigation of the Laws of Thought

An Investigation of the Laws of Thought

10. RULE.—*When both Subject and Predicate of a Proposition are universal, form the separate expressions for them, and connect them by the sign =.*

This case will usually present itself in the expression of the definitions of science, or of subjects treated after the manner of pure science. Mr. Senior's definition of wealth affords a good example of this kind, viz.:

“Wealth consists of things transferable, limited in supply, and either productive of pleasure or preventive of pain.”

Before proceeding to express this definition symbolically, it must be remarked that the conjunction *and* is superfluous. Wealth is really defined by its possession of three properties or qualities, not by its composition out of three classes or collections of objects. Omitting then the conjunction *and*, let us make

w = wealth.

t = things transferable.

s = limited in supply.

p = productive of pleasure.

r = preventive of pain.

An Investigation of the Laws of Thought

10. RULE.—*When both Subject and Predicate of a Proposition are universal, form the separate expressions for them, and connect them by the sign =.*

This case will usually present itself in the expression of the definitions of science, or of subjects treated after the manner of pure science. Mr. Senior's definition of wealth affords a good example of this kind, viz.:

“Wealth consists of things transferable, limited in supply, and either productive of pleasure or preventive of pain.”

Before proceeding to express this definition symbolically, it must be remarked that the conjunction *and* is superfluous. Wealth is really defined by its possession of three properties.

w =
t =
s =
p =
r =

Now it is plain from the nature of the subject, that the expression, “Either productive of pleasure or preventive of pain,” in the above definition, is meant to be equivalent to “Either productive of pleasure; or, if not productive of pleasure, preventive of pain.” Thus the class of things which the above expression, taken alone, would define, would consist of all things productive of pleasure, together with all things not productive of pleasure, but preventive of pain, and its symbolical expression would be

$$p + (1 - p)r.$$

Algèbre Booléenne

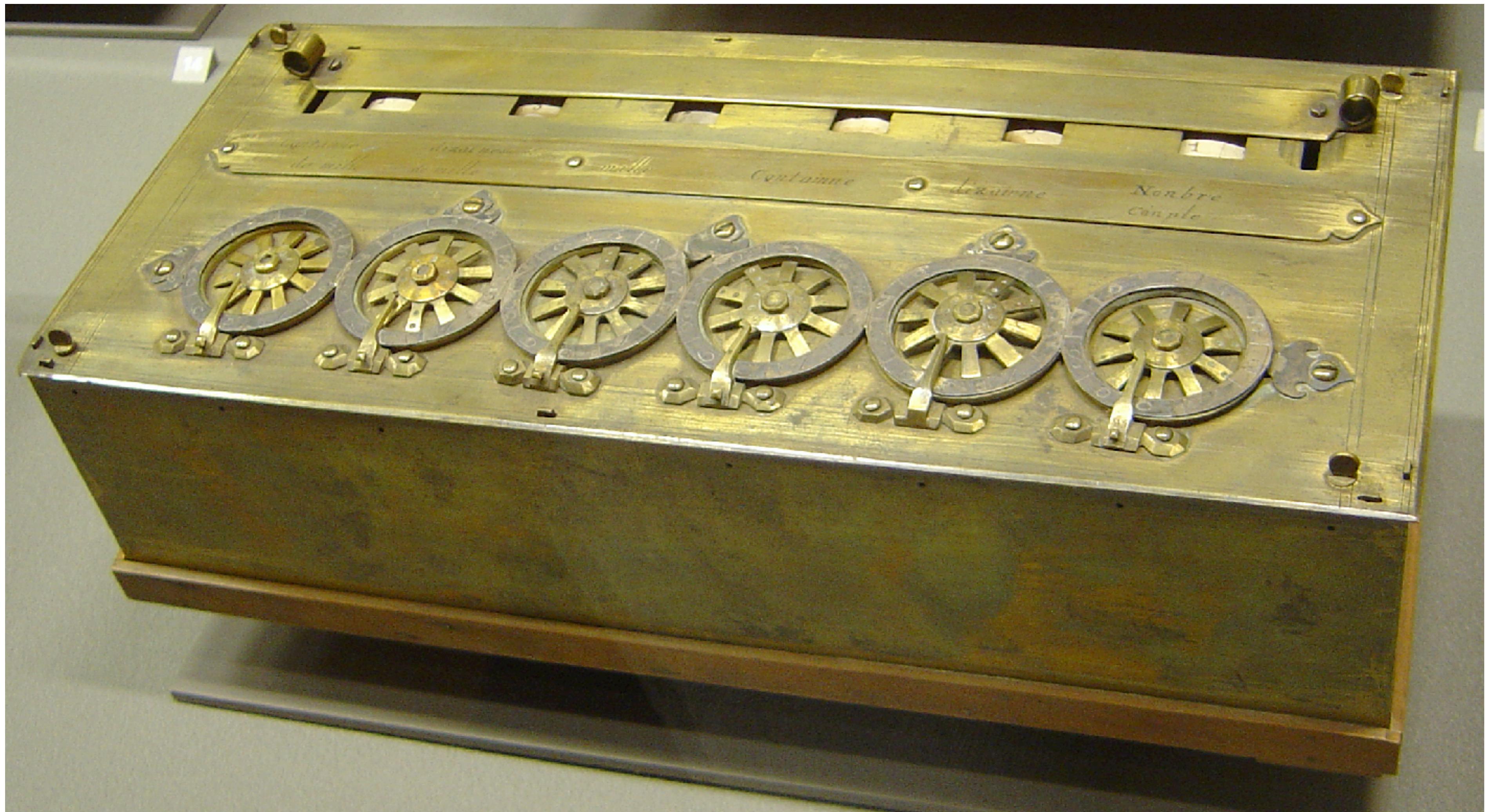
1.	$x + 0 = x$	(Additive Identity)
2.	$x + (y + z) = (x + y) + z$	(Associativity)
3.	$x + y = y + x$	(Commutativity)
4.	$x + (1-x) = 1$	(Not operator)
5.	$x1 = x$	(Multiplicative Identity)
6.	$x0 = 0$	
7.	$x + 1 = 1$	
8.	$xy = yx$	(Commutativity)
9.	$x(yz) = (xy)z$	(Associativity)
10.	$x(y + z) = xy + xz$	(Distributive)
11.	$x(y-z) = xy-xz$	(Distributive)
12.	$x^2 = x$	(Idempotent)
13.	$x^n = x$	

Blaise Pascal

- 1623-1662
- mathématicien, physicien, écrivain, philosophe...
- inventeur de la première machine à calculer



Pascaline



Brunsviga 13RM

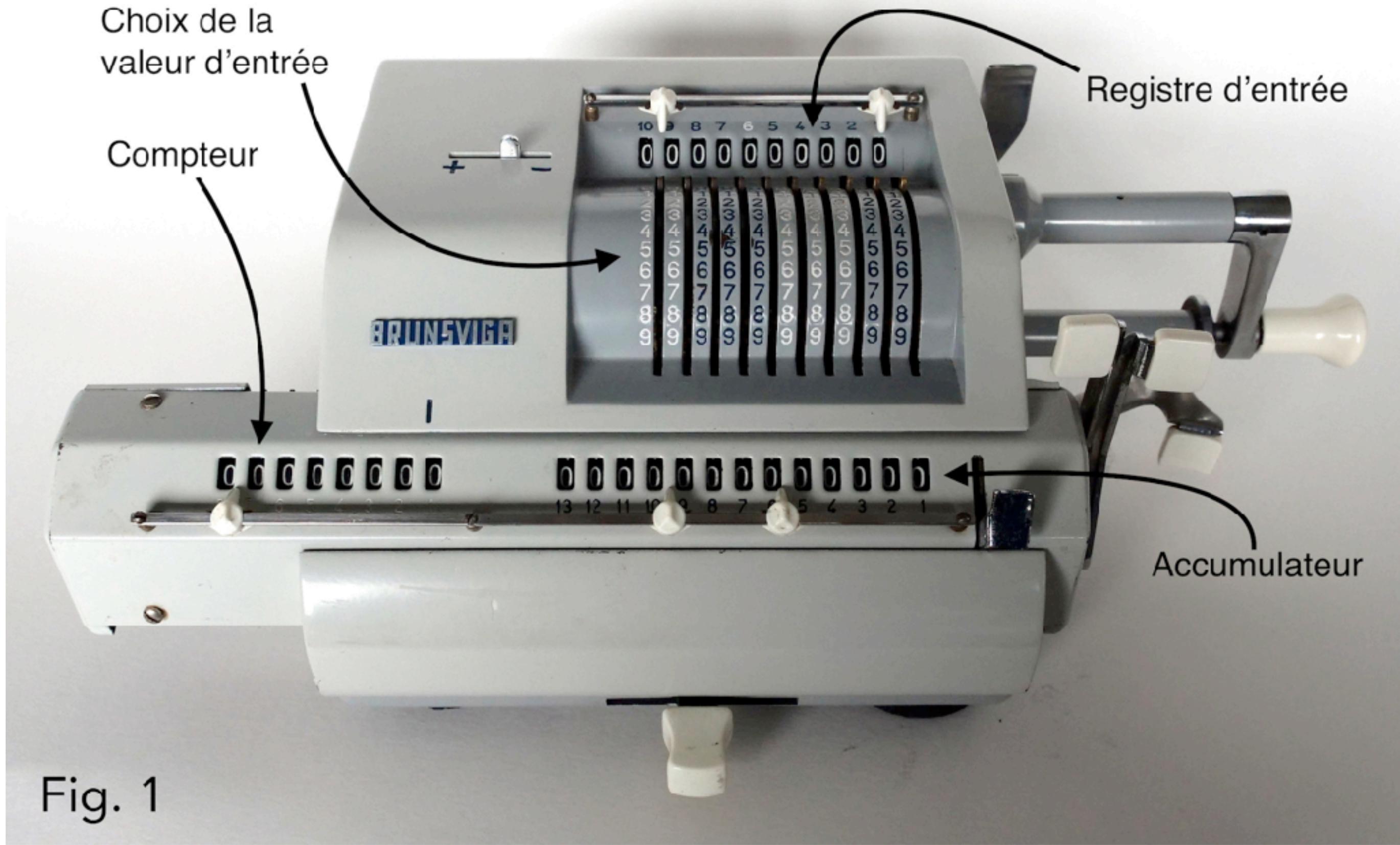
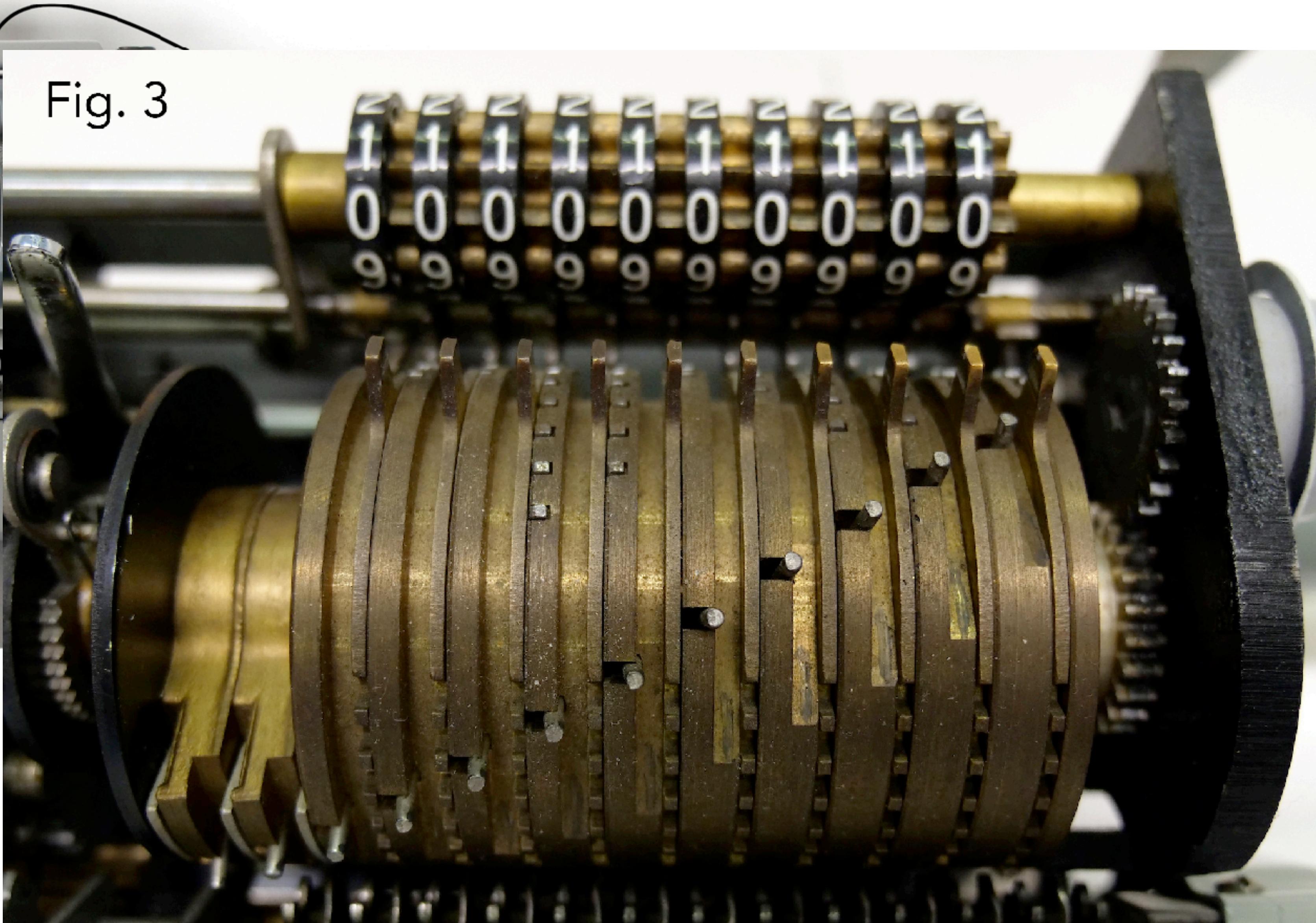
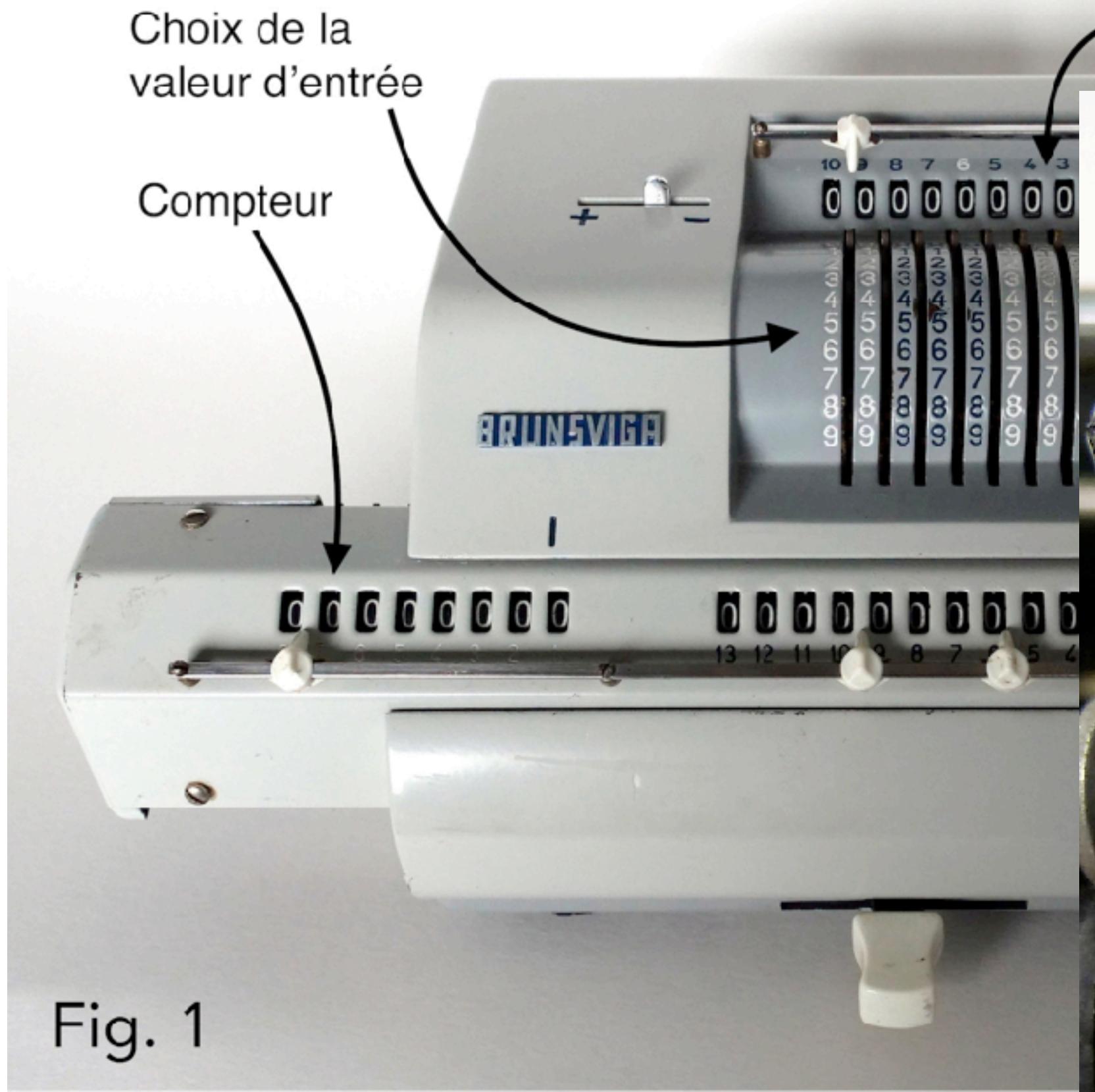


Fig. 1

Brunsviga 13RM



Friden ~ années 1950



Joseph Marie Jacquard

- 1752-1834, tisserand français
- Invente (1803) un métier à tisser automatique, dont les motifs sont stockés sur des cartes perforées



Charles Babbage

- 1791-1871, Royaume-Uni
- Un des fondateurs de la *Royal Astronomical Society*
- Intéressé par le calcul des tables astronomiques et des tables de logarithmes



Tables de logarithmes

Table des logarithmes décimaux entre 1 et 100

N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)
1	0	21	1,322 22	41	1,612 78	61	1,785 33	81	1,908 49
2	0,301 03	22	1,342 42	42	1,623 25	62	1,792 39	82	1,913 81
3	0,477 12	23	1,361 73	43	1,633 47	63	1,799 34	83	1,919 08
4	0,602 06	24	1,380 21	44	1,643 45	64	1,806 18	84	1,924 28
5	0,698 97	25	1,397 94	45	1,653 21	65	1,812 91	85	1,929 42
6	0,778 15	26	1,414 97	46	1,662 76	66	1,819 54	86	1,934 5
7	0,845 1	27	1,431 36	47	1,672 1	67	1,826 07	87	1,939 52
8	0,903 09	28	1,447 16	48	1,681 24	68	1,832 51	88	1,944 48
9	0,954 24	29	1,462 4	49	1,690 2	69	1,838 85	89	1,949 39
10	1	30	1,477 12	50	1,698 97	70	1,845 1	90	1,954 24
11	1,041 39	31	1,491 36	51	1,707 57	71	1,851 26	91	1,959 04
12	1,079 18	32	1,505 15	52	1,716	72	1,857 33	92	1,963 79
13	1,113 94	33	1,518 51	53	1,724 28	73	1,863 32	93	1,968 48
14	1,146 13	34	1,531 48	54	1,732 39	74	1,869 23	94	1,973 13
15	1,176 09	35	1,544 07	55	1,740 36	75	1,875 06	95	1,977 72
16	1,204 12	36	1,556 3	56	1,748 19	76	1,880 81	96	1,982 27
17	1,230 45	37	1,568 2	57	1,755 87	77	1,886 49	97	1,986 77
18	1,255 27	38	1,579 78	58	1,763 43	78	1,892 09	98	1,991 23
19	1,278 75	39	1,591 06	59	1,770 85	79	1,897 63	99	1,995 64
20	1,301 03	40	1,602 06	60	1,778 15	80	1,903 09	100	2

Tables de logarithmes

Table des logarithmes décimaux entre 1 et 100

N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)
1	0	21	1,322 22	41	1,612 78	61	1,785 33	81	1,908 49
2	0,301 03	22	1,342 42	42	1,623 25	62	1,792 39	82	1,913 81
3	0,477 12	23	1,361 73	43	1,633 47	63	1,799 34	83	1,919 08
4	0,602 06	24	1,380 21	44	1,643 45	64	1,806 18	84	1,924 28
5	0,698 97	25	1,397 94	45	1,653 21	65	1,812 91	85	1,929 42
6	0,778 15	26	1,414 97	46	1,662 76	66	1,819 54	86	1,934 5
7	0,845 1	27	1,431 36	47	1,672 1	67	1,826 07	87	1,939 52
8	0,903 09	28	1,447 16	48	1,681 24	68	1,832 51	88	1,944 48
9	0,954 24	29	1,462 4	49	1,690 2	69	1,838 85	89	1,949 39
10	1	30	1,477 12	50	1,698 97	70	1,845 1	90	1,954 24
11	1,041 39	31	1,491 36	51	1,707 57	71	1,851 26	91	1,959 04
12	1,079 18	32	1,505 15	52	1,716	72	1,857 33	92	1,963 79
13	1,113 94	33	1,518 51	53	1,724 28	73	1,863 32	93	1,968 48
14	1,146 13	34	1,531 48	54	1,732 39	74	1,869 23	94	1,973 13
15	1,176 09	35	1,544 07	55	1,740 36	75	1,875 06	95	1,977 72
16	1,204 12	36	1,556 3	56	1,748 19	76	1,880 81	96	1,982 27
17	1,230 45	37	1,568 2	57	1,755 87	77	1,886 49	97	1,986 77
18	1,255 27	38	1,579 78	58	1,763 43	78	1,892 09	98	1,991 23
19	1,278 75	39	1,591 06	59	1,770 85	79	1,897 63	99	1,995 64
20	1,301 03	40	1,602 06	60	1,778 15	80	1,903 09	100	2

Tables de logarithmes

Table des logarithmes décimaux entre 1 et 100

N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)
1	0	21	1,322 22	41	1,612 78	61	1,785 33	81	1,908 49
2	0,301 03	22	1,342 42	42	1,623 25	62	1,792 39	82	1,913 81
3	0,477 12	23	1,361 73	43	1,633 47	63	1,799 34	83	1,919 08
4	0,602 06	24	1,380 21	44	1,643 45	64	1,806 18	84	1,924 28
5	0,698 97	25	1,397 94	45	1,653 21	65	1,812 91	85	1,929 42
6	0,778 15	26	1,414 97	46	1,662 76	66	1,819 54	86	1,934 5
7	0,845 1	27	1,431 36	47	1,672 1	67	1,826 07	87	1,939 52
8	0,903 09	28	1,447 16	48	1,681 24	68	1,832 51	88	1,944 48
9	0,954 24	29	1,462 4	49	1,690 2	69	1,838 85	89	1,949 39
10	1	30	1,477 12	50	1,698 97	70	1,845 1	90	1,954 24
11	1,041 39	31	1,491 36	51	1,707 57	71	1,851 26	91	1,959 04
12	1,079 18	32	1,505 15	52	1,716	72	1,857 33	92	1,963 79
13	1,113 94	33	1,518 51	53	1,724 28	73	1,863 32	93	1,968 48
14	1,146 13	34	1,531 48	54	1,732 39	74	1,869 23	94	1,973 13
15	1,176 09	35	1,544 07	55	1,740 36	75	1,875 06	95	1,977 72
16	1,204 12	36	1,556 3	56	1,748 19	76	1,880 81	96	1,982 27
17	1,230 45	37	1,568 2	57	1,755 87	77	1,886 49	97	1,986 77
18	1,255 27	38	1,579 78	58	1,763 43	78	1,892 09	98	1,991 23
19	1,278 75	39	1,591 06	59	1,770 85	79	1,897 63	99	1,995 64
20	1,301 03	40	1,602 06	60	1,778 15	80	1,903 09	100	2

