

# 10301112 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

## บทที่ 1: ประวัติและวิวัฒนาการคอมพิวเตอร์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปวีณ เชื้อนแก้ว

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้



What is computer ?

# 17<sup>th</sup> century computer

The term "computer", in use from the early 17th century , meant "one who computes": a person performing mathematical calculations



## Computer Room

Early "computers" at work, summer 1949. In the terminology of that period, computers were employees--typically female--who performed the arduous task of transcribing raw data to standard engineering units.

# Modern computer

A computer is a general purpose device that can be programmed to carry out a set of arithmetic or logical operations automatically.





“คอมพิวเตอร์” หรือในภาษาไทยว่า “คณิตกรณ์”  
ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.  
2525 หมายถึง เครื่องอิเล็กทรอนิกส์แบบอัตโนมัติ  
ทำหน้าที่เป็นเสมือนสมองกล ใช้สำหรับแก้ปัญหา  
ต่าง ๆ ทั้งที่ง่ายและซับซ้อนโดยวิธีทางคณิตศาสตร์

วิวัฒนาการของคอมพิวเตอร์ แบ่งออกเป็น 3 ยุค

ยุคเริ่มต้น

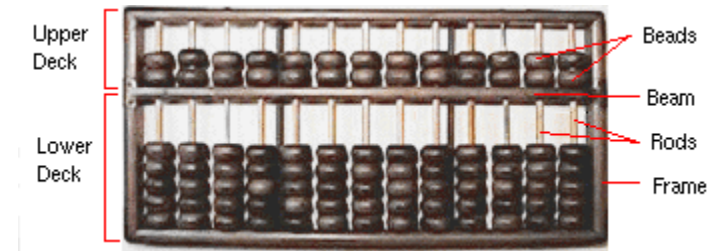
ยุคกลาง

ยุคใหม่

ยุคเริ่มต้น

The dawn of computing

- กว่า 2000 ปีก่อน ค.ศ. ชาวจีนได้สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่ใช้ในการคำนวณคือ ลูกคิด (abacus)



ลูกคิด (abacus)

จอห์น เนเปียร์ (John Napier) นักคณิตศาสตร์ชาวสก็อต ได้คิดประดิษฐ์  
ตารางลอการิทึม(Logarithm) เพื่อช่วยในการคำนวณทำให้การคูณและหาร  
เลขให้รวดเร็วขึ้น และ กระดูกของเนเปียร์ (Napier's bones)

วิลเลียม อ็อกเทรต (William Oughtred) นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้คิดค้น  
ประดิษฐ์ไม้บรรทัดเลื่อน (Slide rule)

จอห์น เนเปียร์ (John Napier) นักคณิตศาสตร์ชาวสก็อต ได้คิดประดิษฐ์

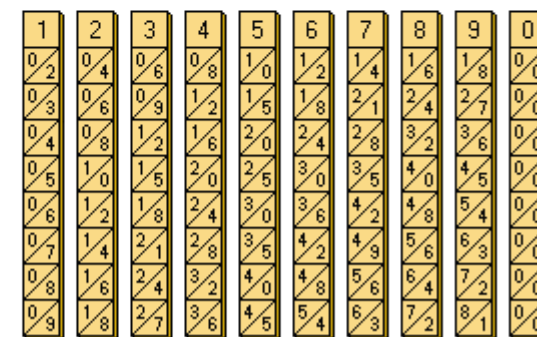
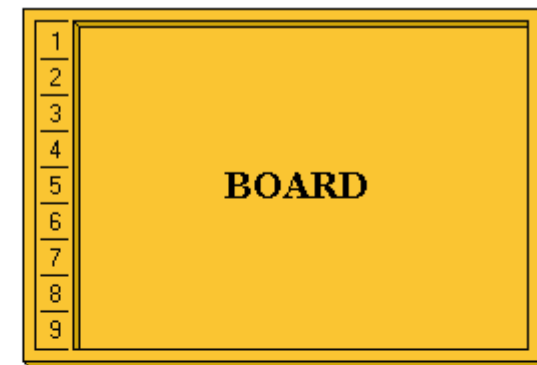
**ตารางลอการิทึม(Logarithm)** เพื่อช่วยในการคำนวณทำให้การคูณและหาร

เลขให้รวดเร็วขึ้น และ **กระดูกของเนเปียร์ (Napier's bones)**



อุปกรณ์นี้ช่วยให้สามารถ คูณ หาร และหารากที่สอง ได้อย่างรวดเร็ว

|                |    |
|----------------|----|
| $7 \times 1 =$ | 7  |
| $7 \times 2 =$ | 14 |
| $7 \times 3 =$ | 21 |
| $7 \times 4 =$ | 28 |
| $7 \times 5 =$ | 35 |
| $7 \times 6 =$ | 42 |
| $7 \times 7 =$ | 49 |
| $7 \times 8 =$ | 56 |
| $7 \times 9 =$ | 63 |



SET OF RODS

COMMON LOGARITHMS

$\log_{10} x$

| $x$ | 0     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | $\Delta_m$ | 1  | 2   | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |    |
|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|----|-----|---|----|----|----|----|----|----|----|
|     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            | +  | ADD |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 10  | -0000 | 0043 | 0086 | 0128 | 0170 | 0212 |      |      |      |      |            | 42 | 4   | 8 | 13 | 17 | 21 | 25 | 29 | 34 | 38 |
| 11  | -0414 | 0453 | 0492 | 0531 | 0569 | 0607 | 0645 | 0682 | 0719 | 0755 |            | 40 | 4   | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 |
| 12  | -0792 | 0828 | 0864 | 0899 | 0934 | 0969 | 1004 | 1038 | 1072 | 1106 |            | 39 | 4   | 7 | 11 | 15 | 19 | 23 | 27 | 31 | 35 |
| 13  | -1139 | 1173 | 1206 | 1239 | 1271 | 1303 |      |      |      |      |            | 37 | 4   | 7 | 11 | 15 | 19 | 23 | 27 | 31 | 35 |
| 14  | -1461 | 1492 | 1523 | 1553 | 1584 | 1614 |      |      |      |      |            | 36 | 3   | 6 | 9  | 12 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 |
| 15  | -1761 | 1790 | 1818 | 1847 | 1875 | 1903 |      |      |      |      |            | 35 | 3   | 6 | 8  | 11 | 14 | 17 | 20 | 22 | 25 |
| 16  | -2041 | 2068 | 2095 | 2122 | 2148 | 2175 | 2201 | 2227 | 2253 | 2279 |            | 26 | 3   | 5 | 8  | 10 | 13 | 16 | 18 | 21 | 23 |
| 17  | -2304 | 2330 | 2355 | 2380 | 2405 | 2430 | 2455 | 2480 | 2504 | 2529 |            | 25 | 2   | 5 | 7  | 10 | 12 | 15 | 17 | 20 | 22 |
| 18  | -2553 | 2577 | 2601 | 2625 | 2648 | 2672 | 2695 | 2718 | 2742 | 2765 |            | 24 | 2   | 5 | 7  | 10 | 12 | 14 | 17 | 19 | 22 |
| 19  | -2788 | 2810 | 2833 | 2856 | 2878 | 2900 | 2923 | 2945 | 2967 | 2989 |            | 22 | 2   | 4 | 7  | 9  | 11 | 13 | 15 | 18 | 20 |
| 20  | -3010 | 3032 | 3054 | 3075 | 3096 | 3118 | 3139 | 3160 | 3181 | 3201 |            | 21 | 2   | 4 | 6  | 8  | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 |
| 21  | -3222 | 3243 | 3263 | 3284 | 3304 | 3324 | 3343 | 3363 | 3385 | 3404 |            | 20 | 2   | 4 | 6  | 8  | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 22  | -3424 | 3444 | 3464 | 3483 | 3502 | 3522 | 3541 | 3560 | 3579 | 3598 |            | 19 | 2   | 4 | 6  | 8  | 10 | 11 | 13 | 15 | 17 |
| 23  | -3617 | 3636 | 3655 | 3674 | 3692 | 3711 | 3729 | 3747 | 3765 | 3784 |            | 18 | 2   | 4 | 5  | 7  | 9  | 11 | 13 | 14 | 16 |
| 24  | -3802 | 3820 | 3838 | 3856 | 3874 | 3892 | 3909 | 3927 | 3945 | 3962 |            | 18 | 2   | 4 | 5  | 7  | 9  | 11 | 13 | 14 | 16 |
| 25  | -3979 | 3997 | 4014 | 4031 | 4048 | 4065 | 4082 | 4099 | 4116 | 4133 |            | 17 | 2   | 3 | 5  | 7  | 9  | 10 | 12 | 14 | 15 |
| 26  | -4150 | 4166 | 4183 | 4200 | 4216 | 4232 | 4249 | 4265 | 4281 | 4298 |            | 16 | 2   | 3 | 5  | 6  | 8  | 10 | 11 | 13 | 14 |
| 27  | -4334 | 4350 | 4366 | 4382 | 4398 | 4414 | 4430 | 4445 | 4460 | 4476 |            | 16 | 2   | 3 | 5  | 6  | 8  | 10 | 11 | 13 | 14 |
| 28  | -4472 | 4487 | 4502 | 4518 | 4533 | 4548 | 4563 | 4578 | 4594 | 4609 |            | 15 | 2   | 3 | 5  | 6  | 8  | 9  | 11 | 12 | 14 |
| 29  | -4624 | 4639 | 4654 | 4669 | 4683 | 4698 | 4713 | 4727 | 4742 | 4757 |            | 15 | 1   | 3 | 4  | 6  | 7  | 9  | 10 | 12 | 13 |
| 30  | -4771 | 4786 | 4800 | 4814 | 4829 | 4843 | 4857 | 4869 | 4884 | 4899 |            | 14 | 1   | 3 | 4  | 6  | 7  | 8  | 10 | 11 | 13 |
| 31  | -4914 | 4928 | 4942 | 4955 | 4969 | 4983 | 4997 | 5011 | 5024 | 5038 |            | 14 | 1   | 3 | 4  | 6  | 7  | 8  | 10 | 11 | 13 |
| 32  | -5051 | 5065 | 5079 | 5092 | 5105 | 5119 | 5132 | 5145 | 5159 | 5172 |            | 13 | 1   | 3 | 4  | 5  | 7  | 8  | 9  | 10 | 12 |
| 33  | -5185 | 5198 | 5211 | 5224 | 5237 | 5250 | 5263 | 5275 | 5289 | 5302 |            | 13 | 1   | 3 | 4  | 5  | 6  | 8  | 9  | 10 | 12 |
| 34  | -5315 | 5328 | 5340 | 5353 | 5366 | 5378 | 5391 | 5403 | 5416 | 5428 |            | 13 | 1   | 3 | 4  | 5  | 6  | 8  | 9  | 10 | 12 |
| 35  | -5441 | 5453 | 5465 | 5478 | 5490 | 5502 | 5514 | 5525 | 5537 | 5549 |            | 12 | 1   | 2 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 10 | 11 |
| 36  | -5563 | 5575 | 5587 | 5599 | 5611 | 5623 | 5635 | 5647 | 5658 | 5670 |            | 12 | 1   | 2 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 10 | 11 |
| 37  | -5682 | 5694 | 5705 | 5717 | 5729 | 5740 | 5752 | 5763 | 5775 | 5786 |            | 12 | 1   | 2 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 10 | 11 |
| 38  | -5798 | 5809 | 5821 | 5832 | 5843 | 5855 | 5866 | 5877 | 5888 | 5899 |            | 11 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 39  | -5911 | 5922 | 5933 | 5944 | 5955 | 5966 | 5977 | 5988 | 5999 | 6010 |            | 11 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 40  | -6021 | 6031 | 6042 | 6053 | 6064 | 6075 | 6085 | 6096 | 6107 | 6117 |            | 11 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| 41  | -6128 | 6138 | 6149 | 6160 | 6170 | 6180 | 6191 | 6201 | 6212 | 6222 |            | 10 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 42  | -6223 | 6233 | 6243 | 6253 | 6263 | 6274 | 6284 | 6294 | 6304 | 6314 |            | 10 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 43  | -6335 | 6345 | 6355 | 6365 | 6375 | 6385 | 6395 | 6405 | 6415 | 6425 |            | 10 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 44  | -6435 | 6444 | 6454 | 6464 | 6474 | 6484 | 6493 | 6503 | 6513 | 6522 |            | 10 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 45  | -6532 | 6542 | 6551 | 6561 | 6571 | 6580 | 6590 | 6599 | 6609 | 6618 |            | 10 | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 46  | -6628 | 6637 | 6646 | 6656 | 6665 | 6675 | 6684 | 6693 | 6702 | 6712 |            | 9  | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 47  | -6721 | 6730 | 6739 | 6749 | 6758 | 6767 | 6776 | 6785 | 6794 | 6803 |            | 9  | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 48  | -6812 | 6821 | 6830 | 6839 | 6848 | 6857 | 6866 | 6875 | 6884 | 6893 |            | 9  | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |
| 49  | -6902 | 6911 | 6920 | 6928 | 6937 | 6946 | 6955 | 6964 | 6972 | 6981 |            | 9  | 1   | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |