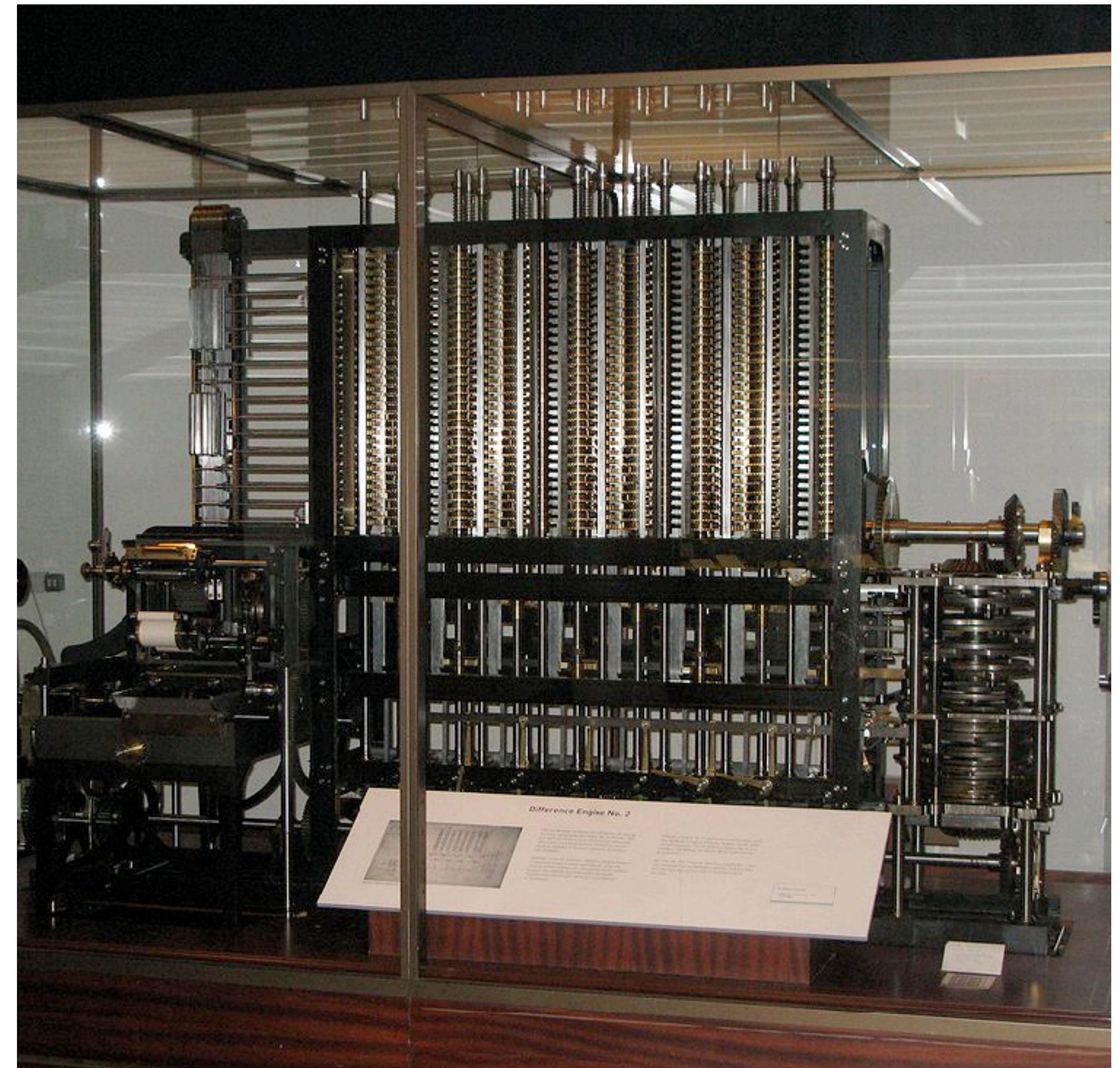
Tables de logarithmes

Table des logarithmes décimaux entre 1 et 100

N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)	N	ln(N)
1	0	21	1,322 22	41	1,612 78	61	1,785 33	81	1,908 49
2	0,301 03	22	1,342 42	42	1,623 25	62	1,792 39	82	1,913 81
3	0,477 12	23	1,361 73	43	1,633 47	63	1,799 34	83	1,919 08
4	0,602 06	24	1,380 21	44	1,643 45	64	1,806 18	84	1,924 28
5	0,698 97	25	1,397 94	45	1,653 21	65	1,812 91	85	1,929 42
6	0,778 15	26	1,414 97	46	1,662 76	66	1,819 54	86	1,934 5
7	0,845 1	27	1,431 36	47	1,672 1	67	1,826 07	87	1,939 52
8	0,903 09	28	1,447 16	48	1,681 24	68	1,832 51	88	1,944 48
9	0,954 24	29	1,462 4	49	1,690 2	69	1,838 85	89	1,949 39
10	1	30	1,477 12	50	1,698 97	70	1,845 1	90	1,954 24
11	1,041 39	31	1,491 36	51	1,707 57	71	1,851 26	91	1,959 04
12	1,079 18	32	1,505 15	52	1,716	72	1,857 33	92	1,963 79
13	1,113 94	33	1,518 51	53	1,724 28	73	1,863 32	93	1,968 48
14	1,146 13	34	1,531 48	54	1,732 39	74	1,869 23	94	1,973 13
15	1,176 09	35	1,544 07	55	1,740 36	75	1,875 06	95	1,977 72
16	1,204 12	36	1,556 3	56	1,748 19	76	1,880 81	96	1,982 27
17	1,230 45	37	1,568 2	57	1,755 87	77	1,886 49	97	1,986 77
18	1,255 27	38	1,579 78	58	1,763 43	78	1,892 09	98	1,991 23
19	1,278 75	39	1,591 06	59	1,770 85	79	1,897 63	99	1,995 64
20	1,301 03	40	1,602 06	60	1,778 15	80	1,903 09	100	2

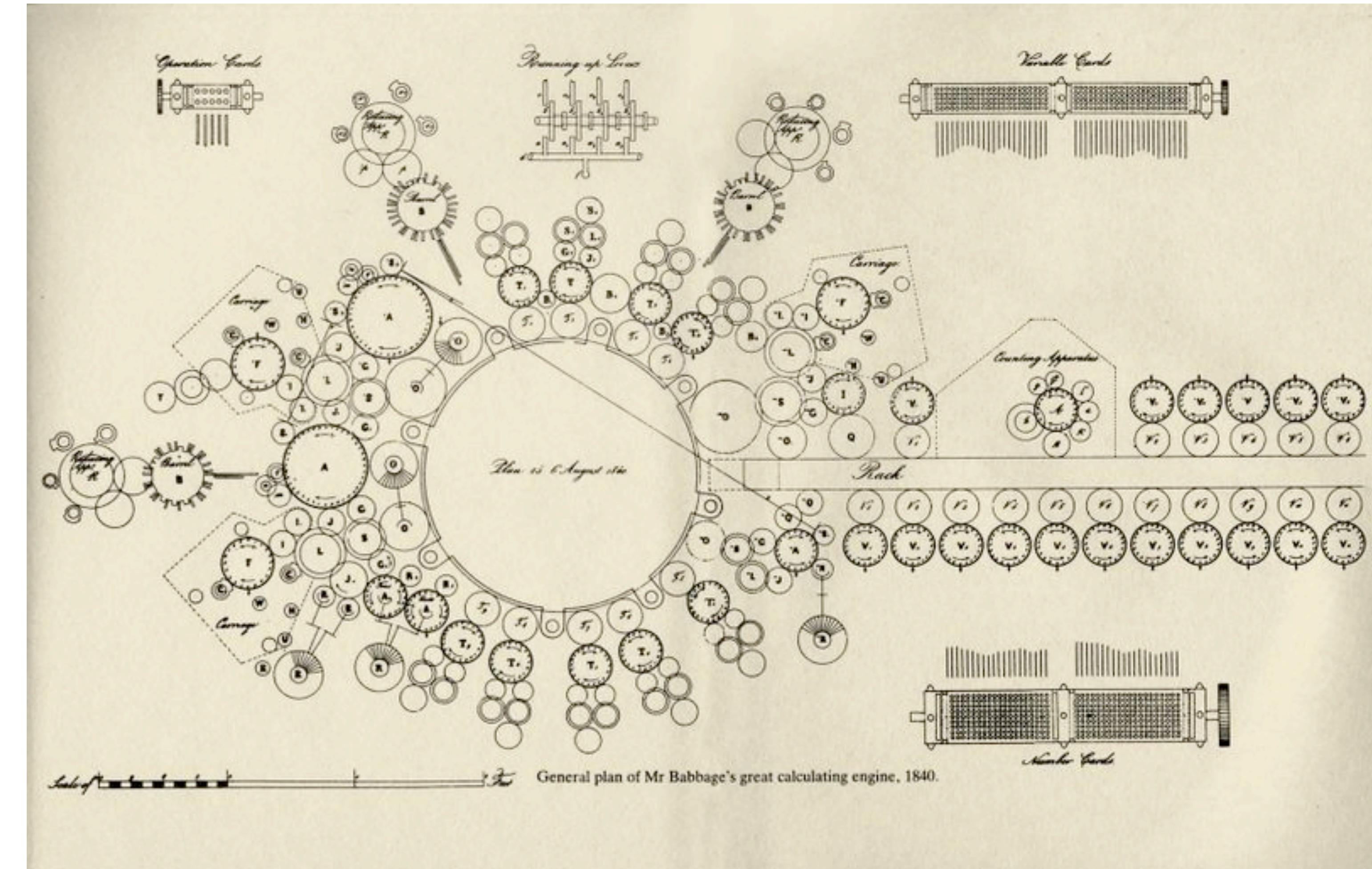
The difference engine

- Machine utilisée pour calculer des polynômes, utilisés pour approximer des logarithmes et d'autres fonctions
- Soutenue financièrement par le gouvernement britannique (jusqu'à 17 000£ en 1842)
- Jamais terminé du temps de Babbage, construit plus tard sur base de ses plans
- Pas un ordinateur...



The analytical engine

- Premier ordinateur de l'histoire:
conçu en 1840
- Programmable à l'aide de
cartes perforées
- Entièrement mécanique
- Jamais construit



Ada Lovelace

- 1815-1852, Royaume-Uni
- Fille du poète Lord Byron
- Amie proche de Babbage
- « Première programmeuse de l'histoire »...
pas vraiment...
- Première personne à avoir compris les applications possibles de l'ordinateur, au-delà du pur calcul



Ada première programmeuse ?

- En 1840, Ada Lovelace participe à la publication d'une traduction en français d'une conférence donnée par Babbage à Turin, transcrise par Menabrea
- Des notes sont ajoutées, dont le premier programme publié pour le calcul des nombres de Bernoulli
- Babbage avait déjà écrit d'autres programmes (non publiés) plusieurs années avant

Number of Operation.				Nature of Operation.	Variables acted upon.	Variables receiving results.	Indication of change in the value on any Variable.	Statement of Results.	Data.				Working Variables.				Result Variables.						
1	2	n							IV ₁	IV ₂	IV ₃	oV ₄	oV ₅	oV ₆	oV ₇	oV ₈	oV ₉	oV ₁₀	oV ₁₁	oV ₁₂	oV ₁₃	IV ₂₁	
1	\times	$IV_2 \times IV_3$	IV_4, IV_5, IV_6	$\begin{cases} IV_2 = IV_2 \\ IV_3 = IV_3 \end{cases}$	$= 2n$...	2	n	2n	2n	2n									B_1
2	-	$IV_4 - IV_3$	IV_4	$\begin{cases} IV_4 = 2IV_4 \\ IV_3 = IV_1 \end{cases}$	$= 2n - 1$				1	2n - 1											B_2
3	+	$IV_5 + IV_1$	IV_5	$\begin{cases} IV_5 = 2IV_5 \\ IV_1 = IV_1 \end{cases}$	$= 2n + 1$				1	2n + 1										B_3
4	+	$2IV_5 + 2IV_4$	IV_{11}	$\begin{cases} 2IV_5 = oV_5 \\ 2IV_4 = oV_4 \end{cases}$	$= 2n - 1$				0	0						B_4
5	+	$IV_{11} + IV_2$	IV_{11}	$\begin{cases} IV_{11} = IV_{11} \\ IV_2 = IV_2 \end{cases}$	$= \frac{1}{2} \cdot \frac{2n - 1}{2n + 1}$				2						B_5	
6	-	$IV_{13} - 2IV_3$	IV_{12}	$\begin{cases} 2IV_3 = oV_{13} \\ IV_{13} = IV_{13} \end{cases}$	$= \frac{1}{2} \cdot \frac{2n - 1}{2n + 1} = A_0$									B_6	
7	-	$IV_3 - IV_1$	IV_{10}	$\begin{cases} IV_3 = IV_3 \\ IV_1 = IV_1 \end{cases}$	$= n - 1 (= 3)$				1	...	n	n - 1				B_7
8	+	$IV_2 + oV_7$	IV_2	$\begin{cases} IV_2 = IV_2 \\ oV_7 = IV_7 \end{cases}$	$= 2 + 0 = 2$...	2	2								B_8
9	-	$IV_6 + IV_7$	IV_{11}	$\begin{cases} IV_6 = IV_6 \\ IV_7 = IV_{11} \end{cases}$	$= \frac{2n}{2} = A_1$				2n	2						B_9	
10	\times	$IV_{21} \times 3IV_{11}$	IV_{12}	$\begin{cases} IV_{21} = IV_{21} \\ 3IV_{11} = 3IV_{11} \end{cases}$	$= B_1 \cdot \frac{2n}{2} = B_1 A_1$									B_{10}	
11	+	$IV_{12} + IV_{13}$	IV_{12}	$\begin{cases} IV_{12} = IV_{12} \\ IV_{13} = IV_{13} \end{cases}$	$= -\frac{1}{2} \cdot \frac{2n - 1}{2n + 1} + B_1 \cdot \frac{2n}{2}$									B_{11}	
12	-	$IV_{10} - IV_1$	IV_{10}	$\begin{cases} IV_{10} = IV_{10} \\ IV_1 = IV_1 \end{cases}$	$= n - 2 (= 2)$				1	n - 2				B_{12}	
13	-	$IV_6 - IV_1$	IV_6	$\begin{cases} IV_6 = 2IV_6 \\ IV_1 = IV_1 \end{cases}$	$= 2n - 1$				1	2n - 1										B_{13}
14	+	$IV_1 + IV_7$	IV_7	$\begin{cases} IV_1 = IV_1 \\ IV_7 = IV_7 \end{cases}$	$= 2 + 1 = 3$				1	3										B_{14}
15	+	$2IV_6 + 2IV_7$	IV_8	$\begin{cases} 2IV_6 = 2IV_6 \\ 2IV_7 = 2IV_7 \end{cases}$	$= \frac{2n - 1}{3}$				2n - 1	3	$\frac{2n - 1}{3}$									B_{15}
16	\times	$IV_8 \times 3IV_{11}$	IV_{11}	$\begin{cases} IV_8 = oV_8 \\ 3IV_{11} = 3IV_{11} \end{cases}$	$= \frac{2n}{3} \cdot \frac{2n - 1}{3}$				0							B_{16}	
17	-	$IV_6 - IV_1$	IV_6	$\begin{cases} IV_6 = IV_6 \\ IV_1 = IV_1 \end{cases}$	$= 2n - 2$				1	2n - 2											B_{17}
18	+	$IV_1 + 2IV_7$	IV_7	$\begin{cases} IV_1 = IV_1 \\ 2IV_7 = 2IV_7 \end{cases}$	$= 3 + 1 = 4$				1	4											B_{18}
19	+	$3IV_6 + 3IV_7$	IV_9	$\begin{cases} 3IV_6 = 3IV_6 \\ 3IV_7 = 3IV_7 \end{cases}$	$= \frac{2n - 2}{4}$				2n - 2	4	$\frac{2n - 2}{4}$									B_{19}	
20	\times	$IV_9 \times 4IV_{11}$	IV_{11}	$\begin{cases} IV_9 = oV_9 \\ 4IV_{11} = 4IV_{11} \end{cases}$	$= \frac{2n}{3} \cdot \frac{2n - 1}{3} \cdot \frac{2n - 2}{4} = A_3$				0									B_{20}	
21	\times	$IV_{22} \times 3IV_{11}$	IV_{12}	$\begin{cases} IV_{22} = oV_{12} \\ 3IV_{11} = 3IV_{11} \end{cases}$	$= B_3 \cdot \frac{2n}{3} \cdot \frac{2n - 1}{3} \cdot \frac{2n - 2}{3} = B_3 A_2$				0					B_{21}		
22	+	$IV_{12} + 2IV_{13}$	IV_{13}	$\begin{cases} IV_{12} = oV_{12} \\ 2IV_{13} = 2IV_{13} \end{cases}$	$= A_0 + B_1 A_1 + B_2 A_2$									B_{22}	
23	-	$IV_{16} - IV_1$	IV_{10}	$\begin{cases} IV_{16} = IV_{16} \\ IV_1 = IV_1 \end{cases}$	$= n - 3 (= 1)$				1	n - 3				B_{23}	
24	+	$IV_{13} + oV_{24}$	IV_{24}	$\begin{cases} 4IV_{13} = oV_{13} \\ oV_{24} = oV_{24} \end{cases}$	$= B_7$									B_{24}	
25	+	$IV_1 + IV_3$	IV_3	$\begin{cases} IV_1 = IV_1 \\ IV_3 = IV_3 \end{cases}$	$= n + 1 = 4 + 1 = 5$				1	...	n + 1	...	0	0								B_{25}	

Here follows a repetition of Operations thirteen to twenty-three.

Ada Lovelace la visionnaire

« [The Analytical Engine] might act upon other things besides *number*, were objects found whose mutual fundamental relations could be expressed by those of the abstract science of operations, and which should be also susceptible of adaptations to the action of the operating notation and mechanism of the engine... Supposing, for instance, that the fundamental relations of pitched sounds in the science of harmony and of musical composition were susceptible of such expression and adaptations, the engine might compose elaborate and scientific pieces of music of any degree of complexity or extent. »

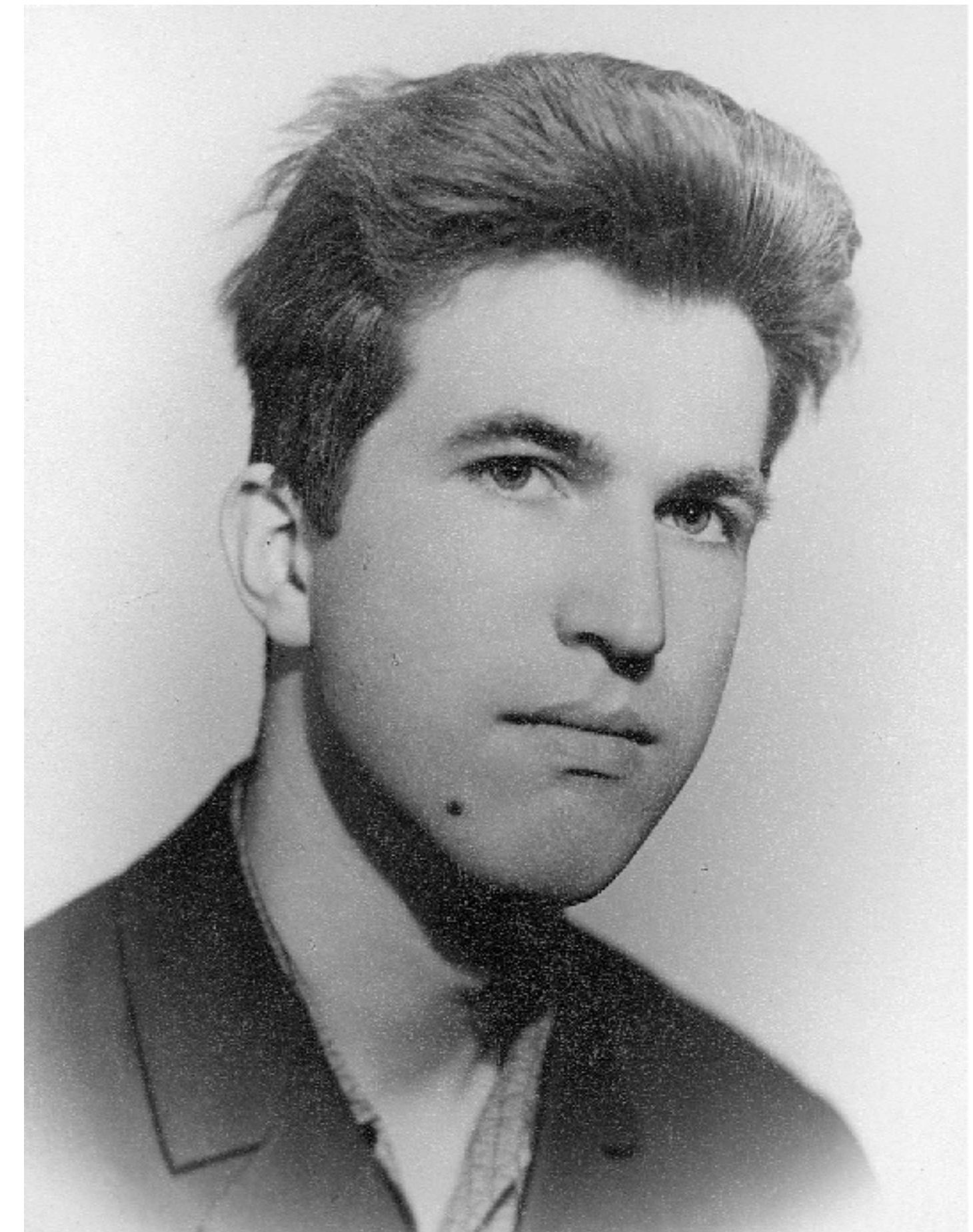
Hilbert et ses 23 problèmes

- 1862 - 1943, Allemagne
- Présente en 1900 23 problèmes à résoudre pour le vingtième siècle
- 10ème problème:
 - « *Trouver un algorithme déterminant si une équation diophantienne a des solutions.* »



Yuri Matiyasevich et le 10ème problème

- Né à Leningrad en 1947
- Prouve en 1970 que le dixième problème d'Hilbert n'a pas de solution car le problème est indécidable



Alan Turing

- 1912-1954, Royaume-Uni
- Étudiant d'Alonzo Church à Princeton, où il définit la notion de *machine de Turing*
- *On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem*



On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem

ON COMPUTABLE NUMBERS, WITH AN APPLICATION TO
THE ENTSCHEIDUNGSPROBLEM

By A. M. TURING.

[Received 28 May, 1936.—Read 12 November, 1936.]

The “computable” numbers may be described briefly as the real numbers whose expressions as a decimal are calculable by finite means.

On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem

ON COMPUTABLE NUMBERS, WITH AN APPLICATION TO THE ENTSCHEIDUNGSPROBLEM

B3

[Received 28 May 1936]

The “computable” numbers are those real numbers which are the values of functions which can be computed by a machine.

We may compare a man in the process of computing a real number to a machine which is only capable of a finite number of conditions q_1, q_2, \dots, q_n , which will be called “ m -configurations”. The machine is supplied with a “tape” (the analogue of paper) running through it, and divided into sections (called “squares”) each capable of bearing a “symbol”. At any moment there is just one square, say the r -th, bearing the symbol $\mathfrak{S}(r)$ which is “in the machine”. We may call this square the “scanned square”. The symbol on the scanned square may be called the “scanned symbol”. The “scanned symbol” is the only one of which the machine is, so to speak, “directly aware”. However, by altering its m -configuration the machine can effectively remember some of the symbols which it has “seen” (scanned) previously. The possible behaviour of the machine at any moment is determined by the m -configuration q_n and the scanned symbol $\mathfrak{S}(r)$. This pair $q_n, \mathfrak{S}(r)$ will be called the “configuration”: thus the configuration determines the possible behaviour of the machine.

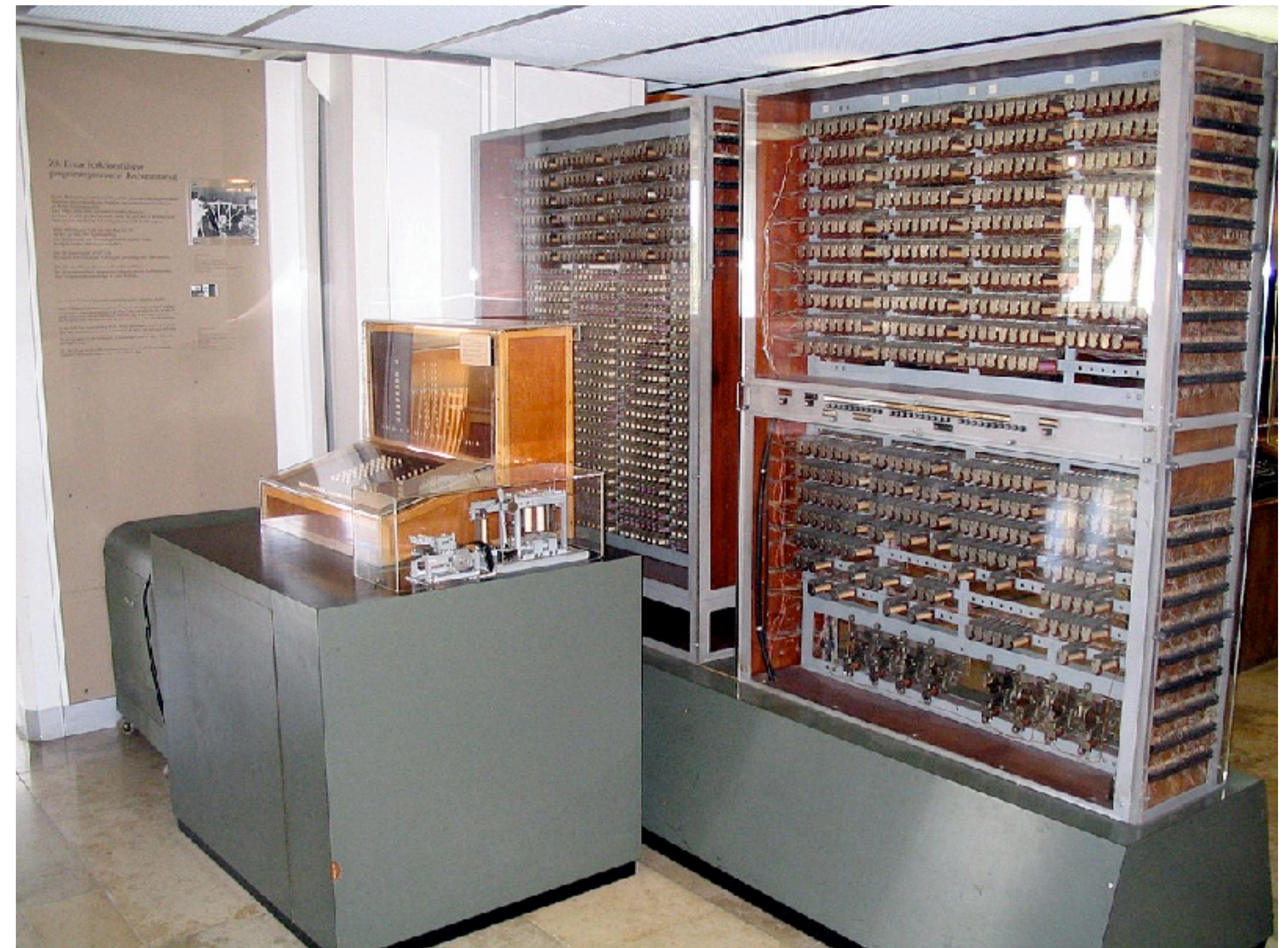
Konrad Zuse et le Z3

- 1910-1995 Allemagne
- Considéré comme le premier à avoir réalisé un ordinateur (Turing complet) fonctionnel (électromécanique) en 1941



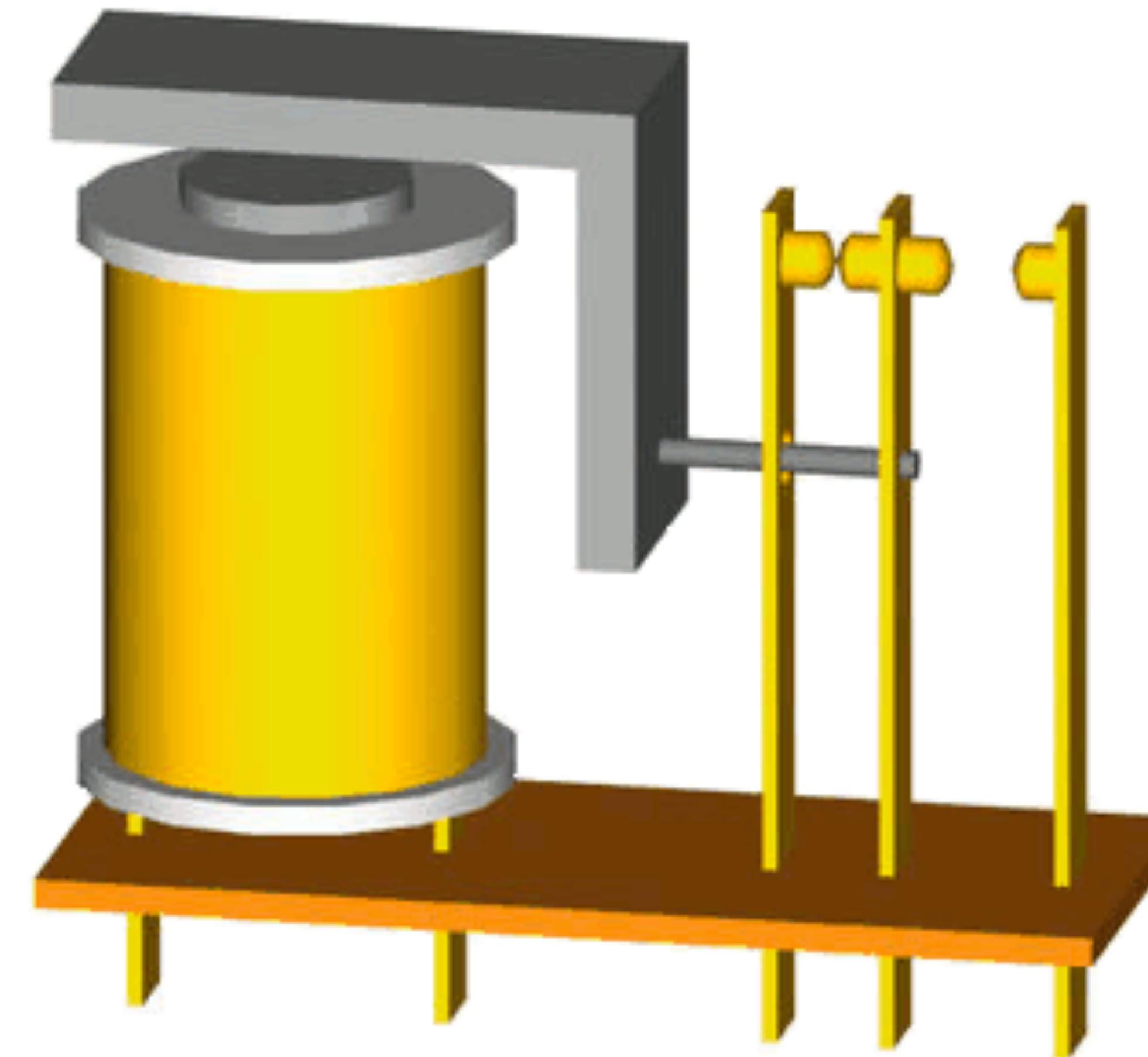
Le Z3

- Ordinateur électromécanique composé de 2000 relais
- Vitesse: entre 5,3 Hz
- Programmes sur rubans perforés
- 4000 Watts !

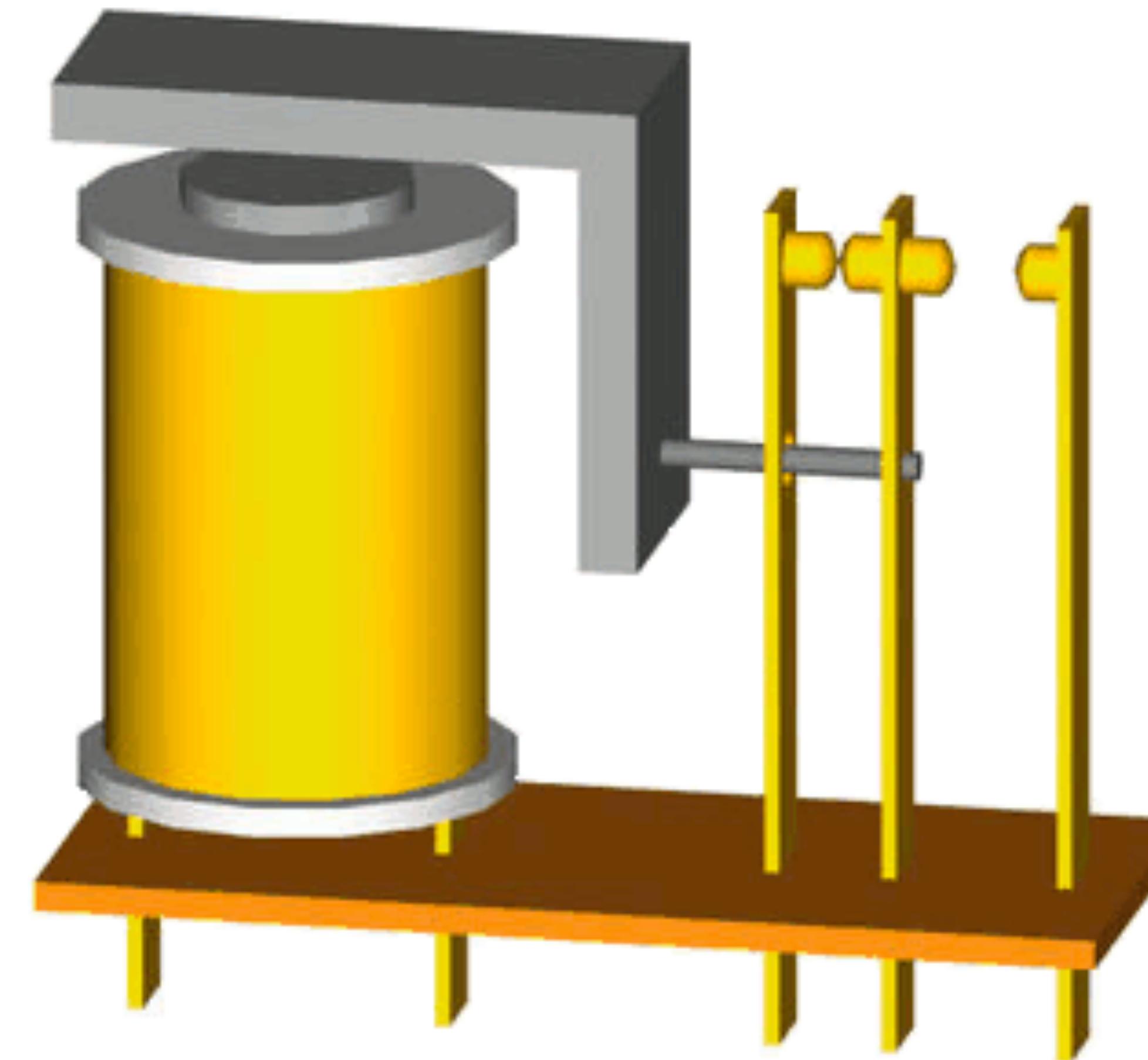


(replique au musée allemand de Munich)

Relais électromécanique

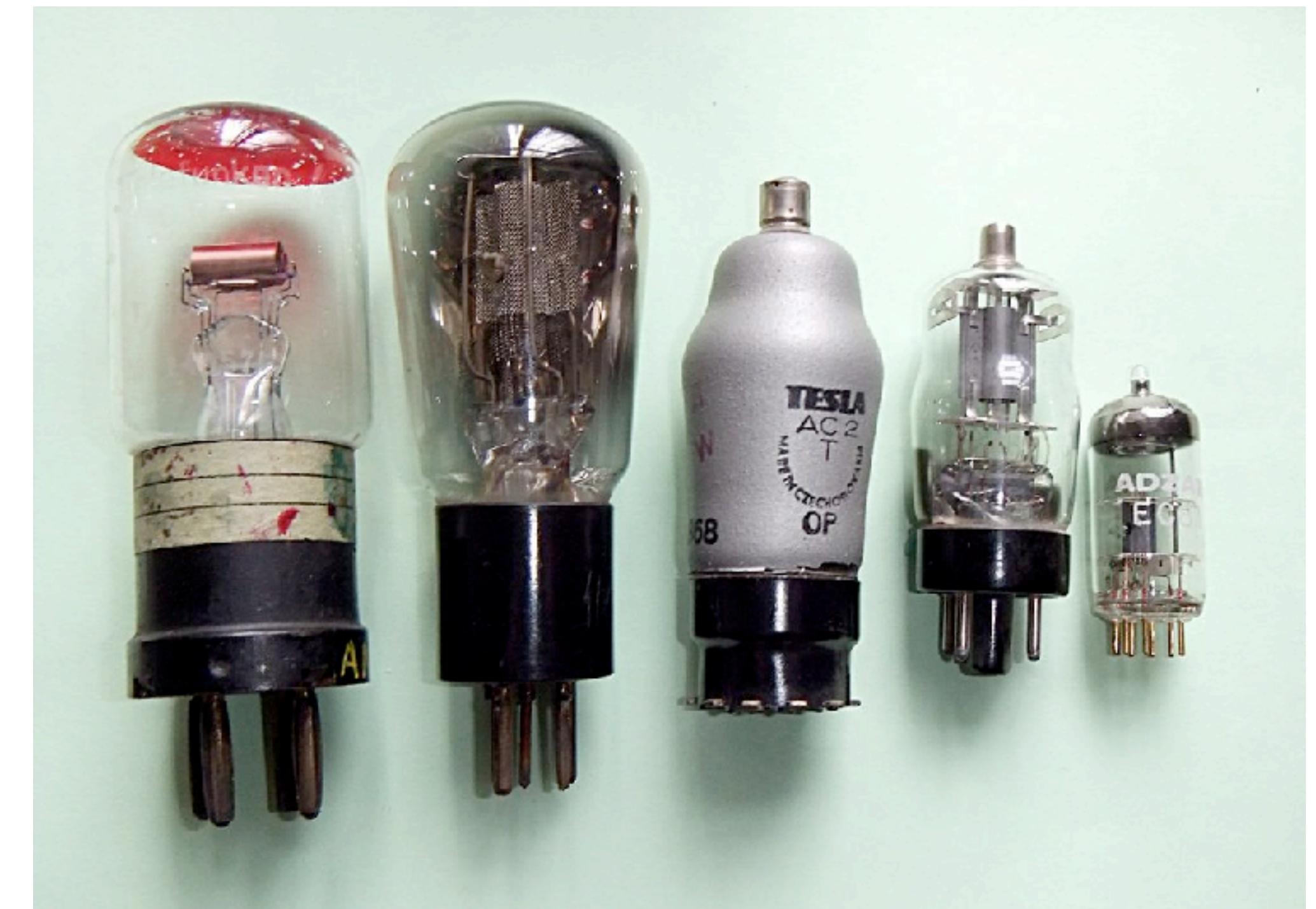
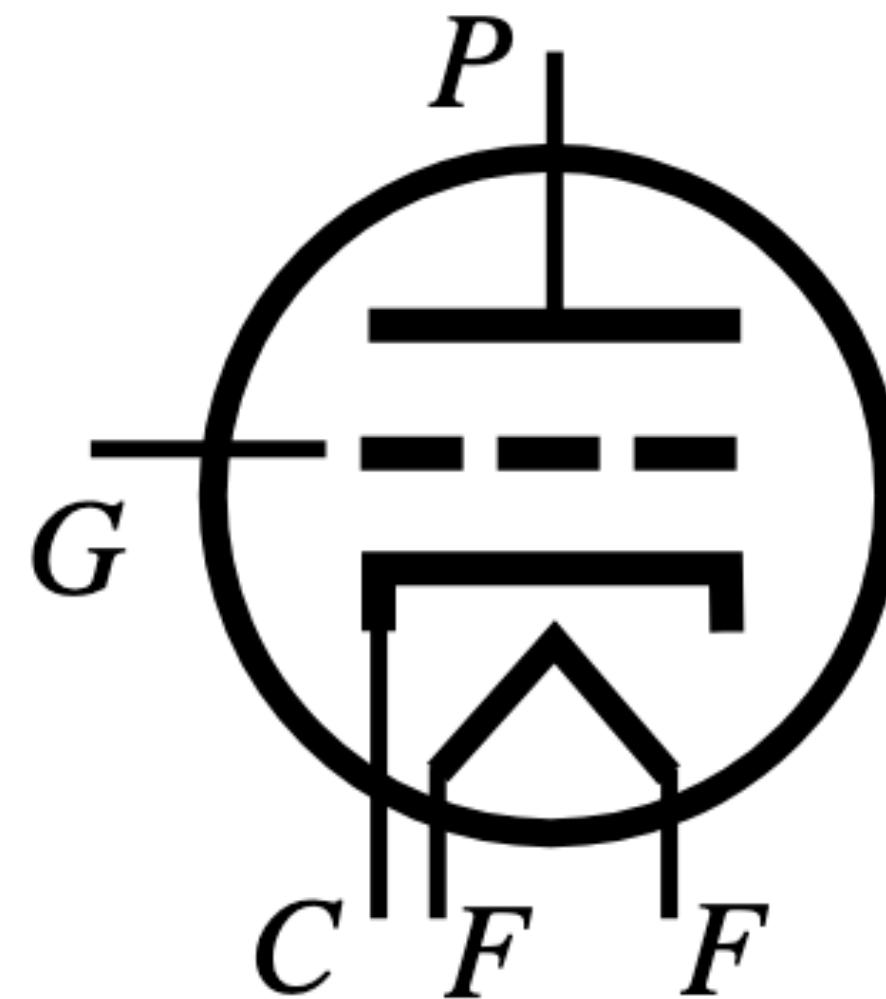


Relais électromécanique



Lampes à vide

- Composant électronique inventé vers 1906
- Permet d'amplifier un signal en entrée
- Peut être utilisé comme un relais



By RJB1 - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14533720>

Claude Shannon

- 1916 - 2001, États-Unis
- Dans son mémoire de master (1937), il décrit la façon de calculer, de façon systématique, des opérations de logique booléenne à l'aide de relais
- Contributions importantes en intelligence artificielle, cryptographie,... considéré comme le père de la théorie de l'information...
- Rem: travaux inconnus de Zuse



A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits

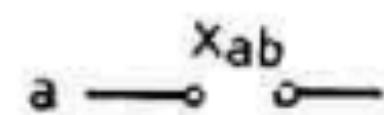


Figure 1 (left). Symbol for hindrance function

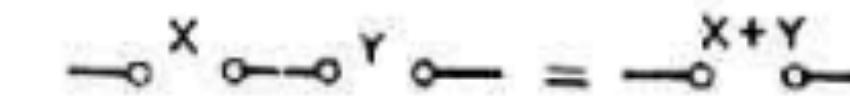


Figure 2 (right). Interpretation of addition

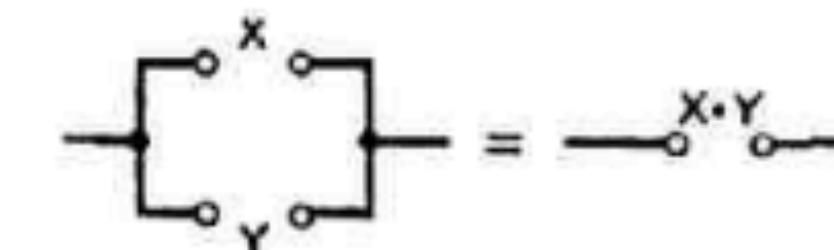


Figure 3 (middle). Interpretation of multiplication

It is evident that with the above definitions the following postulates will hold:

Postulates

1. a. $0 \cdot 0 = 0$ A closed circuit in parallel with a closed circuit is a closed circuit.
b. $1 + 1 = 1$ An open circuit in series with an open circuit is an open circuit.
2. a. $1 + 0 = 0 + 1 = 1$ An open circuit in series with a closed circuit in either order (i.e., whether the open circuit is to the right or left of the closed circuit) is an open circuit.
b. $0 \cdot 1 = 1 \cdot 0 = 0$ A closed circuit in parallel with an open circuit in either order is a closed circuit.
3. a. $0 + 0 = 0$ A closed circuit in series with a closed circuit is a closed circuit.
b. $1 \cdot 1 = 1$ An open circuit in parallel with an open circuit is an open circuit.

A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits

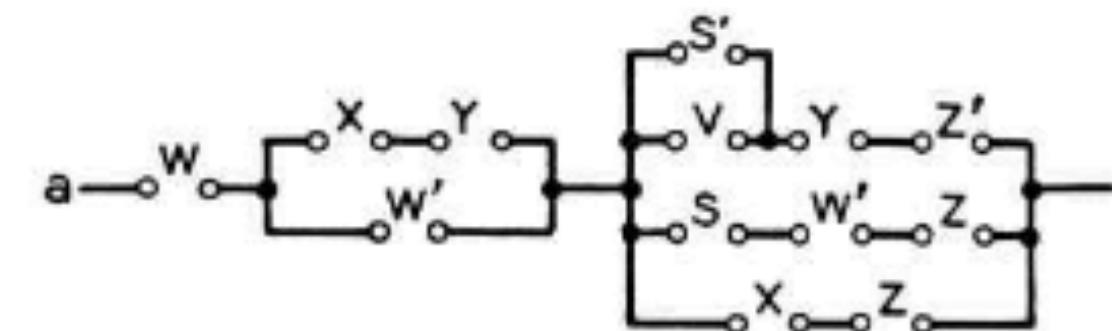


Figure 5. Circuit to be simplified

As an example of the simplification of expressions consider the circuit shown in Figure 5. The hindrance function X_{ab} for this circuit will be:

$$\begin{aligned} X_{ab} &= W + W'(X + Y) + (X + Z)(S + W' + Z)(Z' + Y + S'V) \\ &= W + X + Y + (X + Z)(S + 1 + Z)(Z' + Y + S'V) \\ &= W + X + Y + Z(Z' + S'V) . \end{aligned}$$

These reductions were made with 17b using first W , then X and Y as the "X" of 17b. Now multiplying out:

$$\begin{aligned} X_{ab} &= W + X + Y + ZZ' + ZS'V \\ &= W + X + Y + ZS'V . \end{aligned}$$

The circuit corresponding to this expression is shown in Figure 6. Note the large reduction in the number of elements.

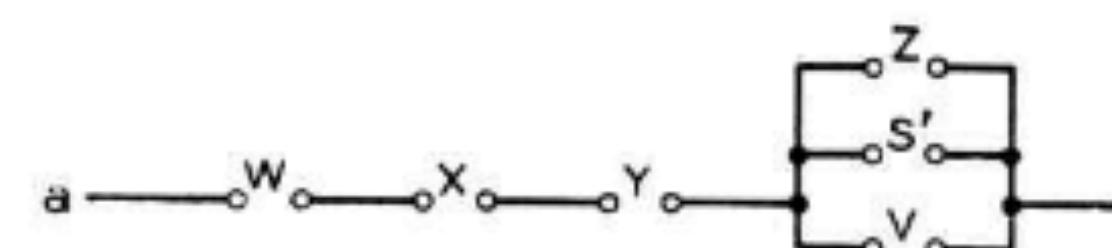


Figure 6. Simplification of figure 5

A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits

c_{k+1}	c_k	$c_{j+1}c_j$	c_2c_1	Carried numbers
$a_k \dots a_{j+1}a_j \dots a_2a_1a_0$				First number
b_k	$b_{j+1}b_j$	$b_2b_1b_0$		Second number
<hr/>				
c_{k+1}	$s_k \dots s_{j+1}s_j \dots s_2, s_1s_0$			Sum
	or			
	s_{k+1}			

Starting from the right, s_0 is one if a_0 is one and b_0 is zero or if a_0 is zero and b_0 one but not otherwise. Hence

$$s_0 = a_0 b'_0 + a'_0 b_0 = a_0 \oplus b_0 .$$

c_1 is one if both a_0 and b_0 are one but not otherwise:

$$c_1 = a_0 \cdot b_0 .$$

s_j is one if just one of a_j , b_j , c_j is one, or if all three are one:

$$s_j = S_{1,3}(a_j, b_j, c_j) , \quad j = 1, 2, \dots, k .$$

c_{j+1} is one if two or if three of these variables are one:

$$c_{j+1} = S_{2,3}(a_j, b_j, c_j) , \quad j = 1, 2, \dots, k .$$

Using the method of symmetric functions, and shifting down for s_j gives the circuits of Figure 35. Eliminating superfluous elements we arrive at Figure 36.