No. log  $\ln x = \log_e x = (1/M) \log_{10} x$   $(1/M) = 2.30259$   $\log_{10} x = M \log_e x$   $M = 0.43429$   $1.63778$

$\pi = 3.14159$  0.49715  $e = 2.71828$  0.43429

$p$   $x$   $z$   $3$   $4$   $5$   $6$   $7$   $8$   $9$   $10$

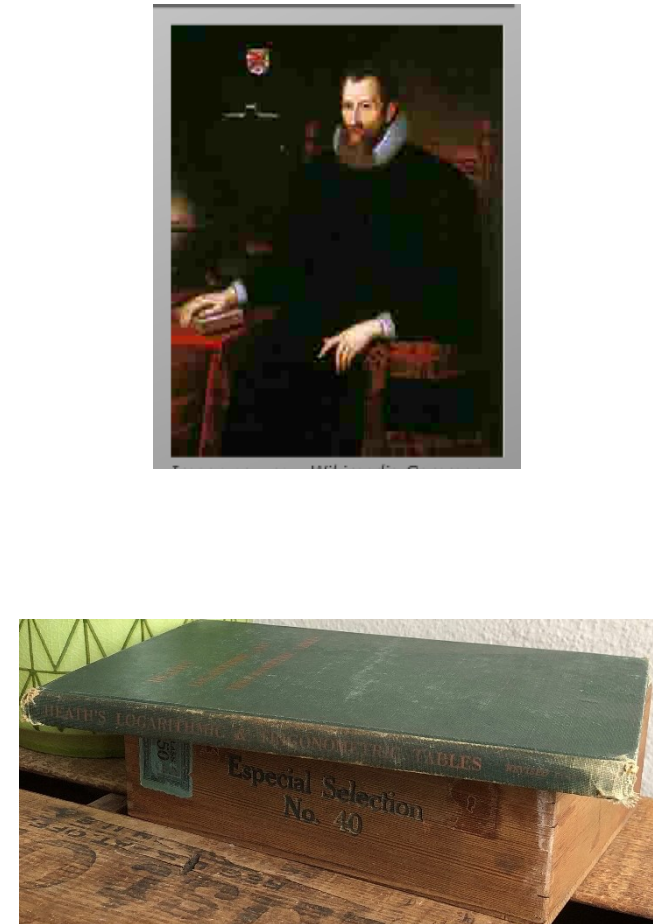
$\log e^p$  0.4343 0.8686 1.3039 1.7372 2.1715 2.6058 3.0401 3.4744 3.9087 4.3429