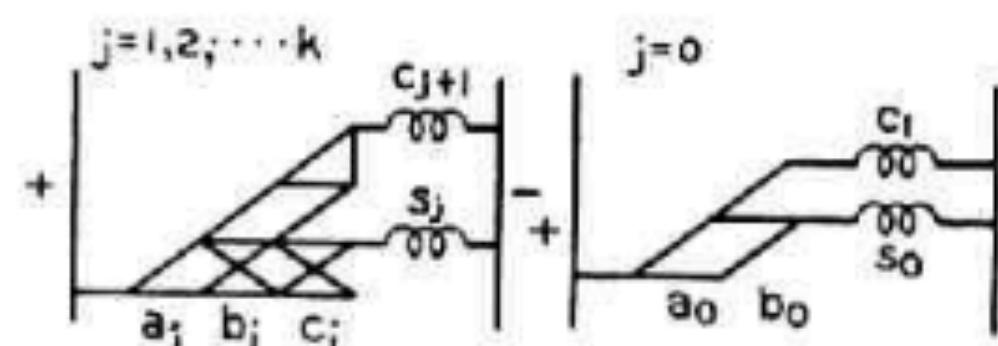


Figure 35. Circuits for electric adder

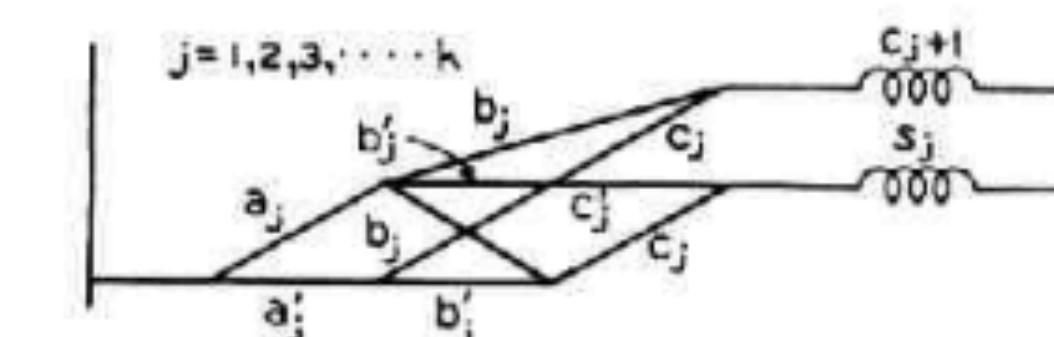
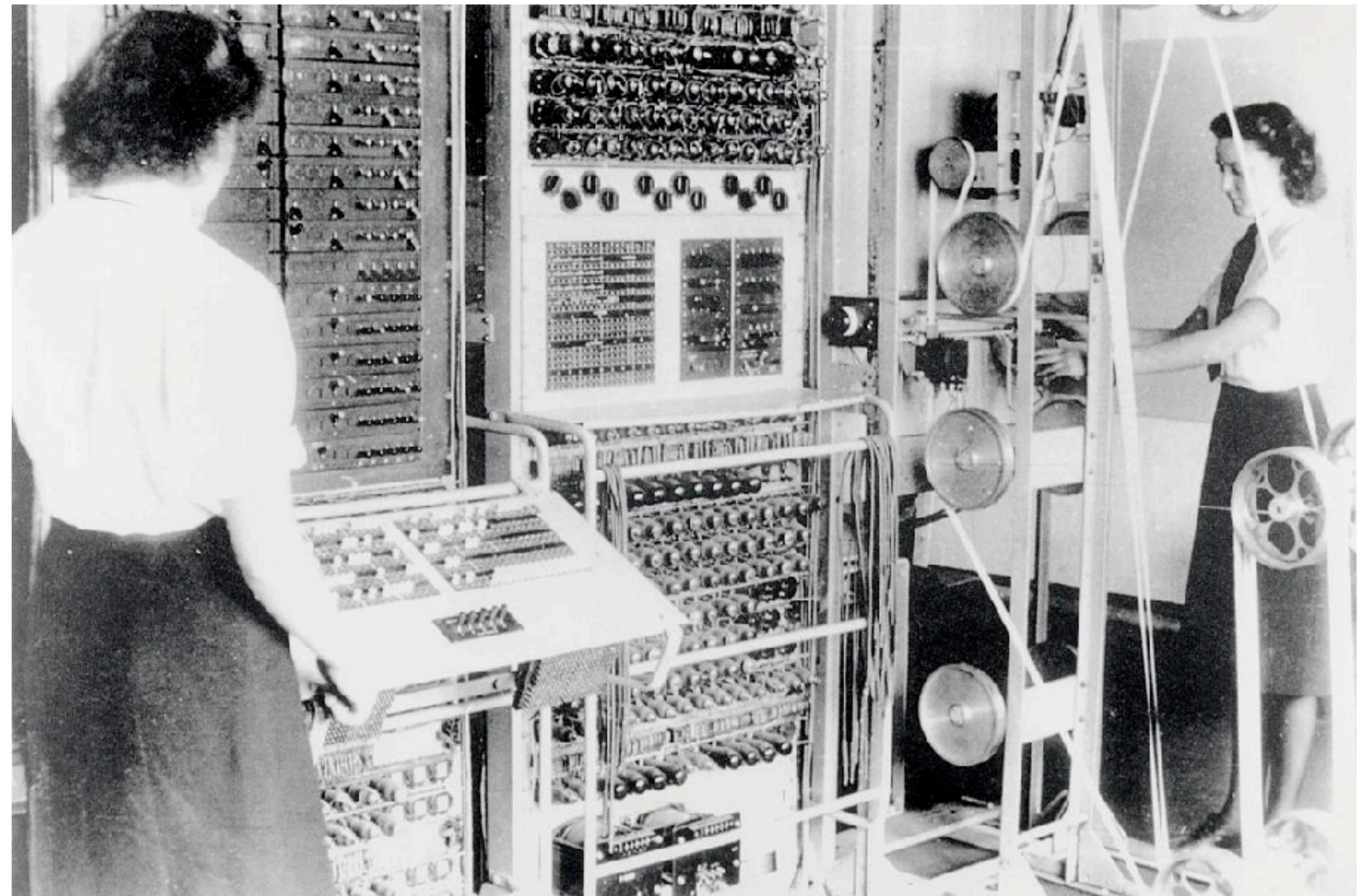


Figure 36. Simplification of figure 35

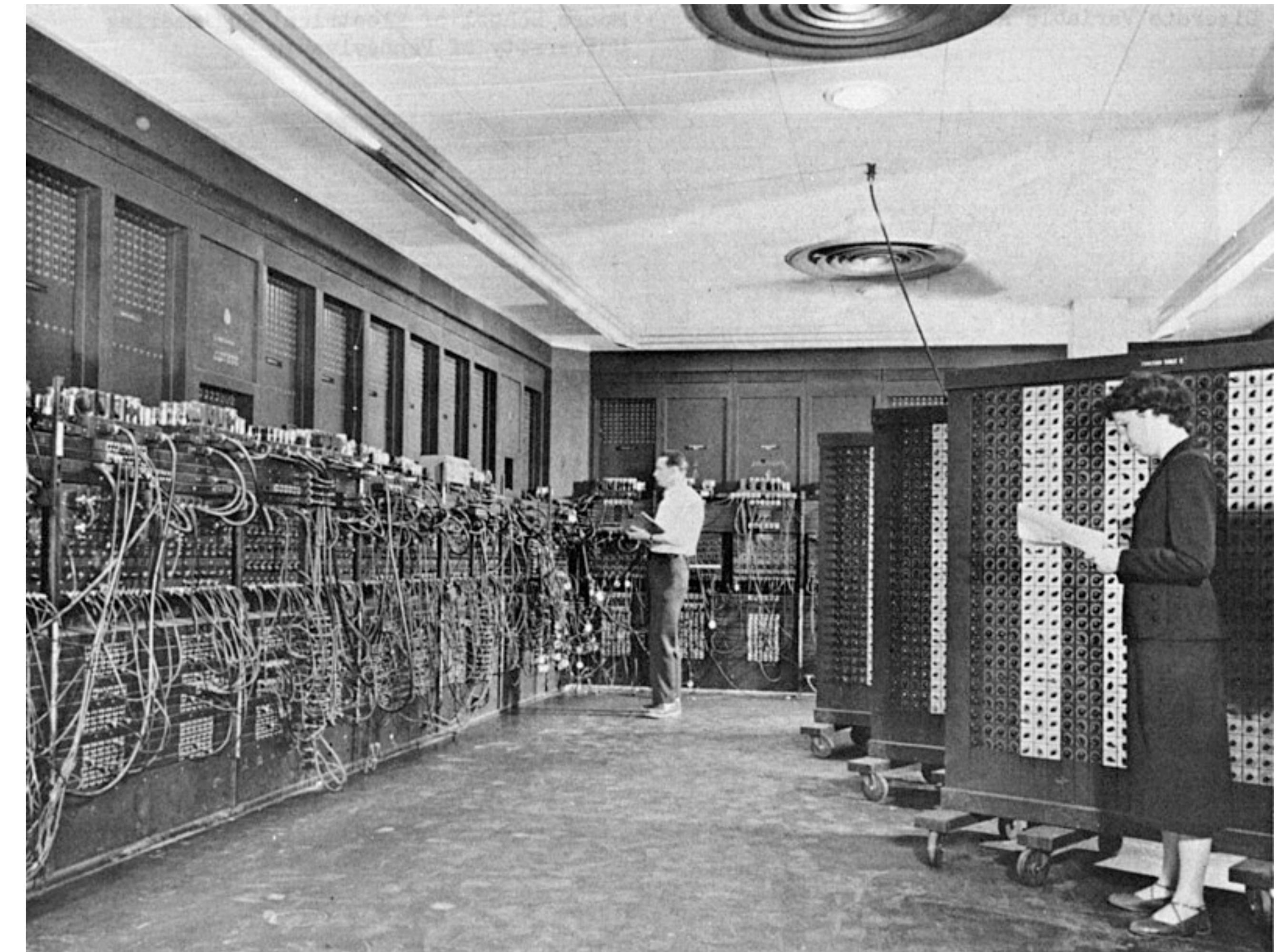
Colossus

- Plusieurs ordinateurs développés en 1943 et 1944
- Programmables pour résoudre certains problèmes de cryptanalyse, mais pas Turing-complets
- Entièrement électroniques (tubes à vide)
- Pas de programme stocké en mémoire: lu directement depuis le ruban perforé
- Bletchley Park, UK
- Détruits après la deuxième guerre mais reconstruits entre 1993 et 2008



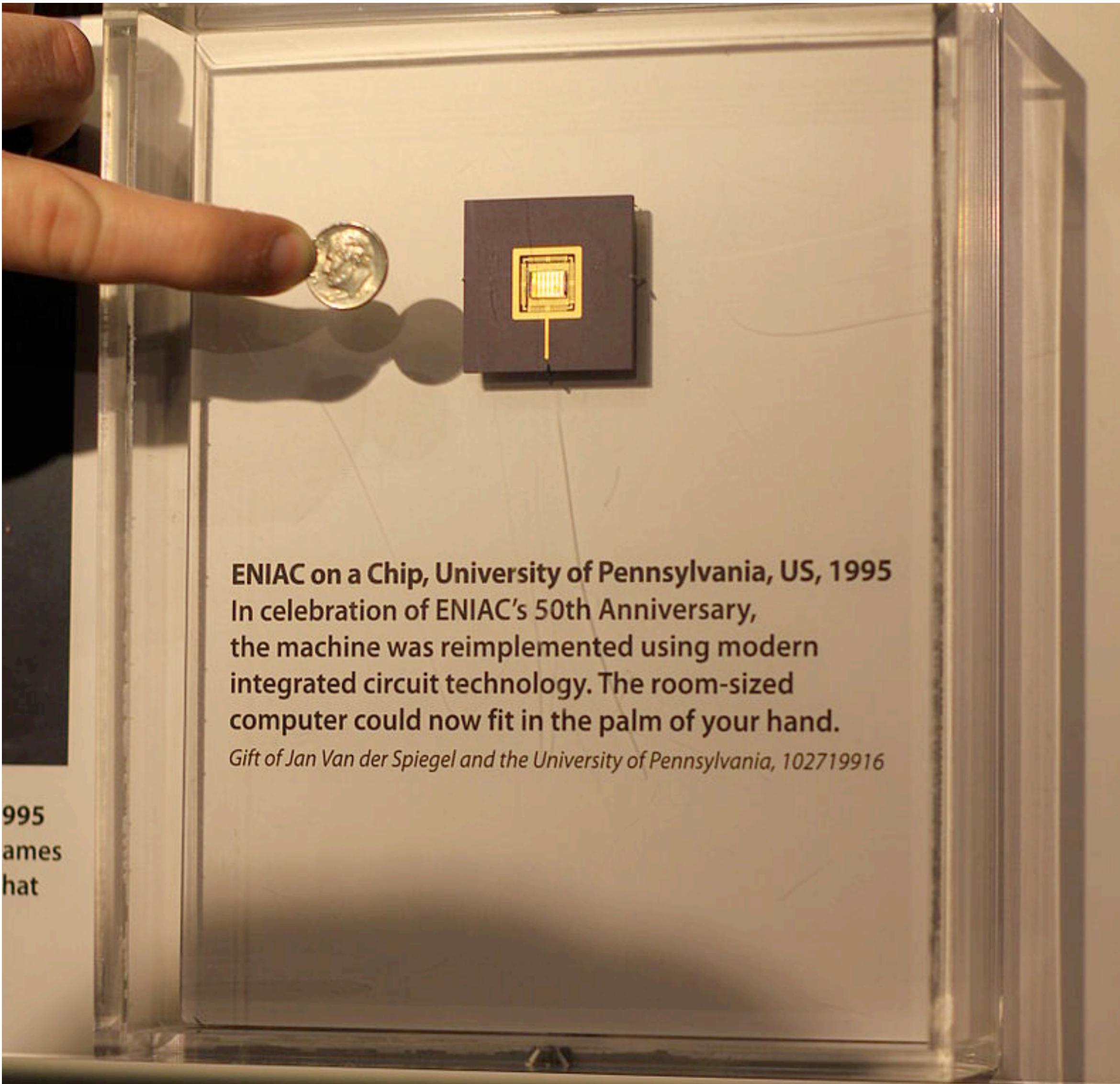
ENIAC: Electronic Numerical Integrator and Computer

- John Mauchly, J. Presper Eckert, Université de Pennsylvanie, 1945
- Premier ordinateur Turing-complet, programmable et électronique
- Programmé par: Jean Jennings, Marlyn Wescoff, Ruth Lichterman, Betty Snyder, Frances Bilas, and Kay McNulty
- 18 000 tubes, des millions de soudures faites à la main !
- 27 tonnes, 150 kW...
- Les chercheurs démissionnent pour aller fonder UNIVAC...



By Unknown author - U.S. Army Photo, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=55124>

ENIAC-on-a-chip



By Michael Hicks from Saint Paul, MN,
USA - img_7736, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32789320>

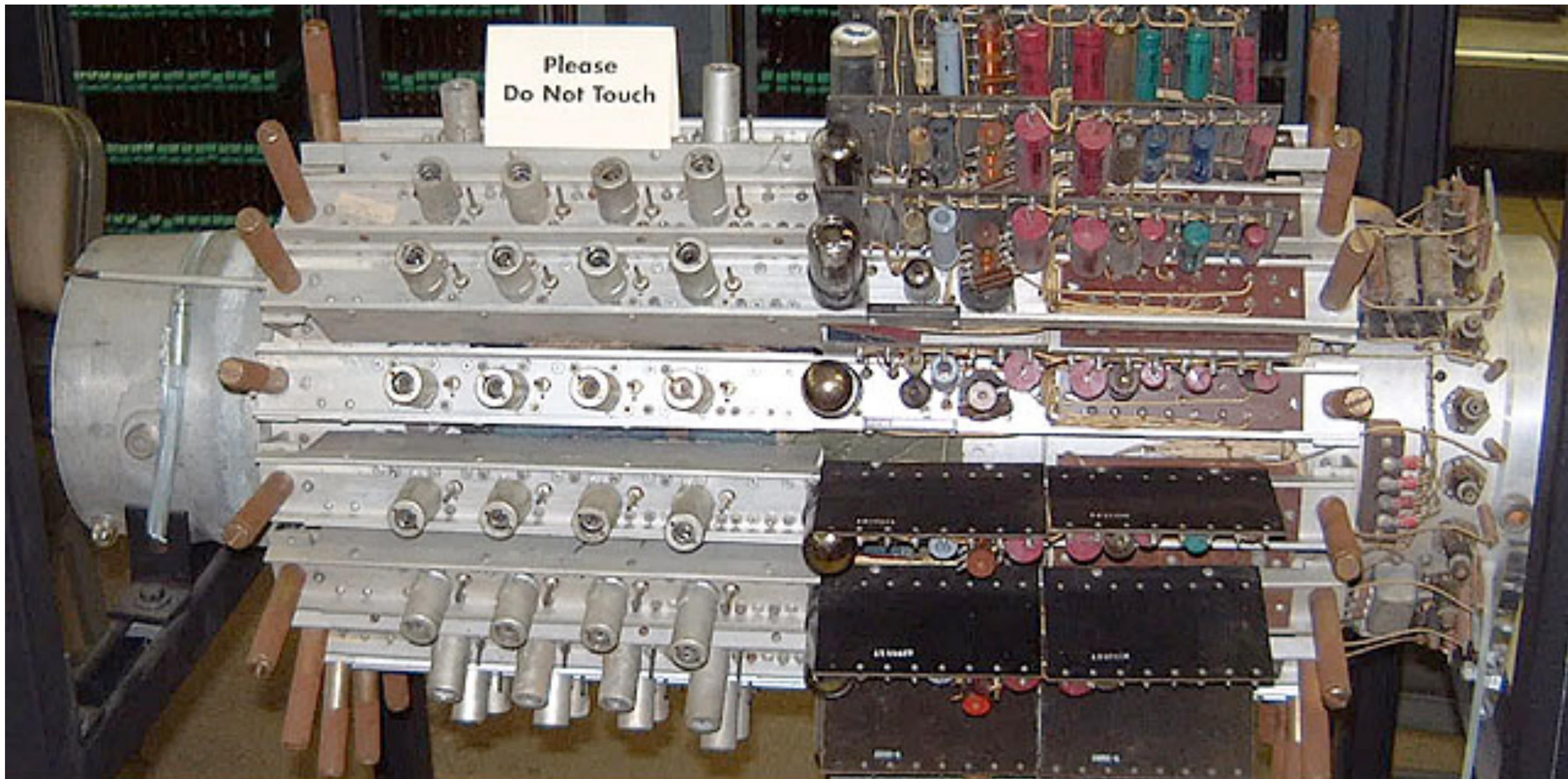
UNIVAC

- Premier ordinateur commercial pour le business produit aux États-Unis
- Produit par la Eckert-Mauchly Corporation, rachetée par Remington Rand (aujourd'hui Unisys)
- 6 103 tubes
- 125 kW
- 2,25 MHz
- Mémoire à ligne de mercure



Mémoire à ligne de mercure

126 canaux de 10 mots de 12 caractères



Devinette...



Devinette...



Computing Tabulating Recording Company



- La CTR est née en 1911 de l'amalgamation de plusieurs compagnies vendant des balances commerciales, des tabulatrices et des horloges de bureau
- Devient IBM en 1933
- Commercialise ses premiers ordinateurs en 1951



Introduction du terme « ordinateur » en français

- Quel est le rapport entre ce poète romain et l'informatique ?



Jacques Perret

UNIVERSITÉ DE PARIS
FACULTÉ
DES
LETTRES

Paris, le 16 IV 55

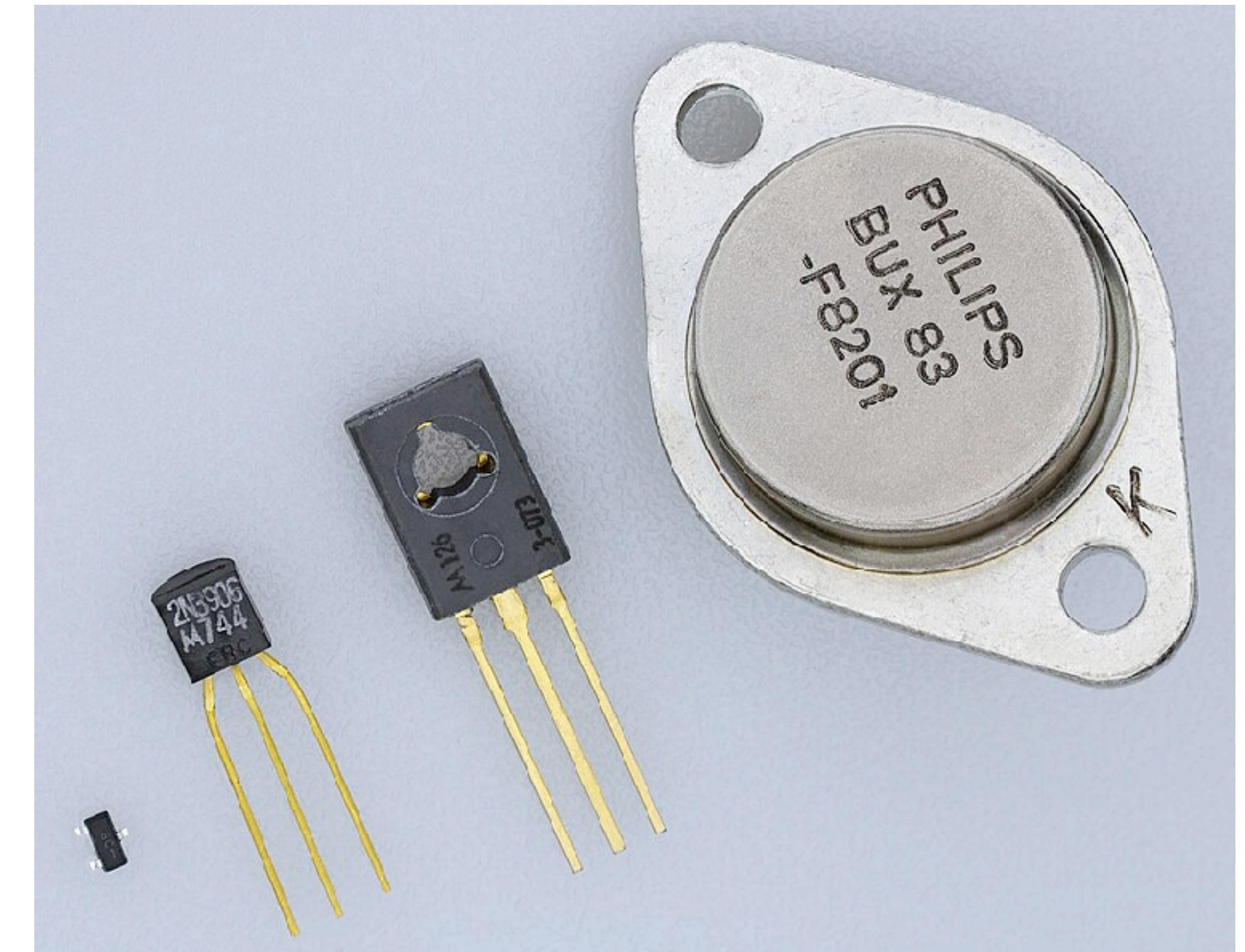
- IBM consulte le philologue classique Jacques Perret pour trouver un nom français pour les « computers »

Cher monsieur,

Que dites-vous d'ordinateur? C'est un mot couramment formé, qui se trouve même dans le Littré comme sujet désignant Dieu qui met de l'ordre dans le monde. Un mot de ce genre a l'avantage de donner discrètement un verbe ordiner, un nom d'action ordination. L'inconvénient est que ordination désigne une cérémonie religieuse; mais les deux champs de signification (religion et comptabilité) sont si éloignés et la cérémonie d'ordination comme je crains, si peu de personnes que l'inconvénient est peut-être mineur. D'ailleurs votre machine serait ordinateur (et non ordination) et ce mot est tout à fait porté de l'usage théologique.

Les transistors

- Révolution technologique: premier transistor en 1947 par Bardeen, Shockley et Brattain (Bell Labs, Nobel de physique en 1956)
- Remplacement plus efficace du tube à vide



Fonctions logiques et transistors

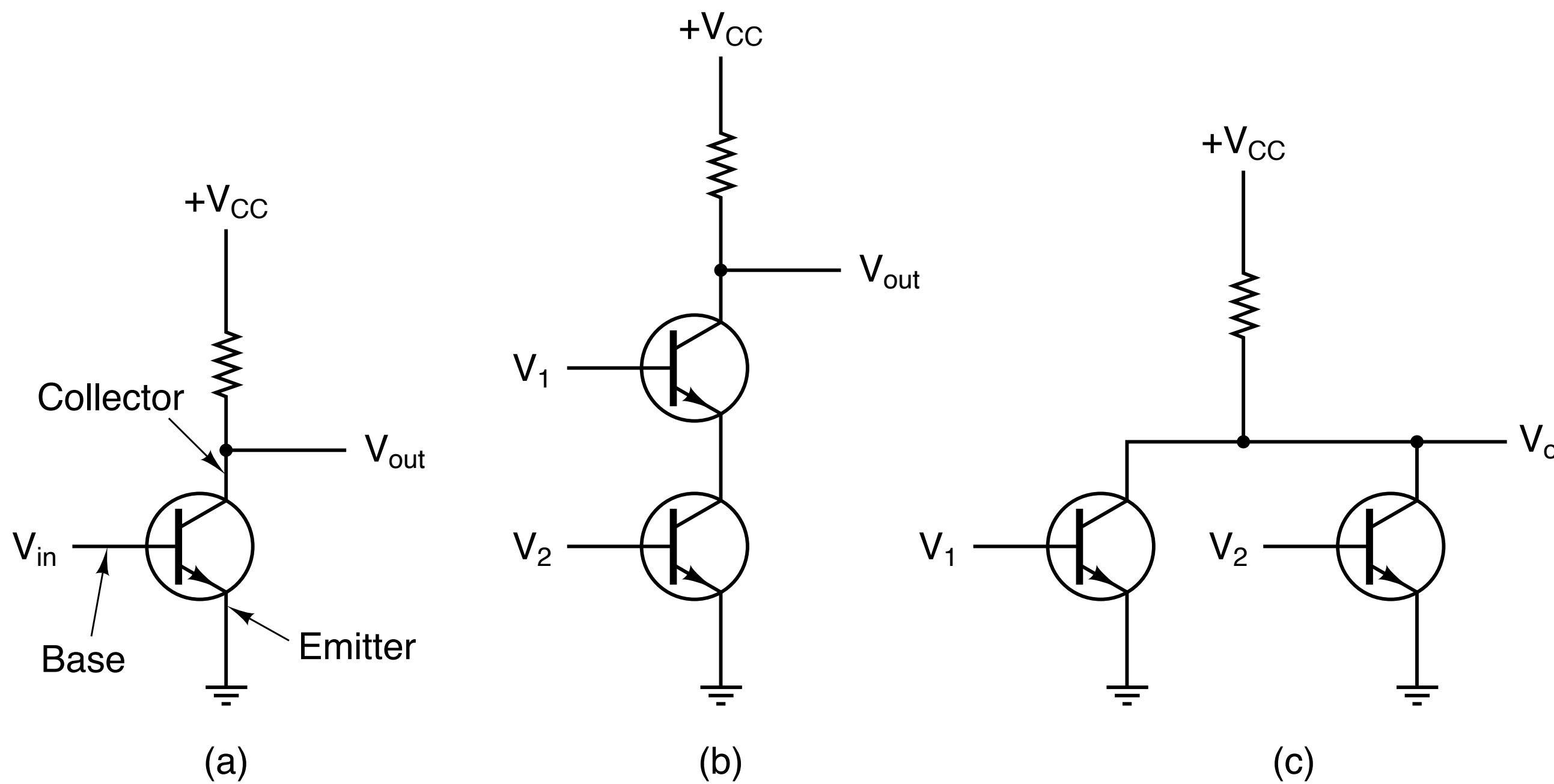
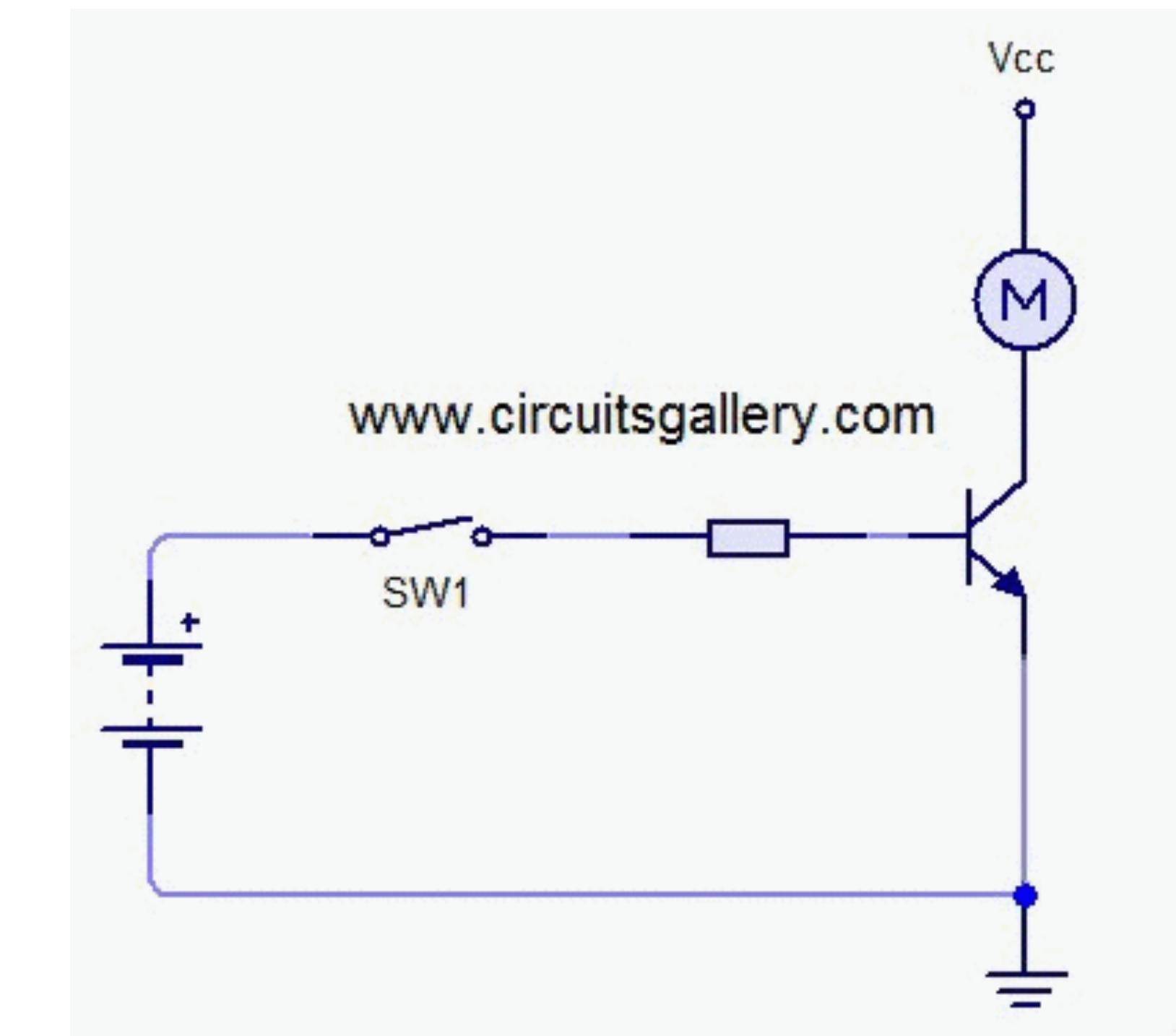


Figure 3-1. (a) A transistor inverter. (b) A NAND gate. (c) A NOR gate.



Fonctions logiques et transistors

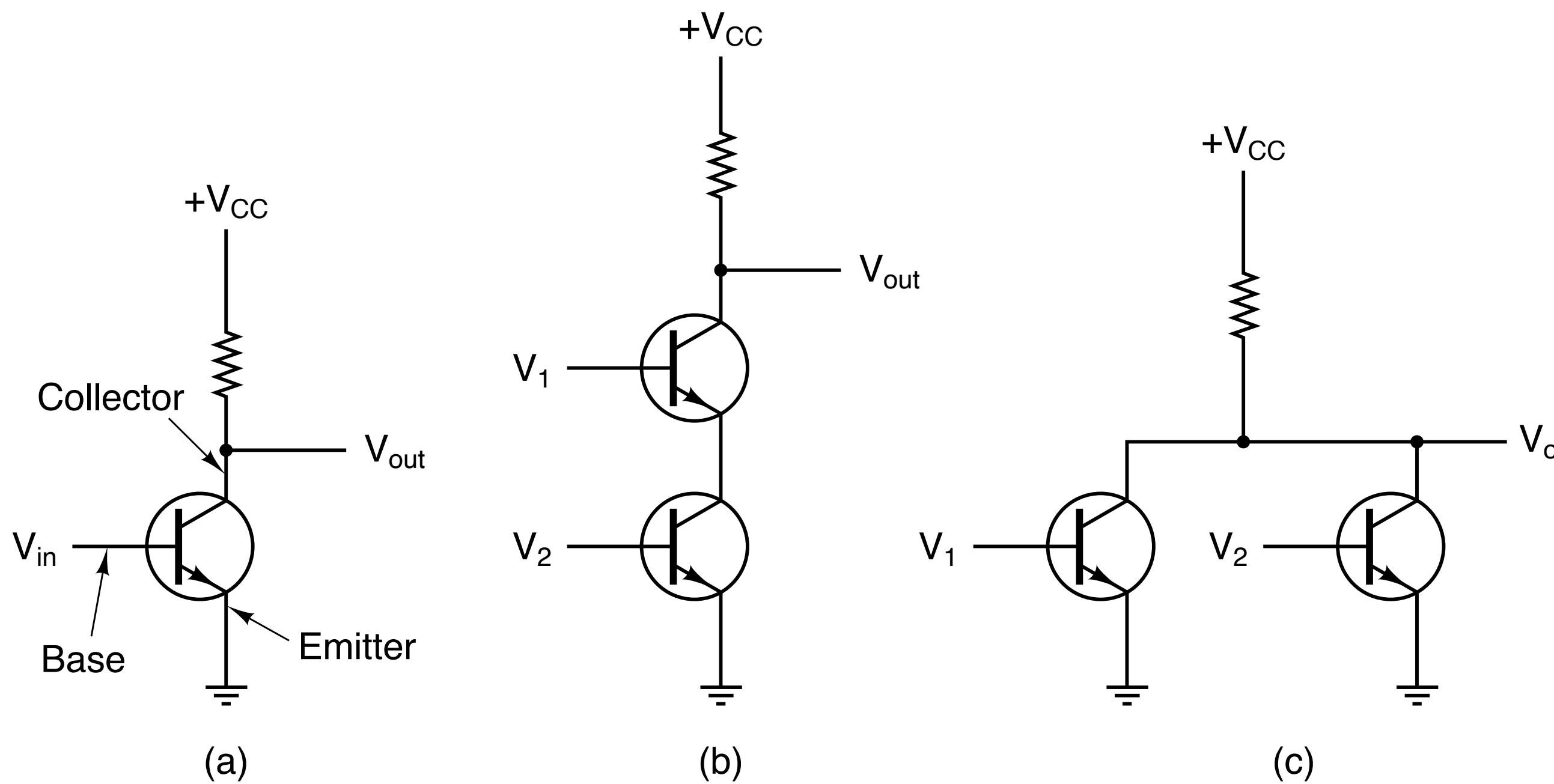
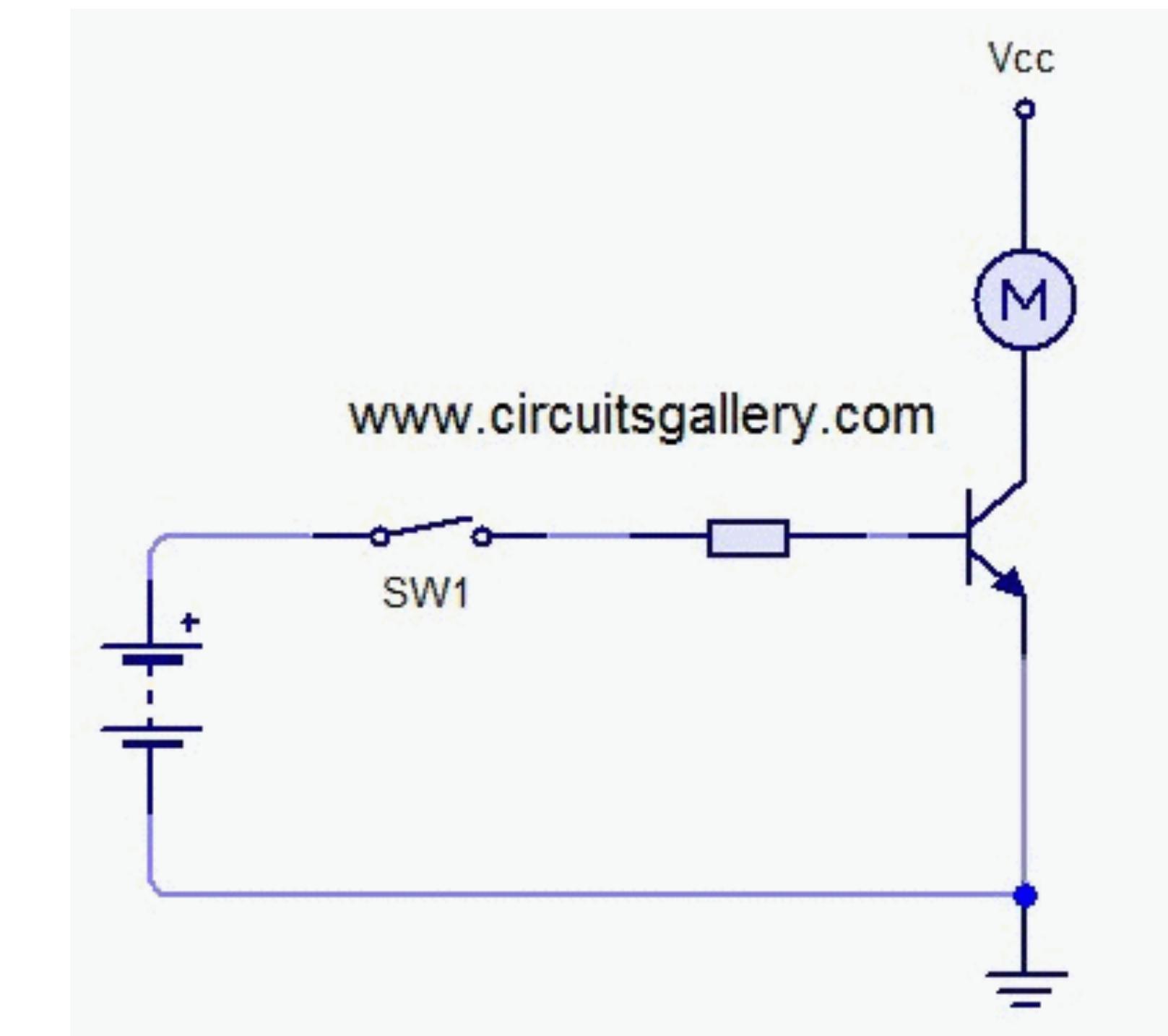


Figure 3-1. (a) A transistor inverter. (b) A NAND gate. (c) A NOR gate.



IBM 650

- 1954
- Premier ordinateur produit en masse (2 000 exemplaires)
- Stocke les nombres en décimal
- Utilise de la mémoire sous forme d'un tambour magnétique

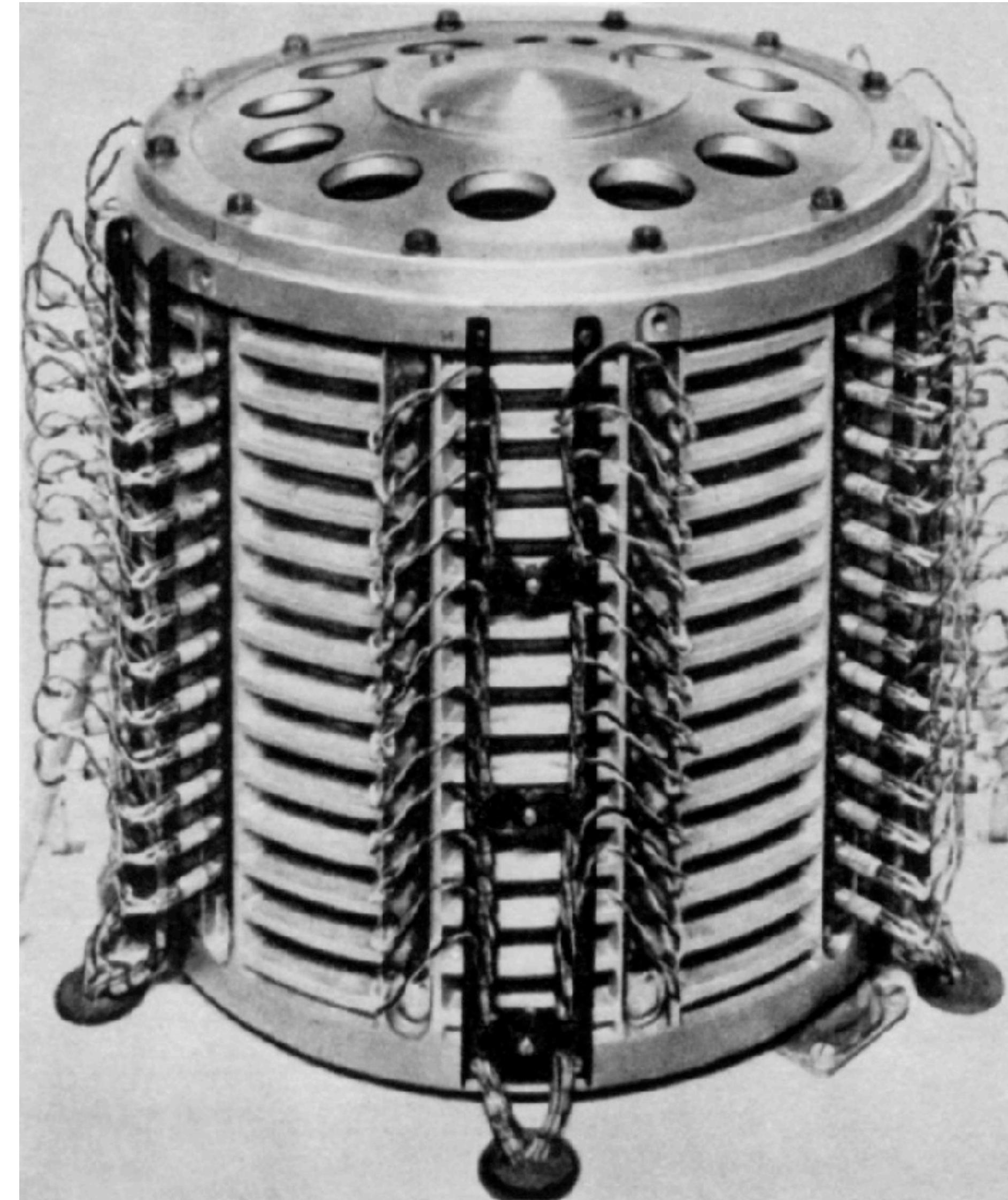


By Cushing Memorial Library and Archives, Texas A&M - Flickr: IBM Processing Machine, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17397582>

IBM 650

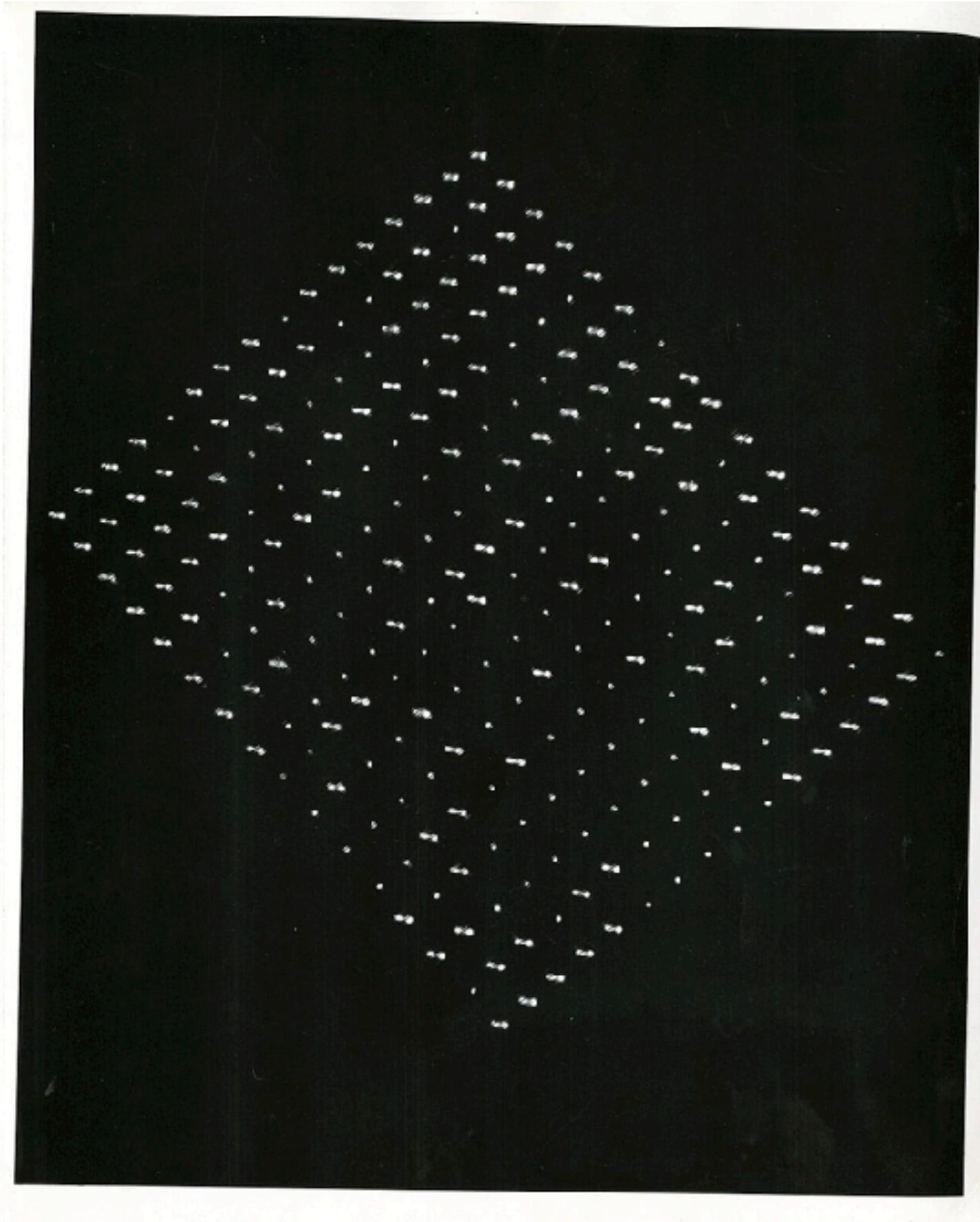


Mémoire à tambour d'un ZAM-41



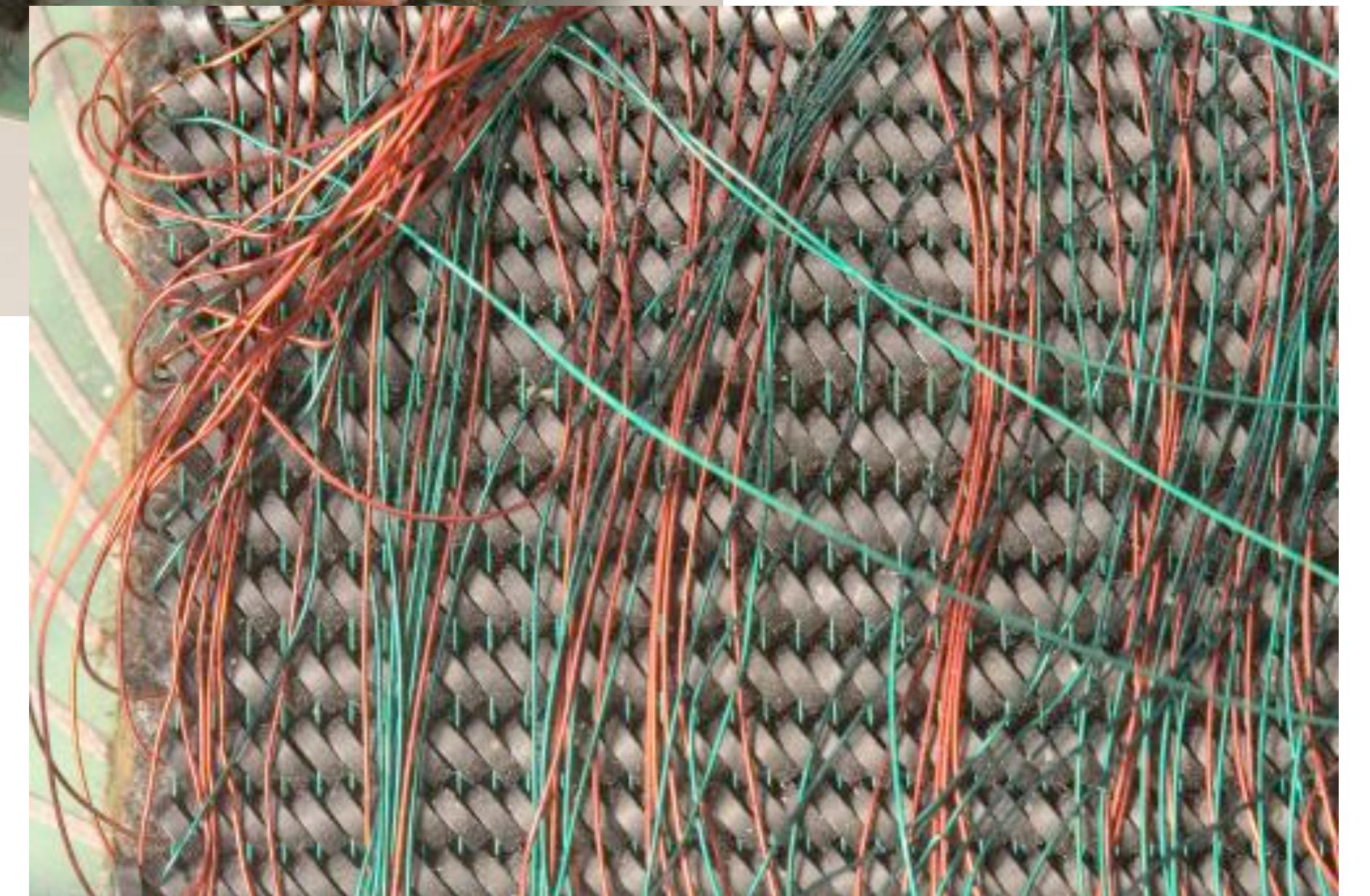
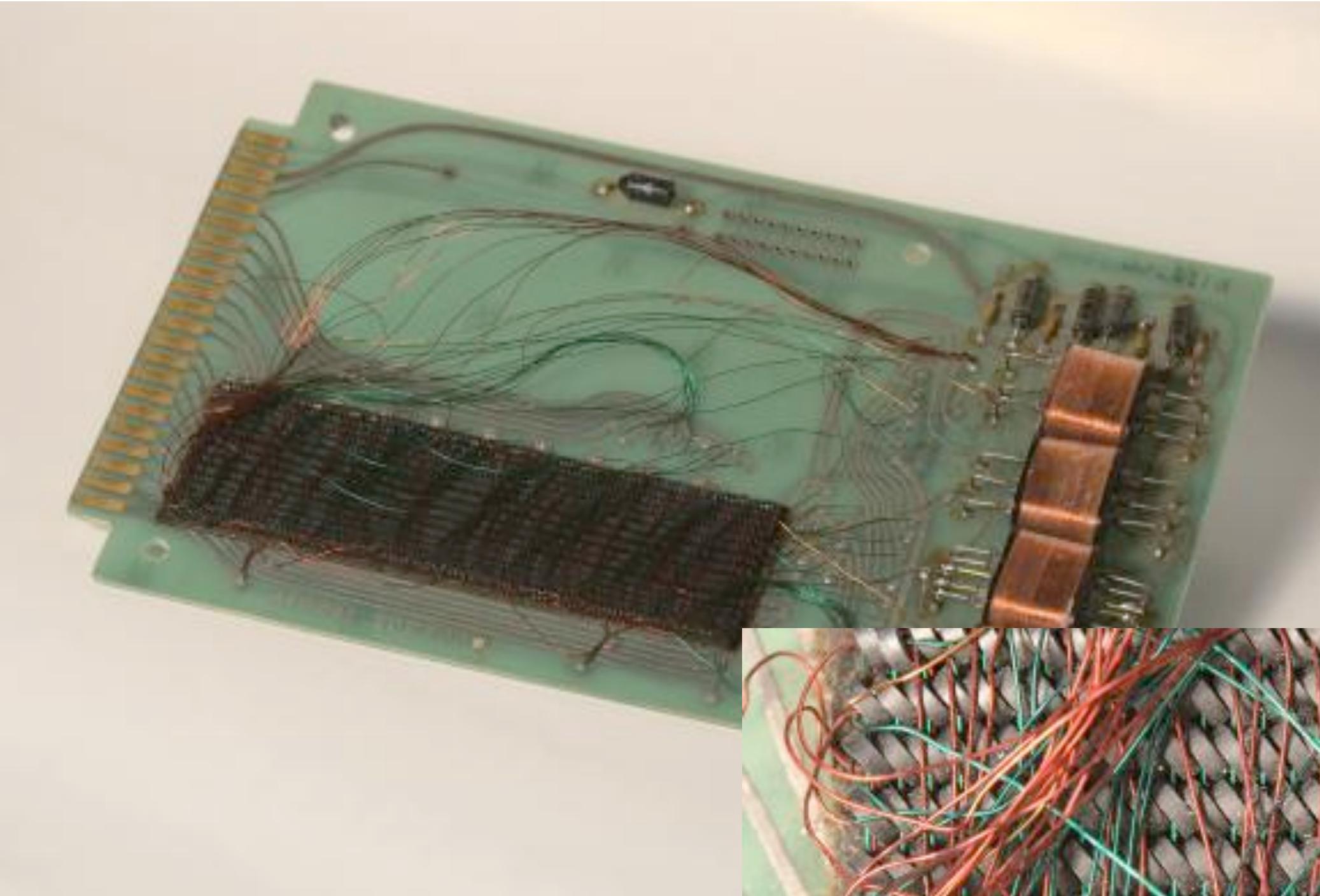
Digression: la mémoire primaire