$\log e^p$  1.5657 1.1314 2.2628 3.3941 4.5256 5.6571 6.7885 7.9199 9.0513 10.1827

COMMON LOGARITHMS

$\log_{10} x$

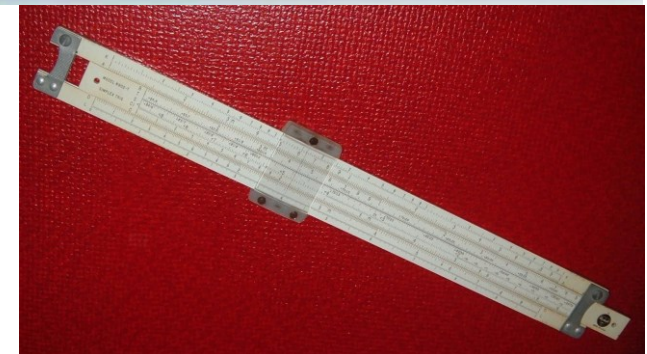
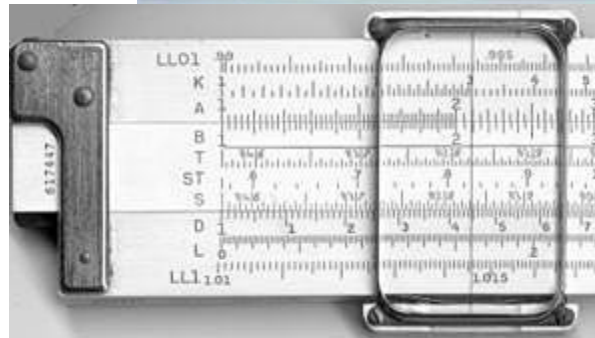
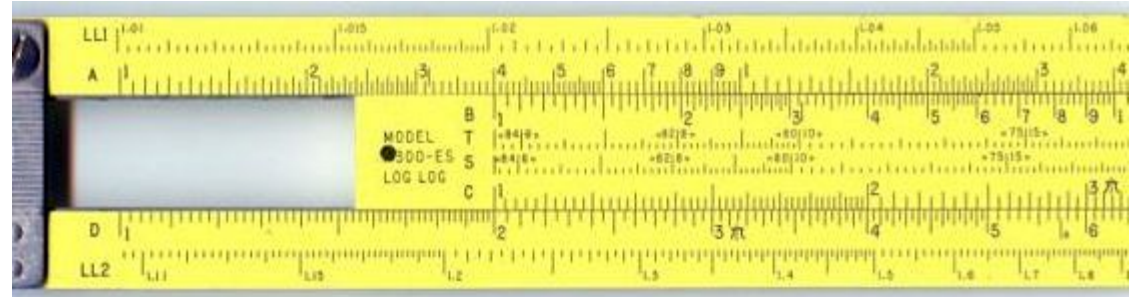
| $x$ | 0     | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | $\Delta_m$ | 1 | 2   | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |  |
|-----|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|---|-----|---|---|---|---|---|---|---|--|
|     |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            | + | ADD |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 50  | -6990 | 6998 | 7007 | 7016 | 7024 | 7033 | 7042 | 7050 | 7059 | 7067 |            | 9 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 51  | -7076 | 7084 | 7093 | 7101 | 7110 | 7118 | 7126 | 7135 | 7143 | 7151 |            | 8 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 52  | -7160 | 7168 | 7177 | 7185 | 7193 | 7202 | 7210 | 7218 | 7226 | 7235 |            | 8 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 53  | -7243 | 7251 | 7259 | 7267 | 7275 | 7283 | 7291 | 7300 | 7308 | 7316 |            | 8 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 54  | -7324 | 7332 | 7340 | 7348 | 7356 | 7364 | 7372 | 7380 | 7388 | 7396 |            | 8 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 55  | -7404 | 7412 | 7419 | 7427 | 7435 | 7443 | 7451 | 7459 | 7466 | 7474 |            | 8 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 56  | -7482 | 7490 | 7497 | 7505 | 7513 | 7520 | 7528 | 7536 | 7543 | 7551 |            | 8 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 57  | -7559 | 7566 | 7574 | 7582 | 7589 | 7597 | 7604 | 7612 | 7619 | 7627 |            | 8 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 58  | -7654 | 7661 | 7669 | 7677 | 7684 | 7692 | 7699 | 7706 | 7714 | 7721 |            | 8 | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |  |
| 59  | -7709 | 7716 | 7723 | 7731 | 7738 | 7745 | 7752 | 7759 | 7767 | 7774 |            | 7 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 60  | -7782 | 7789 | 7796 | 7803 | 7810 | 7818 | 7825 | 7832 | 7839 | 7846 |            | 7 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 61  | -7853 | 7860 | 7868 | 7875 | 7882 | 7890 | 7897 | 7904 | 7910 | 7917 |            | 7 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 62  | -7924 | 7931 | 7938 | 7945 | 7952 | 7959 | 7966 | 7973 | 7980 | 7987 |            | 7 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 63  | -7993 | 8000 | 8007 | 8014 | 8021 | 8028 | 8035 | 8041 | 8048 | 8055 |            | 7 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 64  | -8062 | 8069 | 8075 | 8082 | 8089 | 8096 | 8102 | 8109 | 8116 | 8123 |            | 7 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 65  | -8129 | 8136 | 8142 | 8149 | 8156 | 8162 | 8169 | 8176 | 8182 | 8189 |            | 7 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 66  | -8195 | 8202 | 8209 | 8215 | 8222 | 8228 | 8235 | 8241 | 8248 | 8254 |            | 7 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 67  | -8261 | 8267 | 8273 | 8280 | 8287 | 8293 | 8299 | 8306 | 8312 | 8319 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 68  | -8325 | 8331 | 8338 | 8344 | 8351 | 8357 | 8363 | 8370 | 8376 | 8382 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 69  | -8388 | 8395 | 8401 | 8407 | 8414 | 8420 | 8426 | 8432 | 8439 | 8445 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 70  | -8451 | 8457 | 8463 | 8470 | 8476 | 8482 | 8488 | 8494 | 8500 | 8506 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 71  | -8513 | 8519 | 8525 | 8531 | 8537 | 8543 | 8549 | 8555 | 8561 | 8567 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 72  | -8573 | 8579 | 8585 | 8591 | 8597 | 8603 | 8609 | 8615 | 8621 | 8627 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 73  | -8633 | 8639 | 8645 | 8651 | 8657 | 8663 | 8669 | 8675 | 8681 | 8686 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 74  | -8692 | 8698 | 8704 | 8710 | 8716 | 8722 | 8727 | 8733 | 8739 | 8745 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 75  | -8751 | 8756 | 8762 | 8768 | 8774 | 8779 | 8785 | 8791 | 8797 | 8802 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 76  | -8808 | 8814 | 8820 | 8825 | 8831 | 8837 | 8842 | 8848 | 8854 | 8859 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 77  | -8865 | 8871 | 8876 | 8882 | 8887 | 8893 | 8899 | 8904 | 8910 | 8915 |            | 6 | 1   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |  |
| 78  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |            |   |     |   |   |   |   |   |   |   |  |