- Tubes de Williams
- Utilisent l'effet photoélectrique pour stocker des données
- Quelques bits dans un tube CRT de 40cm de longueur



Digression: la mémoire primaire

- « Core memory »
- Utilise des tores de ferrite pour stocker les bits individuels à travers le sens du champ magnétique



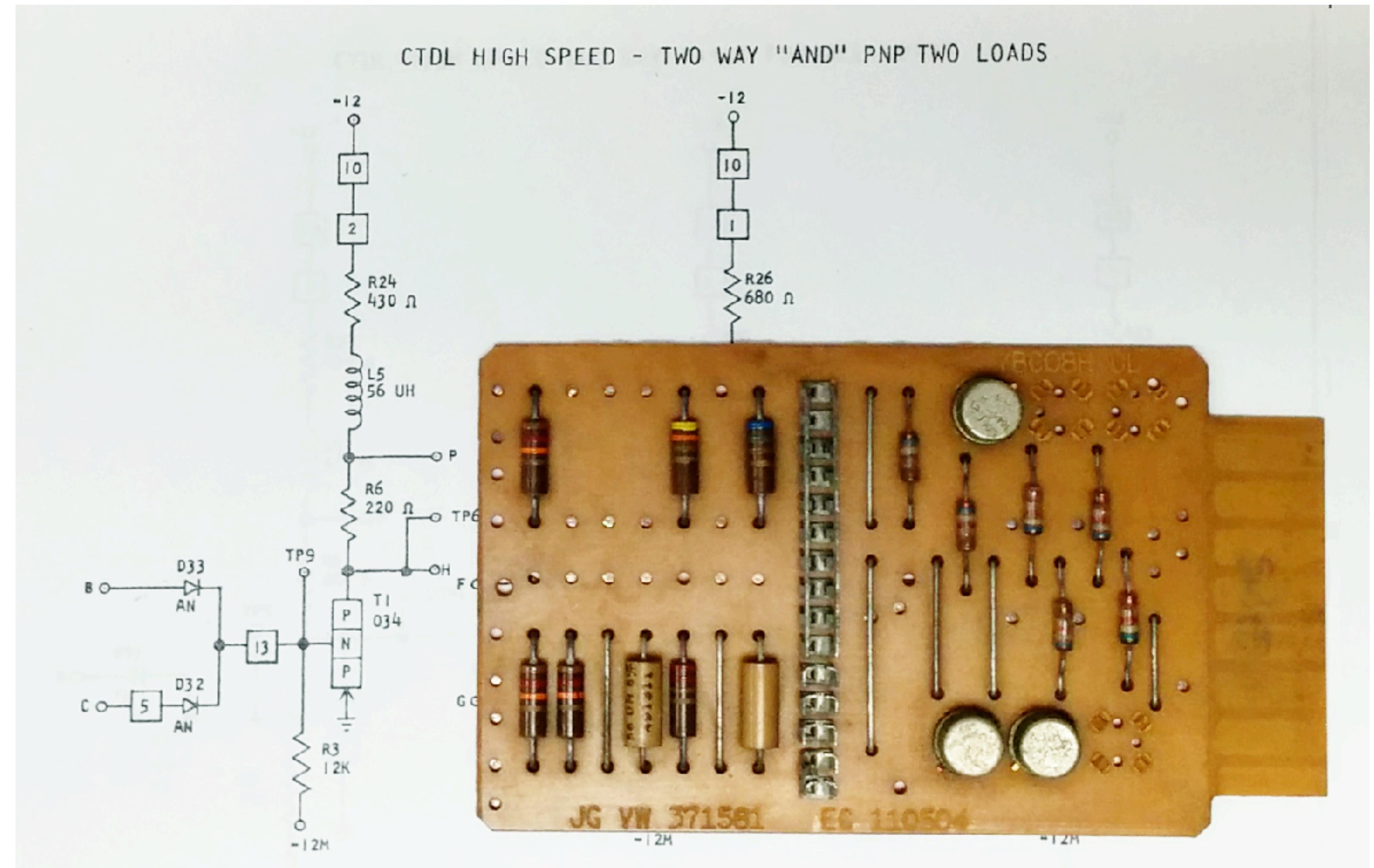
IBM 1401

- Ordinateur le plus vendu de la série à transistors (avant les circuits intégrés)
- 1959 - 1965
- \$78 000 de l'époque (environ \$500 000 actuels)
- « Le 1401 réalisait 193 000 additions de 8 chiffres par minute. Son lecteur de cartes, le 1402, lisait 800 cartes à la minute. Il pouvait être équipé de bandes magnétiques lisant en moyenne 15 000 caractères par seconde. L'imprimante lancée avec la série, nommée 1403, imprimait 600 lignes de 132 caractères par minute. » (Wikipedia)
- COBOL, FORTRAN, RPG...



IBM 1401

- Cartes SMS (Standard Modular System)



DEC PDP-1

- 1959 – 1969
- « mini-ordinateur » de... 730 kg
- mémoire (core memory): 4096 mots de 18 bits
- Ici avec Steve Russel, créateur du premier jeu vidéo sur cette machine: Space Wars !
- Premier traitement de texte: TECO (ancêtre de vi et Emacs)



By Alex Handy (cropped by Arnold Reinhold) - File:Steve_Russell_and_PDP-1_-_Vintage_Computer_Fair_2006.jpg, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15695140>

... en 1970, sur un PDP-11

- C'est sur un PDP-11 que Ken Thompson et Denis Ritchie développeront le système d'exploitation Unix aux Bell Lab vers 1970...
- ... Ses lointains descendants incluent Linux, Android, MacOs...



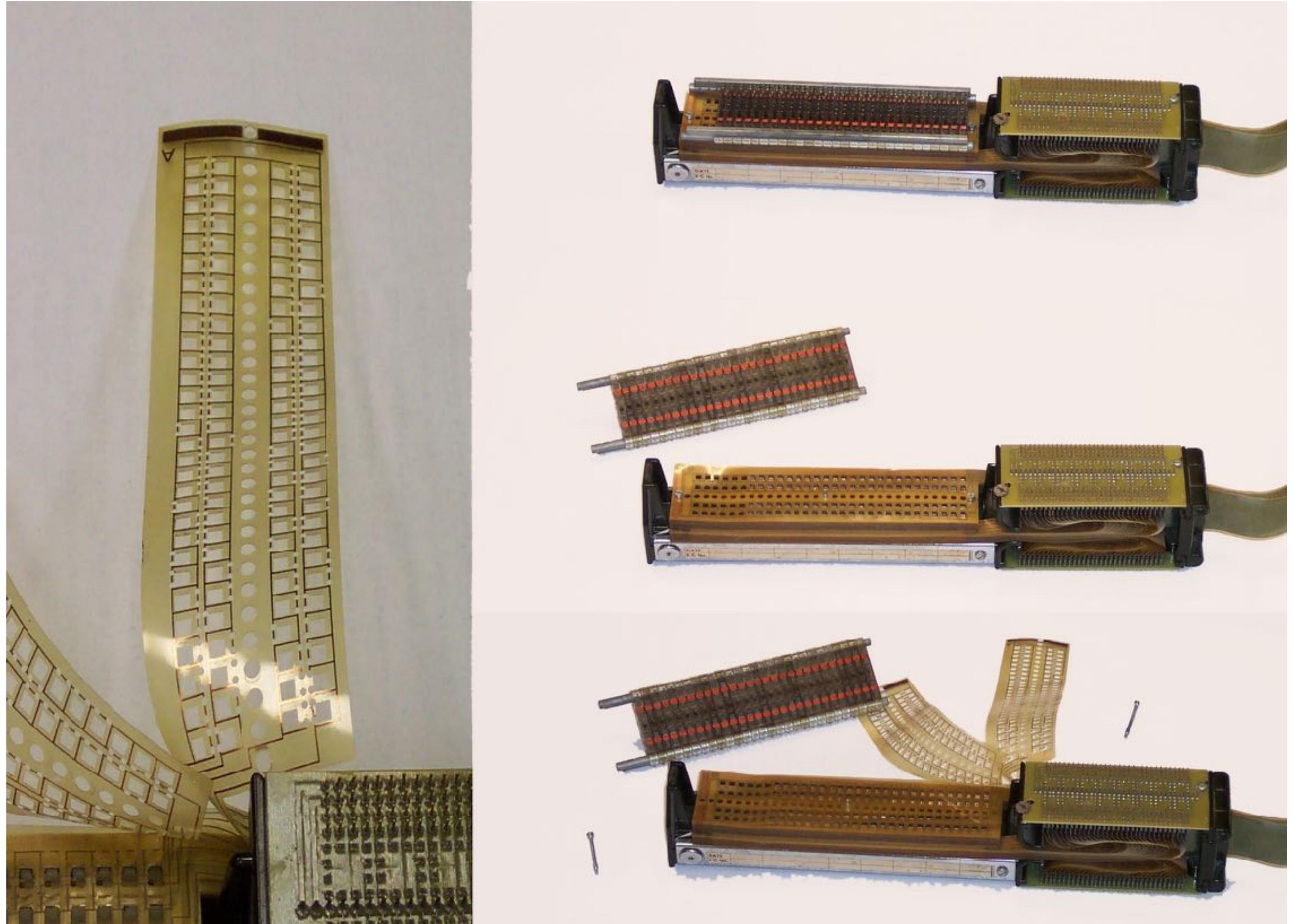
IBM System/360

- Plus qu'un ordinateur unique, c'est une famille d'ordinateurs qui sont compatibles entre eux à travers la notion d'architecture



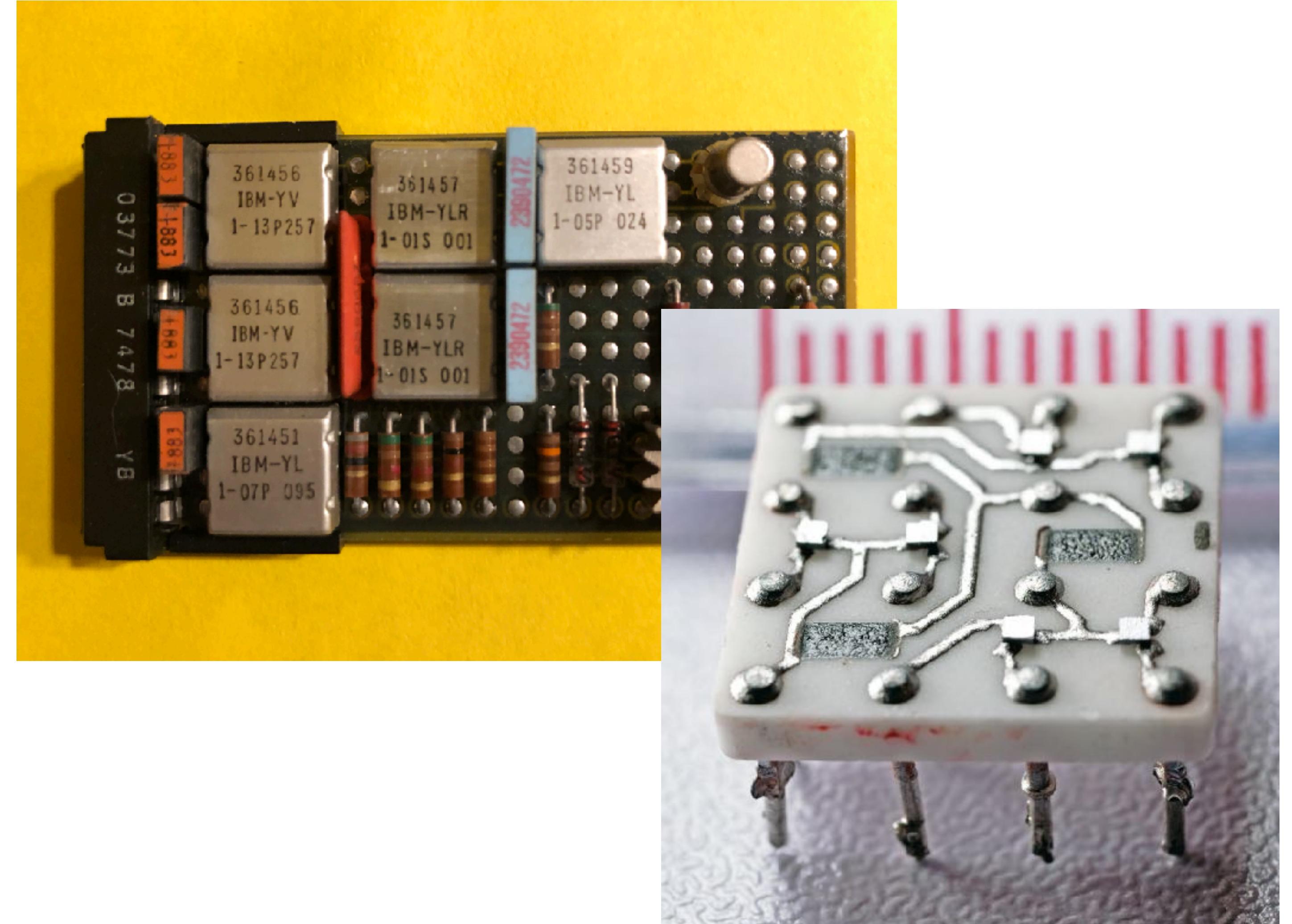
IBM System/360

- Les processeurs utilisaient du microcode, pour traduire les instructions machines (communes à tous les modèles) vers le matériel disponible



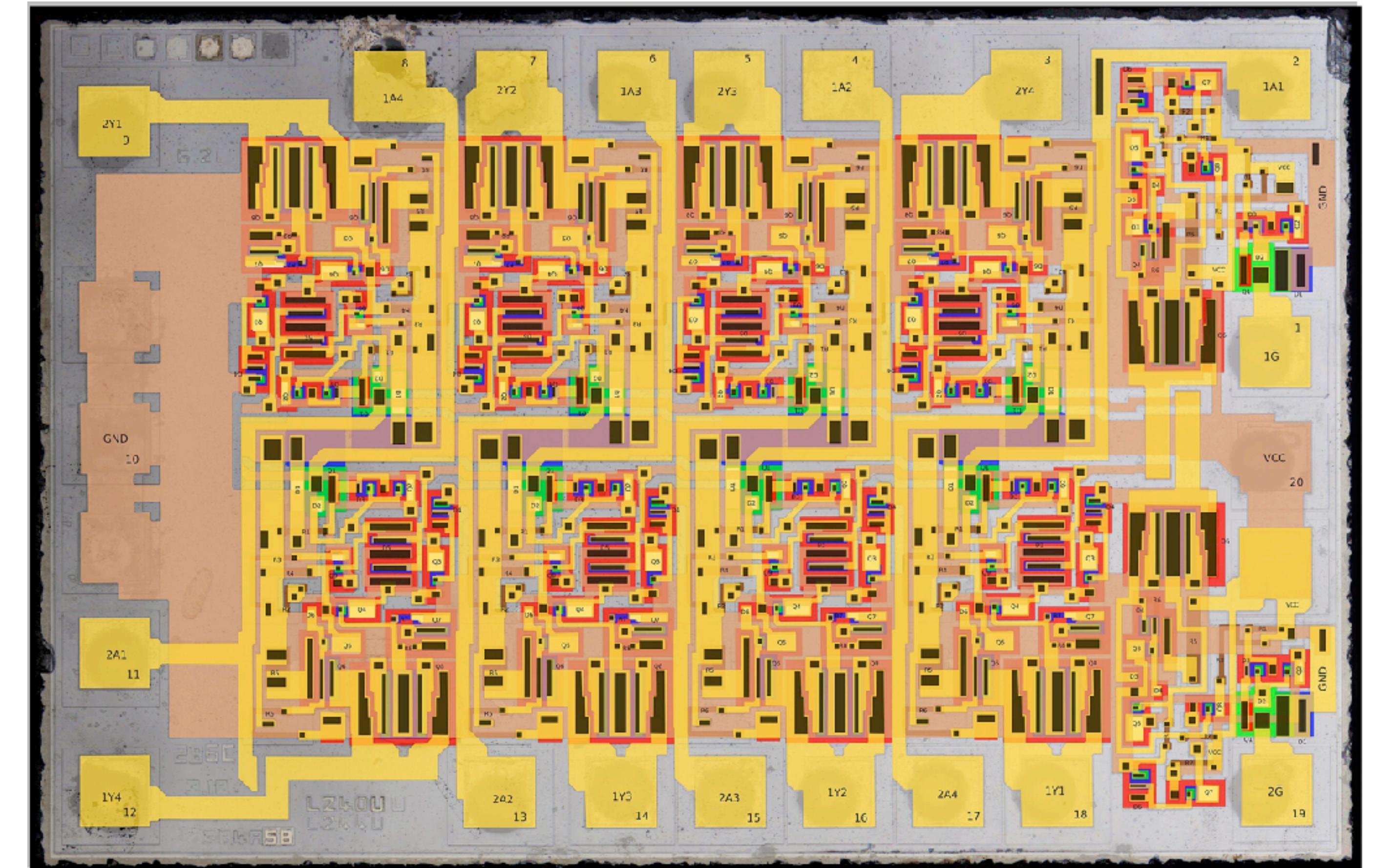
IBM System/360

- Circuits « hybrides »
 - Presque des circuits intégrés, mais pas tout à fait...



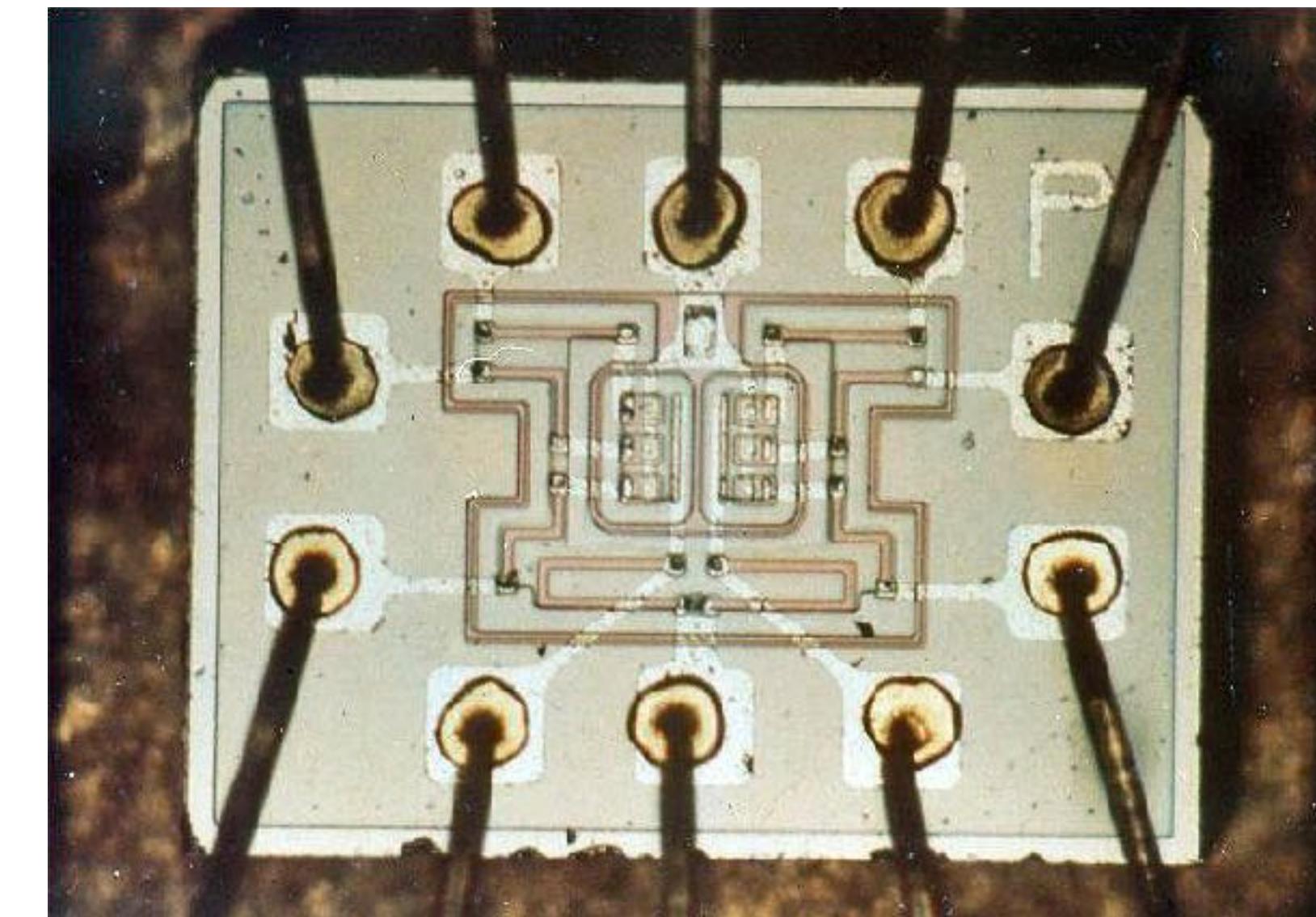
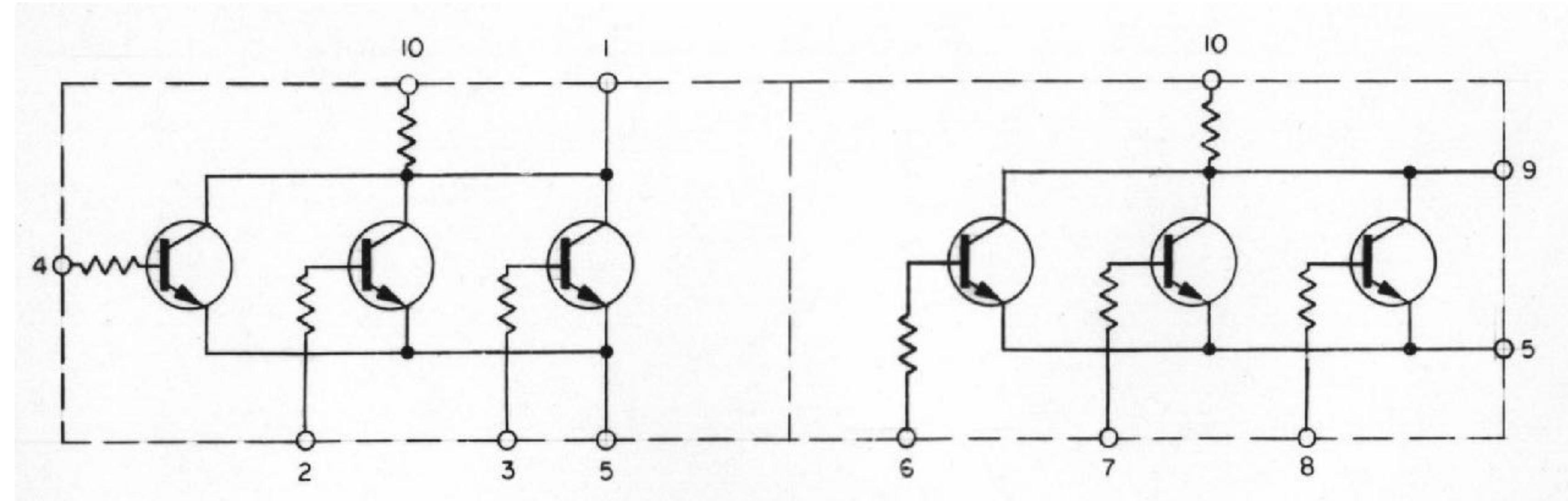
Circuits intégrés

- Procédé permettant d'intégrer et de miniaturiser fortement de nombreux composants électroniques de base (exemple: des transistors) dans un seul composant
- Inventé en 1958 par des chercheurs de Texas Instruments et Fairchilde: Jack Kilby (prix Nobel), Robert Noyce, Jean Hoerni...



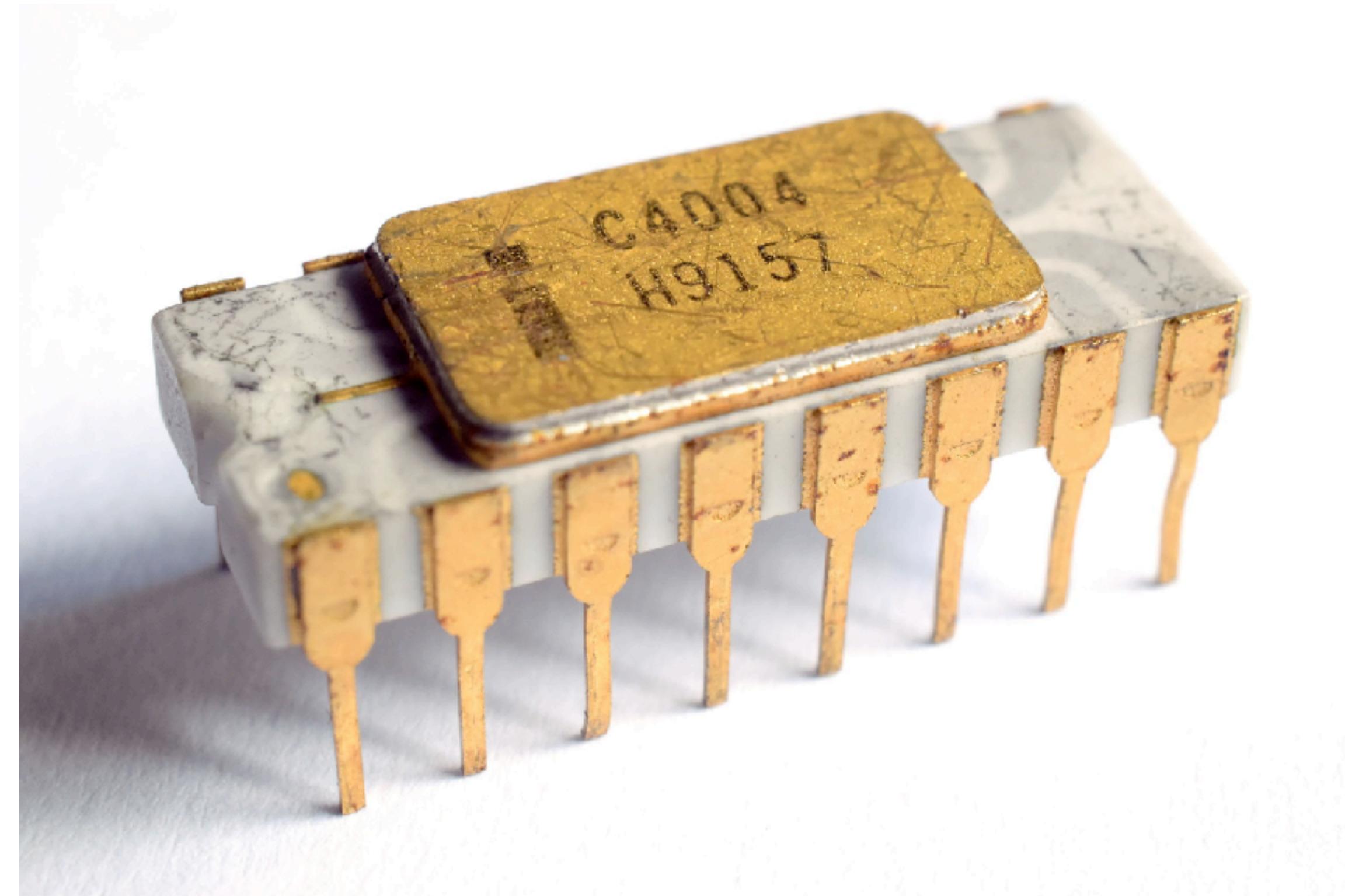
Circuits intégrés de l'AGC

- L'AGC était l'ordinateur embarqué dans le module Apollo du programme spatial américain: Apollo Guidance Computer
- Le CPU était formé à base de portes NOR à trois entrées



Intel 4004

- Premier processeur intégré commercial
- 1971
- $0,75 \text{ MHz} = 0,00075 \text{ GHz}$
- Processeur 4 bits
- Adresses de 12 bits
- 2 300 transistors
- Développé comme faisant partie d'un ensemble de 4 circuits pour des machines à calculer
 - CPU, I/O, ROM, RAM



Successseurs du 4004

- Version 8 bits: le 8008
- Versions 16 bits: 8088, 8086, 80186, 80286
- Versions 32 bits: 80386, 80486, Pentium, Pentium II,...
- Versions 64 bits: Intel Core 2, i3, i5, i7....

La concurrence: Motorola 6800

- Processeur 8 bits (16 bits d'adresse)
- Introduit en 1974 par Motorola
- 1 à 2 MHz
- Inconvénient: cher !
- \$360 de 1974 = \$2 300 en 2024



Alternative: MOS Technologies 6502

- Conçu par des anciens ingénieurs de Motorola
 - A donné lieu à un procès retentissant
- Processeur 8 bits (16 bits d'adresse)
- Introduit en 1975, encore produit aujourd'hui
- Environ 3 500 transistors
- Prix: \$25 en 1975 (entretemps, le 6800 ne coûtait plus que \$175 puis \$69)

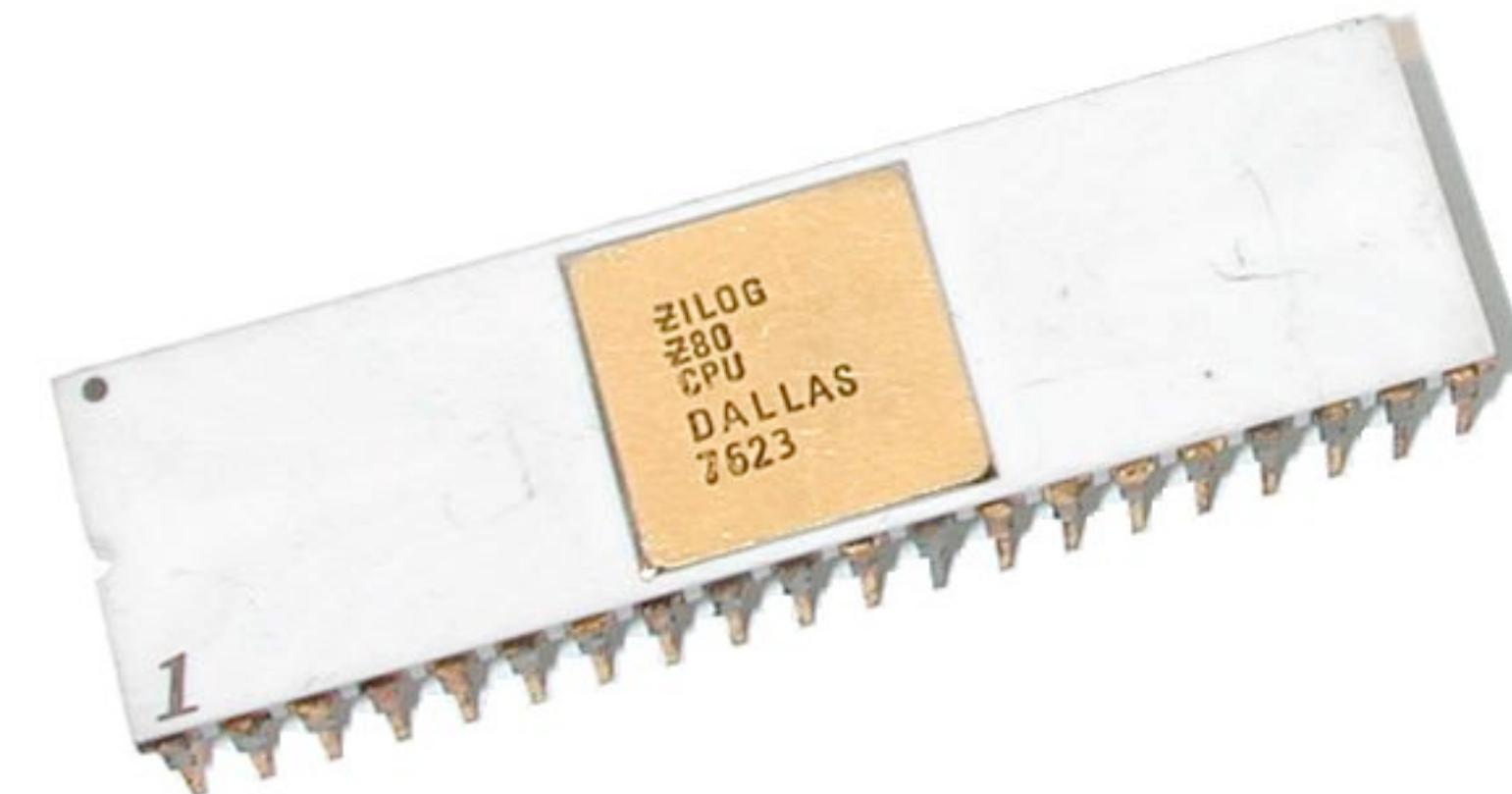


Utilisation du 6502...



La concurrence (le retour)... Le Z80

- Processeur 8 bits (16 bits d'adresse)
- Produit de 1976 (Zilog) à 2024
- 2,5 à 8 MHz
- Concurrent de l'Intel 8080



Utilisation du Z80



La trinité de 1977 (selon Byte)



IBM 5150

- « LE » PC, introduit en 1981
- Processeur Intel 8088 à 4,77 MHz
- 16 ko de mémoire, extensible à 256 ko
- disquettes 5 pouces 1/4
- Système d'exploitation MS-DOS ou BASIC en ROM
- 750 000 PC vendus en 1983 !



IBM XT, AT

- XT (1983)
 - Disque dur 5 Mo
 - Jusqu'à 640 ko RAM
- AT (1984)
 - Disque dur 20 Mo
 - Carte graphique EGA
16 couleurs

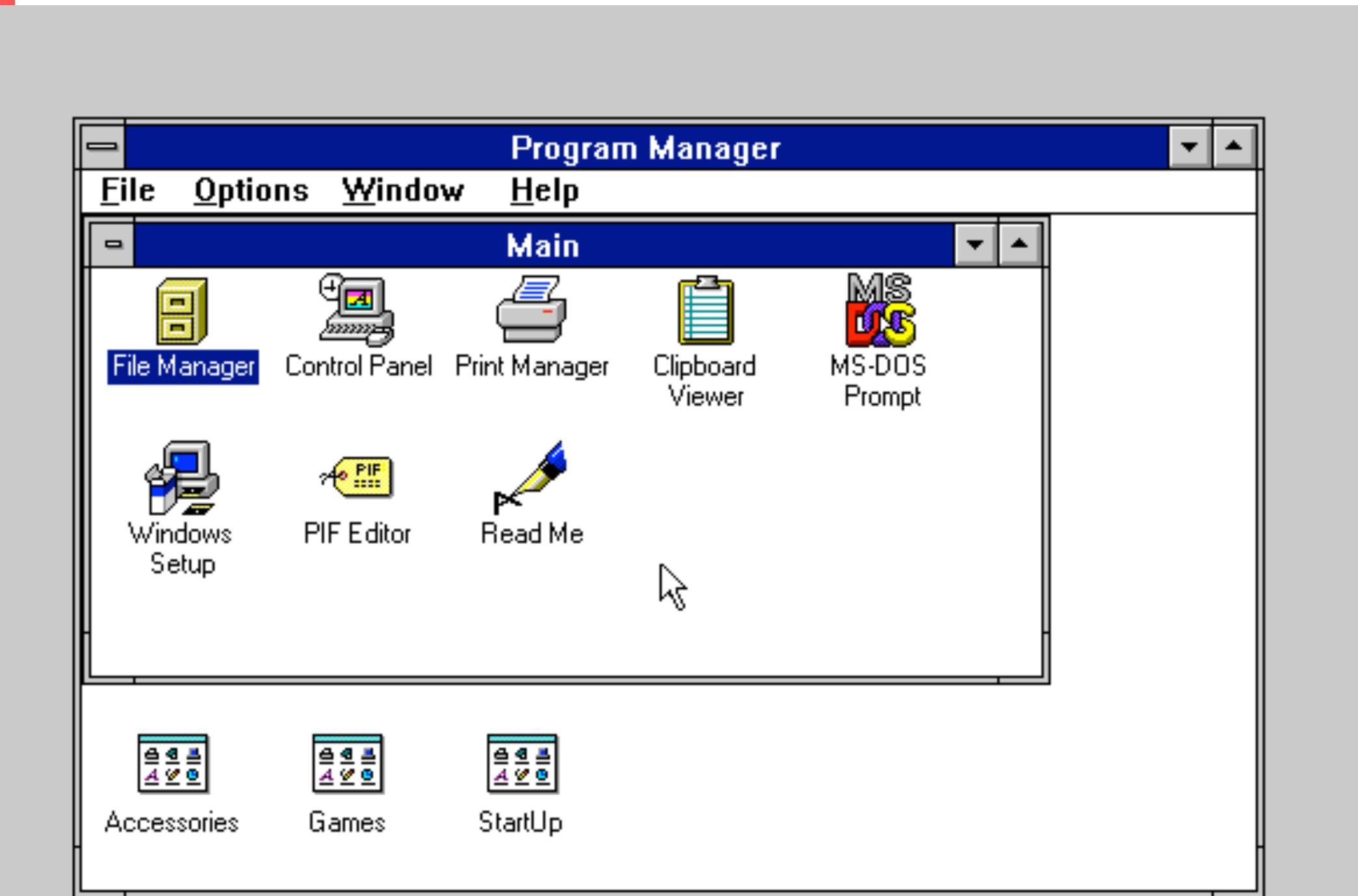
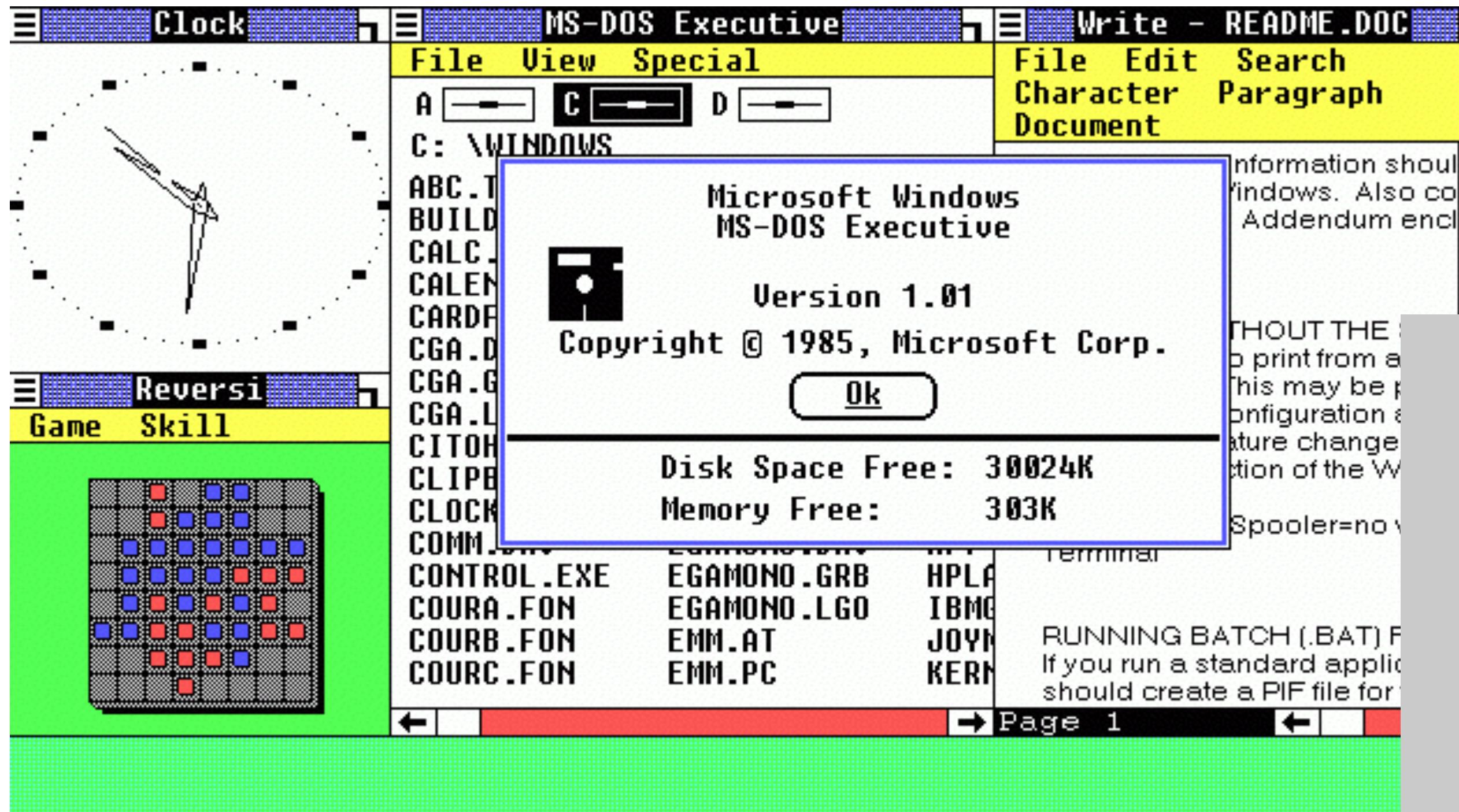


Une image EGA (640x350)



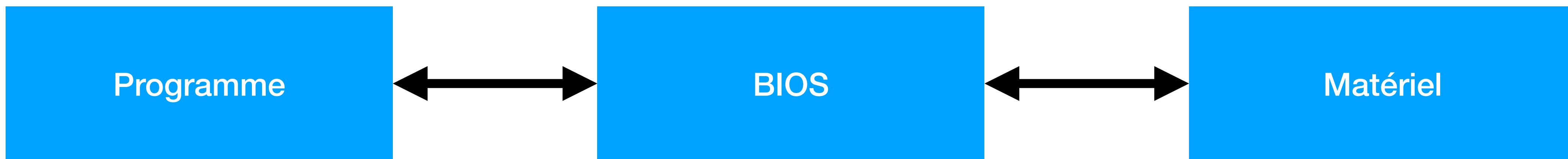
By 4throck - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34700135>

Les débuts de Windows...



La guerre des clones...

- Le PC d'IBM est construit à partir de composants disponibles sur le marché, le hardware est donc « facile » à reproduire
- Seule partie vraiment originale et protégée légalement (mais publiée par IBM en 1981): le BIOS (Basic Input/Output System).



La guerre des clones...

- Plusieurs entreprises décident de ré-écrire un BIOS compatible avec ce qui d'IBM et de commercialiser des « PC clones », tout à fait compatibles avec les PC d'IBM (mais à un coût moindre).

When you want to talk computers....

HOME COMPUTERS.	MS/DOS SYSTEMS.	DRIVES.
Atari Computers		
520ST Monochrome System.....\$499.00		Allied Technology
520ST Color System.....749.00		Apple Half-Heights.....\$109.00
1040ST Color System.....879.00		Controller Card.....39.99
800XL 64K Computer.....63.99		CMS
65XE 64K Computer.....97.99		Drive Plus 20MB Internal Card....399.00
130XE 132K Computer.....129.00		Everex
Atari Peripherals		Stream 20 20MB Tape-Backup....669.00
1020 Color Printer.....29.99		Genie Technology
1050 Disk Drive.....129.00		210 H 10+10 subsystem.....1749.00
835 300 Baud Modem.....24.99		Indus
850 Atari Interface.....109.00		Atari GT Disk Drive.....189.00
M301 300 Baud Modem.....39.99		Commodore GT Disk Drive.....189.00
XM801 80-Column Printer.....199.00		Iomega
XM804 ST Printer.....189.00		A210H 10+10 Bernoulli Box.....1899.00
ICD PR Connection.....59.99		A220H 20+20 Bernoulli Box.....2499.00
Xetec Graphix (XL, XE).....39.99		Irwin
	PC-TOO 20 Meg XT-Compatible \$999	110 D 10MB Tape backup.....319.00
	AT&T 6300from \$1299.00	Mountain Computer
	Compaqfrom 1699.00	Drive Card 20MB Internal Card...499.00
	Cordatafrom 899.00	A220 20+20 Subsystem.....2199.00
	IBM-XTfrom 1099.00	
	IBM-ATfrom 2699.00	
	Leading Edgefrom 999.00	
	NEC Multispeedfrom 1499.00	
	Panasonic Business Partnerfrom 799.00	
	Toshiba 1100 Plusfrom 1749.00	
	MULTIFUNCTION CARDS.	
	AST	

UNBELIEVABLE TECHNOLOGY FAST DELIVERY—
TOP QUALITY ORDERS ONLY **CALL**
1-800-435-2266

IBM AT COMPATABLE SYSTEM

6-10MHZ 1235.00

INCLUDES:

- 200 wt Power Supply 95.00
- AT Case 90.00
- 6-10mhz Motherboard w/Phoenix Bios 525.00
- 1024K Memory-120 ns 108.00
- 1.2m High Capacity Floppy Drive 129.00
- AT HDC/FDC Controller 229.00
- 5150 At Keyboard 59.00
- TOTAL 1235.00**
- TTL Monochrome Monitor 90.00
- SWITCHING POWER SUPPLY FOR IBM**

MULTIFUNCTION CARD • for IBM PC/AT or compatibles • 64K-3M bytes memory expansion #UCB202...179.00... 10+ 165.00

HDC/FDC CONTROLLER • for IBM PC/AT or compatibles • connect with 2 hard disk drives and 2 floppy disk drives #UCB210...229.00...10+209.00

2.5MB RAM CARD • memory expandable to 2.5MB • starting address selectable • either 64K or 256K dynamic chips #UCB208...109.00...10+99.00

PC/AT MOTHER BOARD • LSI 80286 CPU • 6-10 mhz • memory expandable to 1MB • 64K BIOS ROM • 8 expansion I/O slot #UCB201...525.00...10+ 490.00

1.2MB FLOPPY DISK CONTROLLER • for IBM PC/AT or compatibles • can drive 2 internal 1.2MB floppy disk drives #UCB205...79.00...10+ 69.00

AT I/O CARD • for IBM PC/AT or compatibles • 1 parallel printer port • 2 RS-232 port (1 optional) • 1 game port #UCB231...79.00...10+ 69.00

La guerre des clones

- Une des marques les plus célèbres a été Compaq (1982 – rachat par HP en 2002)
- Premier PC portable (1983)
- Premier PC à base de 386 (1986)

COMPAQ



L'informatique personnelle... sans PC !