ตารางลอการิทึม

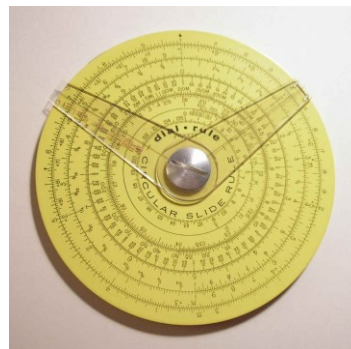


วิลเลียม อ็อกเทรต (William Oughtred) นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้คิดค้น  
 ประดิษฐ์ไม้บรรทัดเลื่อน (Slide rule)



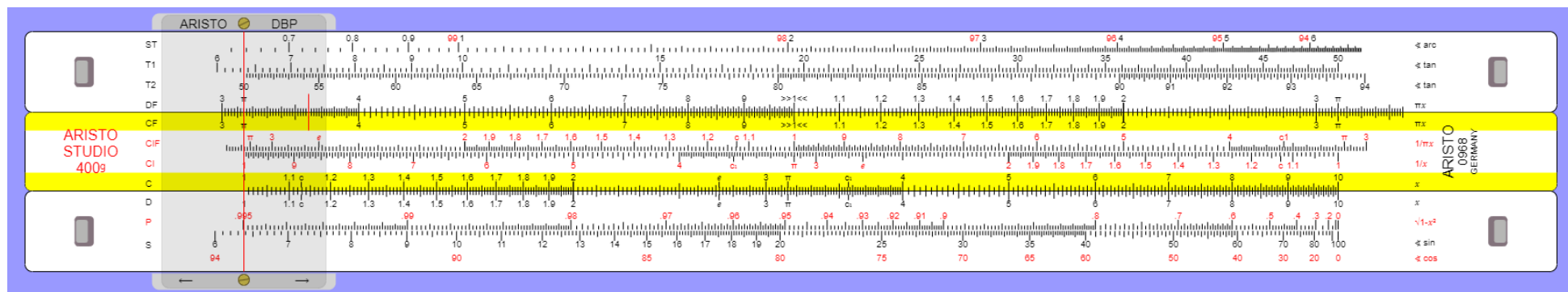
Graphical Analog calculator

คุณ หาร ยกกำลัง หาราก ลอการิทึม  
 หาค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติ



ตัวอย่างไม้บรรทัดเลื่อน

[https://www.sliderules.org/react/aristo\\_0968\\_400g\\_studio.html](https://www.sliderules.org/react/aristo_0968_400g_studio.html)



ตัวอย่างเช่น การหารากที่สอง พลัดด้านหลัง ใช้ A เป็นตัวตั้งและอ่านคำตอบที่ D  
หาค่ายกกำลังสอง ใช้ C เป็นตัวตั้งและอ่านคำตอบที่ A

คู่มือใช้งาน <https://usermanual.wiki/Pdf/AristoStudioInstructions.1408077202.pdf>



## Speeding Clock

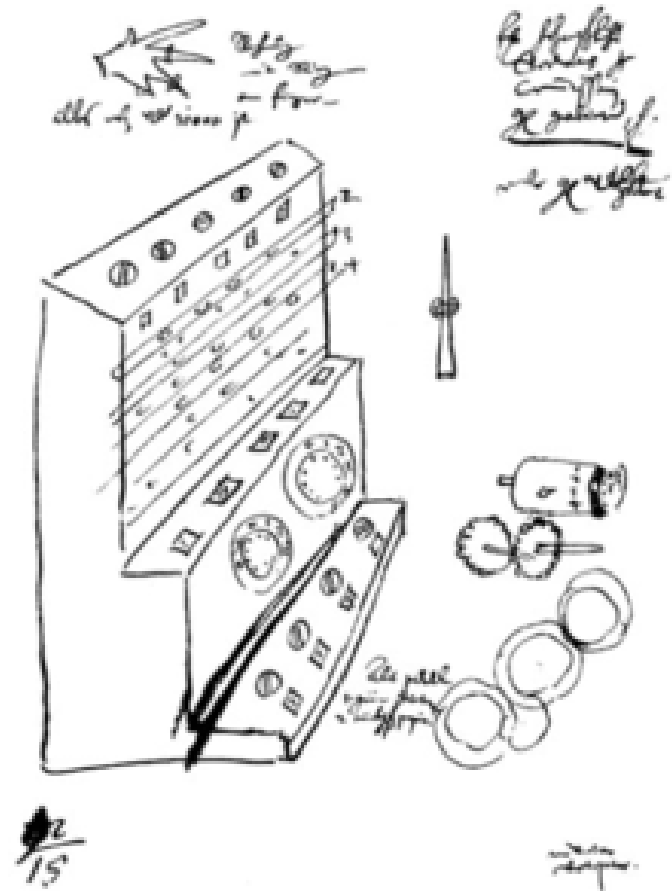
1623

The "Speeding Clock" was invented by Wilhelm Schickard (pictured) of Germany. The machine was the first workable mechanical calculator and could not only add and subtract numbers up to six digits, it could also calculate astronomical tables.

The original machine was destroyed in a fire before it was completely finished.



Image source: Wikimedia Commons



## Pascaline Calculator

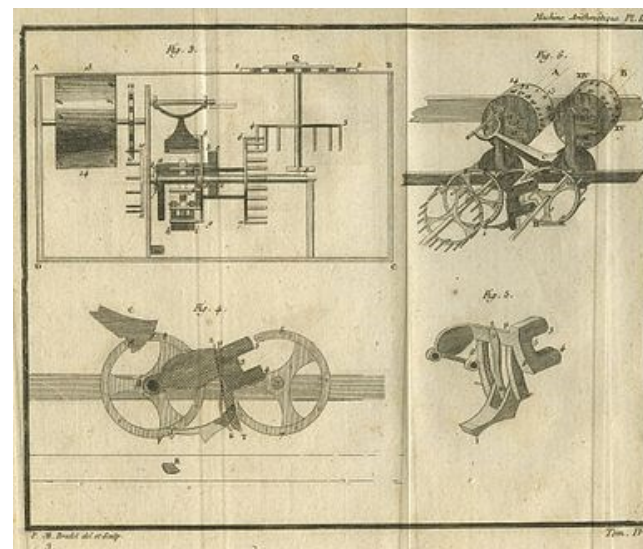
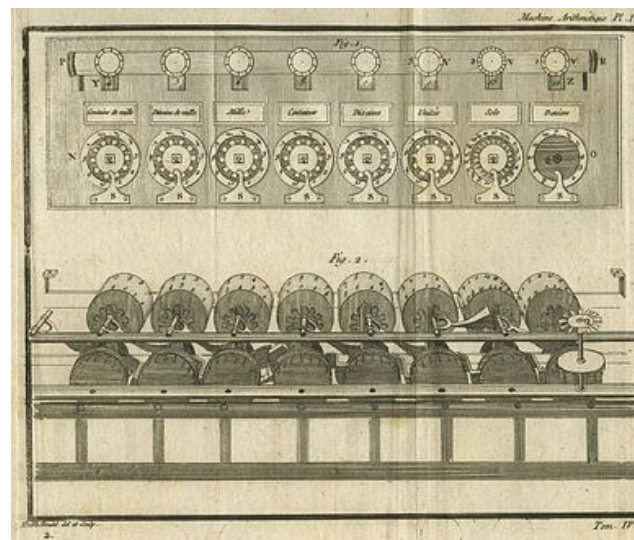
1645