- Quels sont les autres ordinateurs personnels que vous connaissez ?
 - Apple: Apple II, puis Macintosh
 - Commodore: Commodore VIC-20, puis 64, puis 128, puis Amiga...
 - Atari: 400, 800, 1200XL...

Les premiers micro-ordinateurs

- Le Micral N: processeur Intel 8008 à 500 kHz (France, 1975)
- L'altair 8800, basé sur le même processeur (USA, 1975)



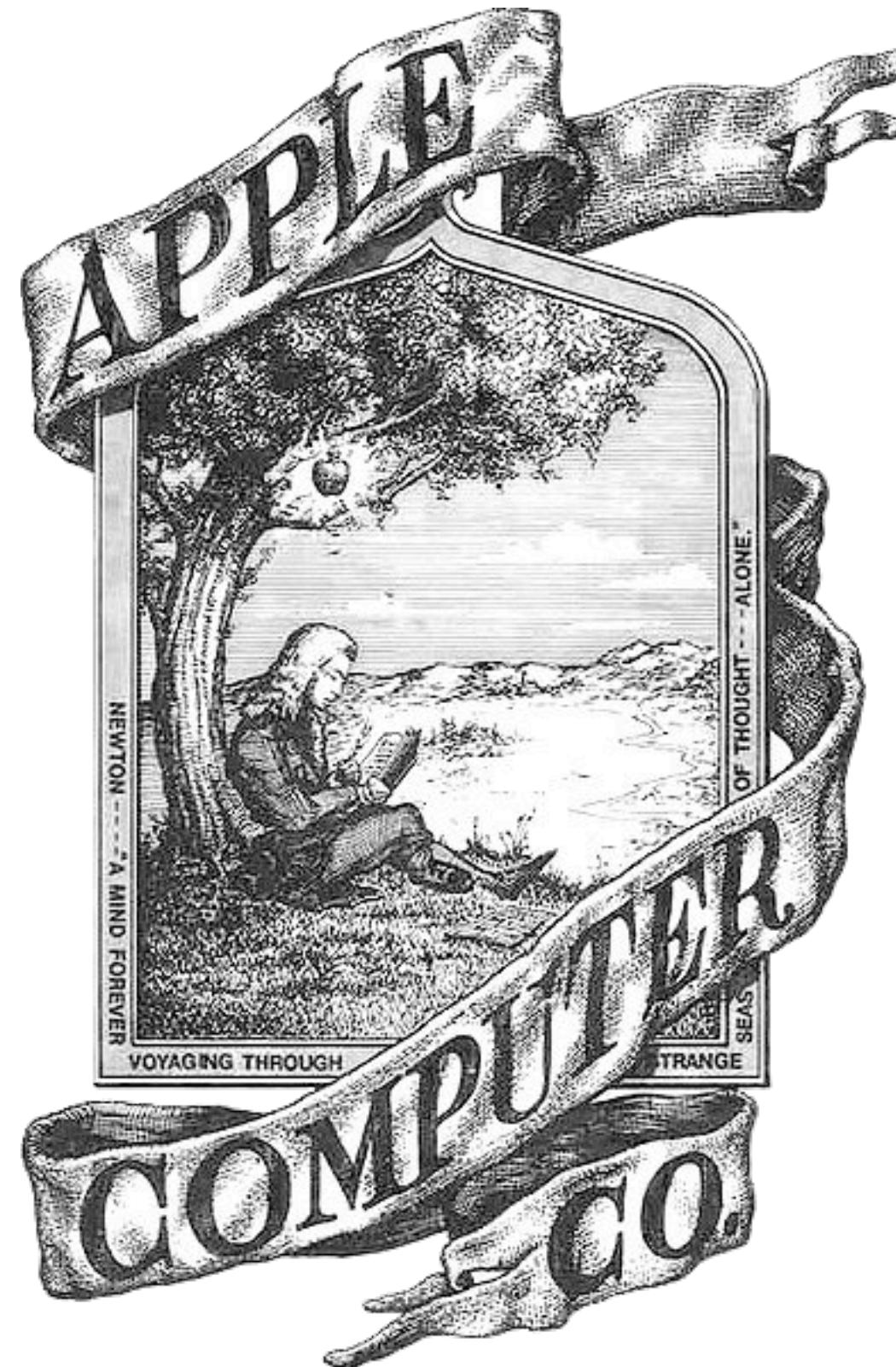
Par David Monniaux — Travail personnel, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1606379>



By Tim Colegrove - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=89430810>

Apple Computer

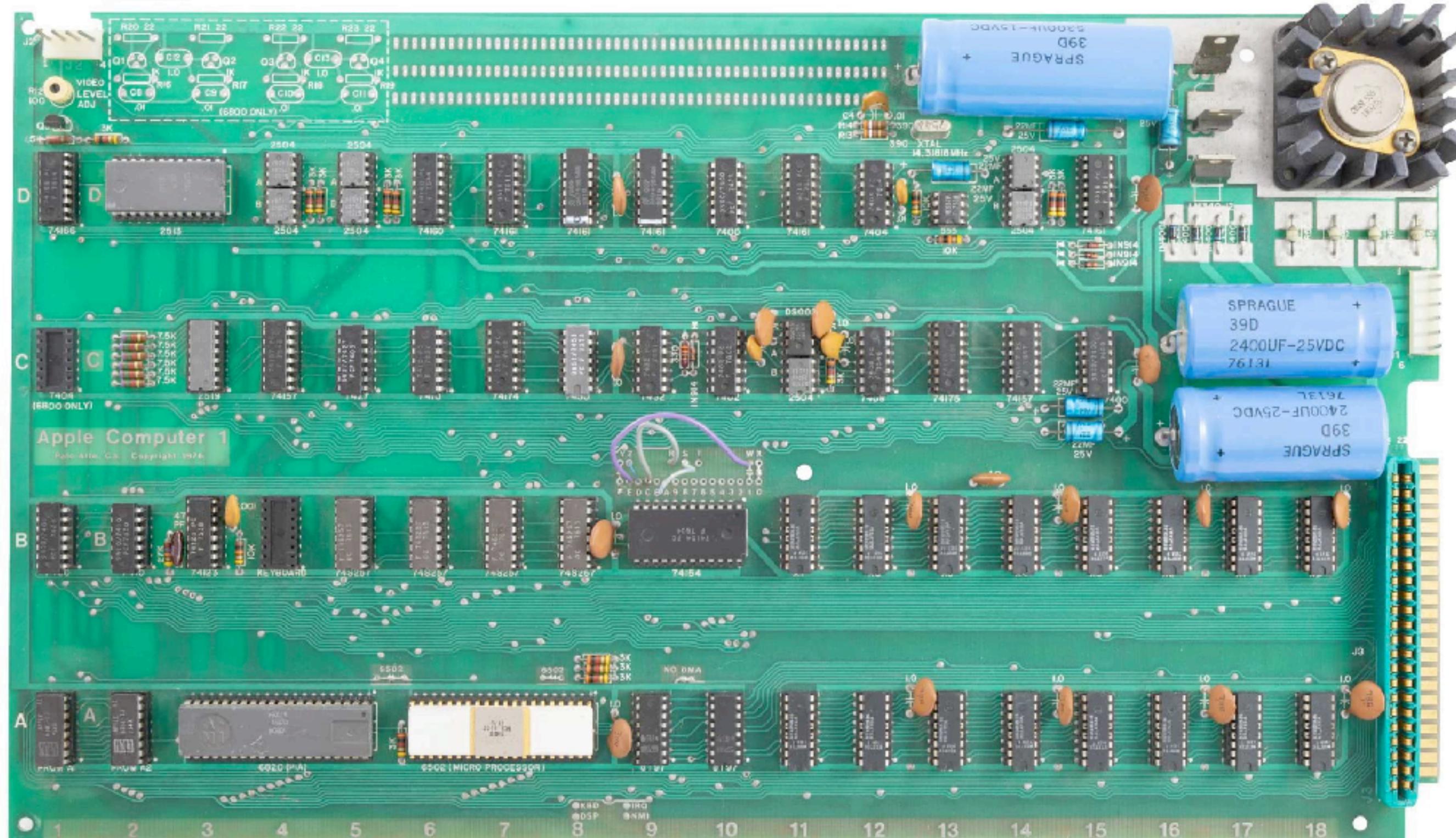
- Fondée le 1er avril 1976 par Steve Wozniak, Ronald Wayne et Steve Jobs dans le garage des parents de Jobs à Los Altos



Par Mathieu Thouvenin — originally posted to Flickr as Apple Garage, CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10484016>

Apple I (1976 - 1977)

- L'Apple I est un concurrent de l'Altair. Il a le grand avantage de contenir toute la circuiterie du terminal (sans l'écran) !

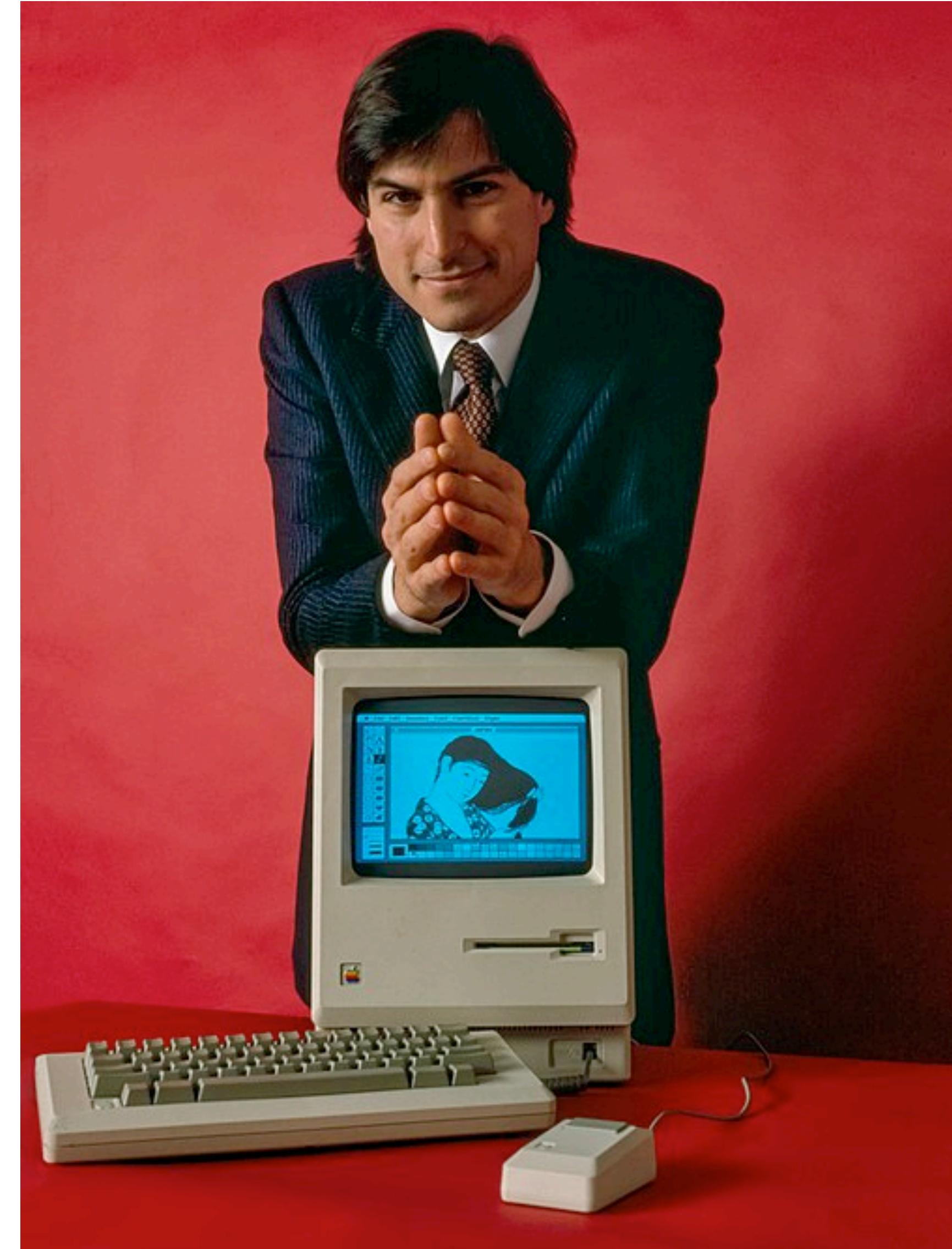


Apple II (1977 - 1988)



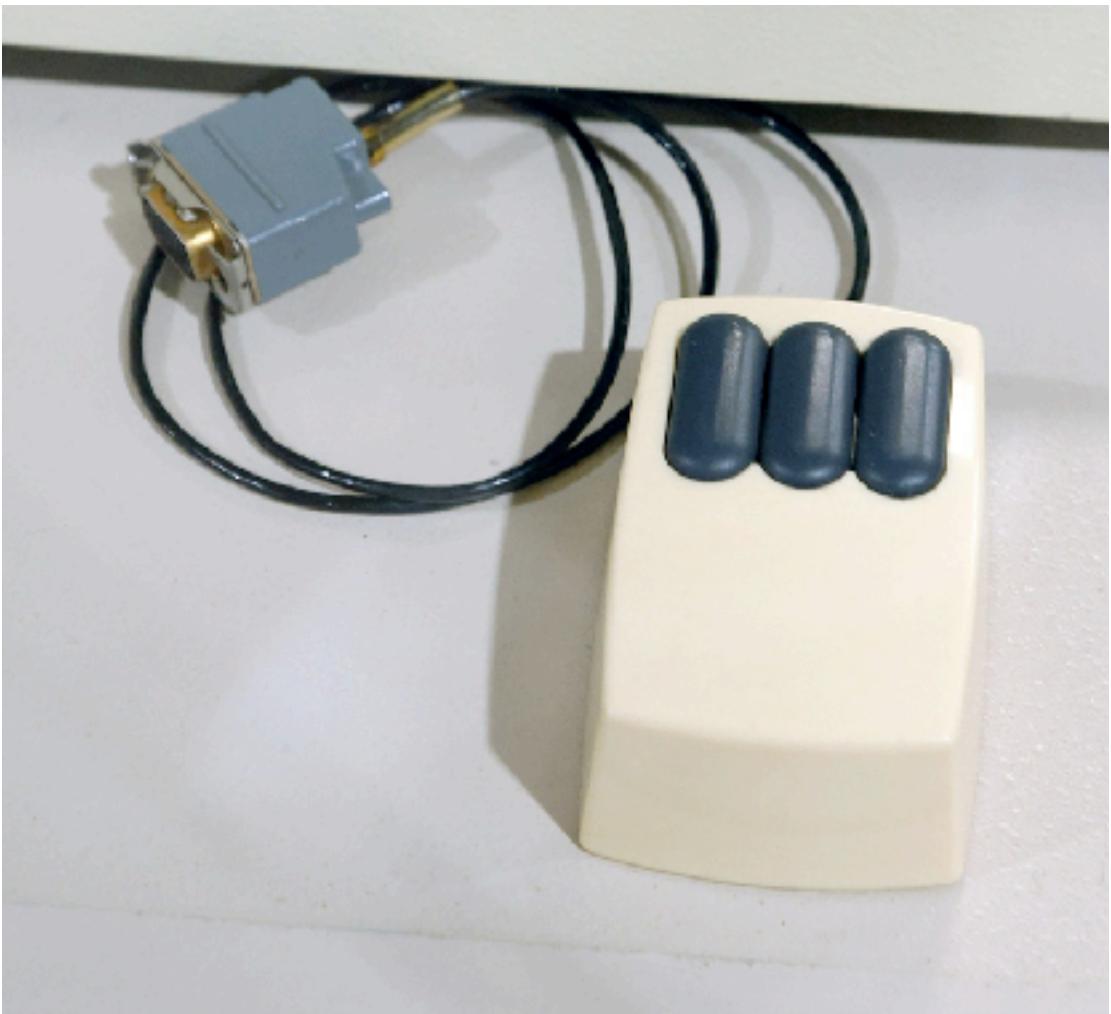
Apple Macintosh

- Premier modèle présenté en 1984
 - 128 ko de RAM
 - Processeur Motorola 68000 à 8 MHz
 - GUI pour le grand public



Les origines du GUI

- Xerox ALTO (1973)
- Machine expérimentale ~2000 construits
- Charles Thacker, son concepteur, reçoit le prix Turing en 2009



Par Judson McCranie, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=81284315>



Par Vincent Lextrait — Travail personnel, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=91152847>



Par Johann H. Addicks - addicks@gmx.net — Photographie personnelle, GFDL 1.2, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5552548>

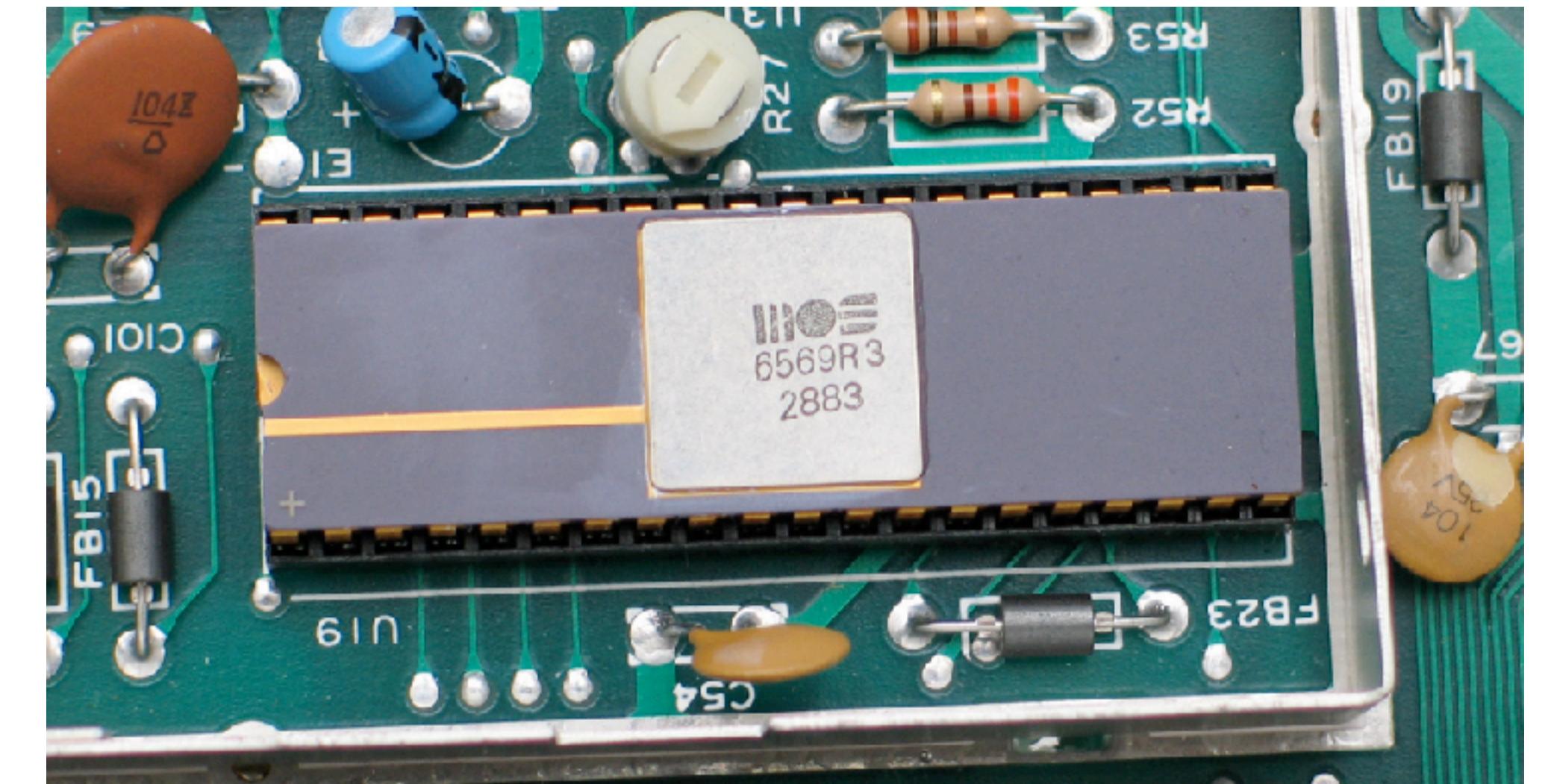
Les ordinateurs Commodore

- Firme fondée en 1977 par Jack Tramiel (succédant à une autre entreprise qui vendait des machines à calculer)
- Commodore PET (1977)
- VIC-20 (1980): premier ordinateur vendu à plus d'un million d'exemplaires
- Commodore 64 (1982): ordinateur le plus vendu au monde (entre 12 et 17 millions d'unités vendues)

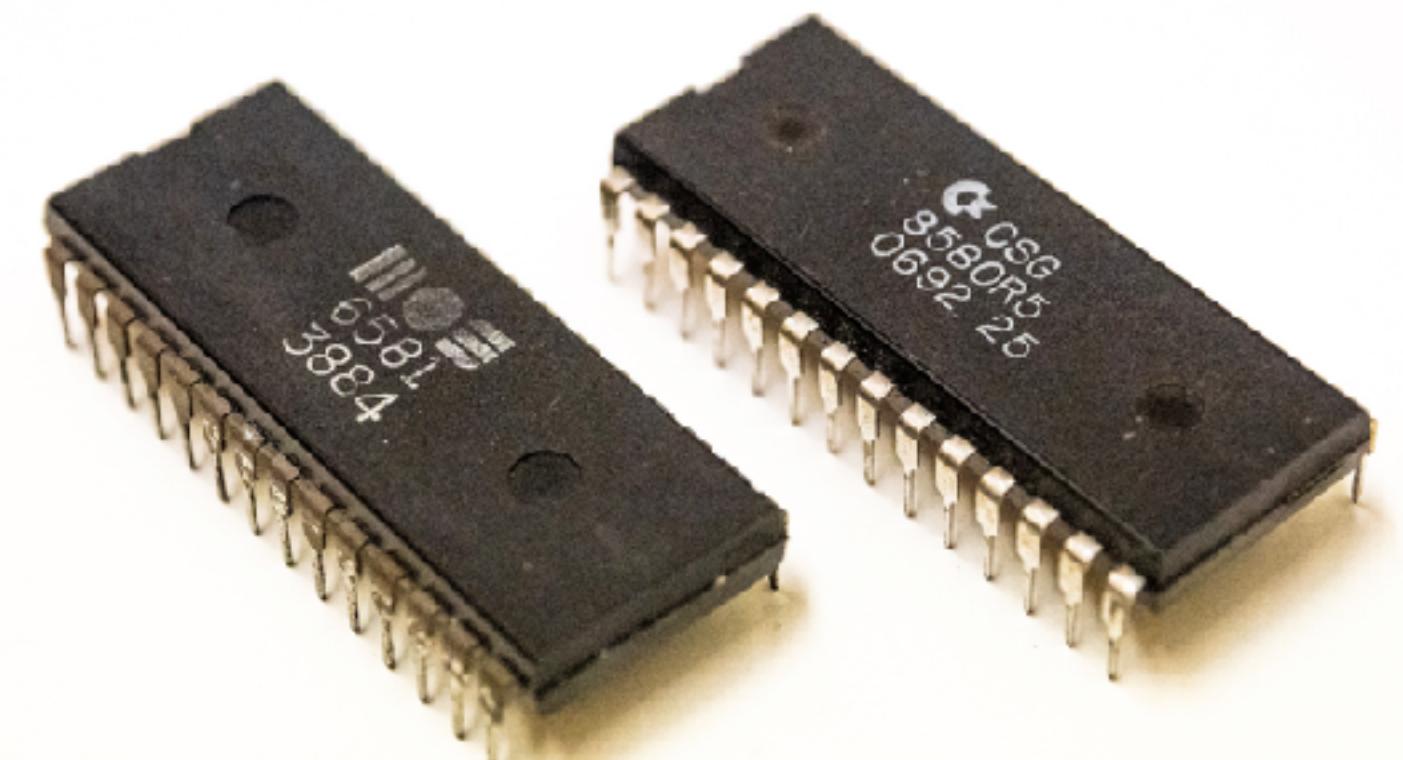


Le VIC-II et le SID

- VIC-II = « carte graphique » du C64
 - Supporte la génération de sprites
 - Fonctions de scrolling
- SID = « carte son » du C64
 - Synthétiseur 3 voix, basées sur des « waveforms » de base, avec application de filtres



By Christian Taube - Own work, CC BY-SA 2.5,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1503076>



By Taras Young - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=123635057>

Commodore Amiga

- Successeurs du C64: de 1985 à 1994
- Machines 16 bits, avec à nouveau de circuits spécialisés pour le son et le graphisme
- GUI très développé.
- Jeux iconiques comme Lemmings



Atari

- Fondée en 1972 et propose la borne d'arcade Pong la même année
- Évolue jusque dans les années 1990 avec une gamme d'ordinateurs 8 bits, puis de consoles de jeux...



Atari 400, 1979



Atari 2600, 1977



To be continued ?