The Pascaline Calculator, also known as the "Pascalina" or the "Arithmetique" was created by the famous mathematician, Blaise Pascal (pictured). It was the second mechanical calculator but it could only add and subtract.

Pascal began work on his calculator when he was only 19-years-old.



Image source: Wikimedia Commons



## Stepped Reckoner

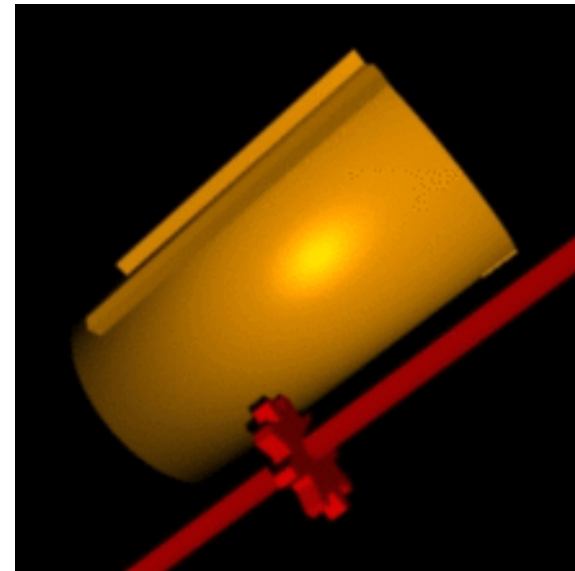
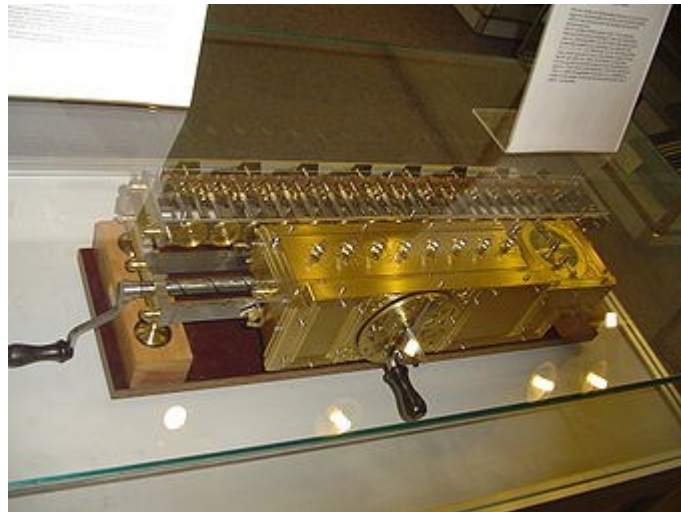
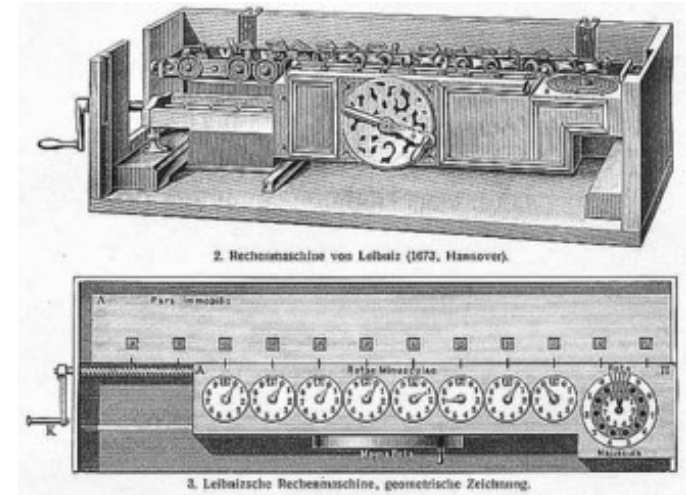
1672

The Stepped Reckoner (a replica is pictured) was an early digital mechanical calculator created by Gottfried Wilhelm Leibniz. It was the first of its kind that could perform addition, subtraction, multiplication, and division.

Leibniz also created the binary number system still used modern computers



Image source: Wikimedia Commons





## Discovery of Electricity

1752

Benjamin Franklin (pictured) published a paper in the 1750s describing an experiment to test for electricity in a thunderstorm. The experiment was performed in 1752 by Thomas-François Dalibard using a lightning rod instead of a kite. This was a first step toward electronic digital computers.

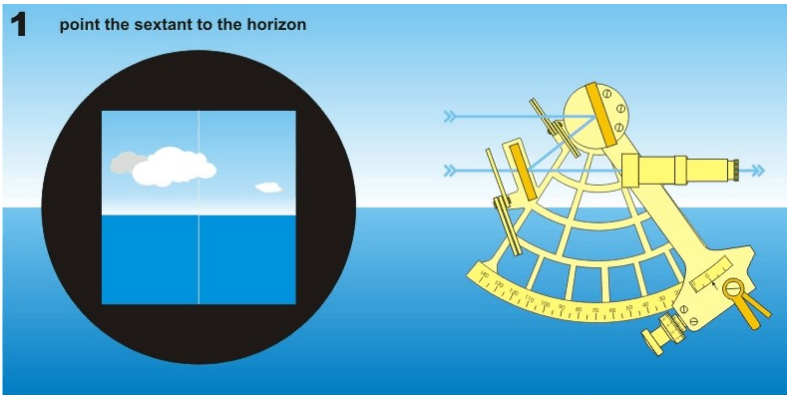


Image source: Wikimedia Commons

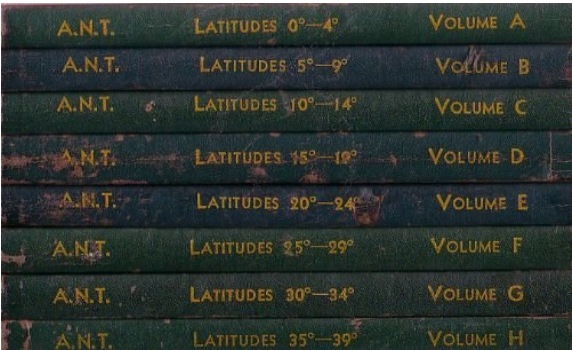


ยุคต้นกลาง  
Early innovations

Celestial navigation



Sextant



2002 MAY 10, 11, 12 (FRI, SAT, SUN.)

| UT | ARIES    | VENUS    | MARS     | JUPITER  | SATURN   | STARS    |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 00 | 00 00 00 | 00 00 00 | 00 00 00 | 00 00 00 | 00 00 00 | 00 00 00 |
| 01 | 01 01 01 | 01 01 01 | 01 01 01 | 01 01 01 | 01 01 01 | 01 01 01 |
| 02 | 02 02 02 | 02 02 02 | 02 02 02 | 02 02 02 | 02 02 02 | 02 02 02 |
| 03 | 03 03 03 | 03 03 03 | 03 03 03 | 03 03 03 | 03 03 03 | 03 03 03 |
| 04 | 04 04 04 | 04 04 04 | 04 04 04 | 04 04 04 | 04 04 04 | 04 04 04 |
| 05 | 05 05 05 | 05 05 05 | 05 05 05 | 05 05 05 | 05 05 05 | 05 05 05 |
| 06 | 06 06 06 | 06 06 06 | 06 06 06 | 06 06 06 | 06 06 06 | 06 06 06 |
| 07 | 07 07 07 | 07 07 07 | 07 07 07 | 07 07 07 | 07 07 07 | 07 07 07 |
| 08 | 08 08 08 | 08 08 08 | 08 08 08 | 08 08 08 | 08 08 08 | 08 08 08 |
| 09 | 09 09 09 | 09 09 09 | 09 09 09 | 09 09 09 | 09 09 09 | 09 09 09 |
| 10 | 10 10 10 | 10 10 10 | 10 10 10 | 10 10 10 | 10 10 10 | 10 10 10 |
| 11 | 11 11 11 | 11 11 11 | 11 11 11 | 11 11 11 | 11 11 11 | 11 11 11 |
| 12 | 12 12 12 | 12 12 12 | 12 12 12 | 12 12 12 | 12 12 12 | 12 12 12 |
| 13 | 13 13 13 | 13 13 13 | 13 13 13 | 13 13 13 | 13 13 13 | 13 13 13 |
| 14 | 14 14 14 | 14 14 14 | 14 14 14 | 14 14 14 | 14 14 14 | 14 14 14 |
| 15 | 15 15 15 | 15 15 15 | 15 15 15 | 15 15 15 | 15 15 15 | 15 15 15 |
| 16 | 16 16 16 | 16 16 16 | 16 16 16 | 16 16 16 | 16 16 16 | 16 16 16 |
| 17 | 17 17 17 | 17 17 17 | 17 17 17 | 17 17 17 | 17 17 17 | 17 17 17 |
| 18 | 18 18 18 | 18 18 18 | 18 18 18 | 18 18 18 | 18 18 18 | 18 18 18 |
| 19 | 19 19 19 | 19 19 19 | 19 19 19 | 19 19 19 | 19 19 19 | 19 19 19 |
| 20 | 20 20 20 | 20 20 20 | 20 20 20 | 20 20 20 | 20 20 20 | 20 20 20 |
| 21 | 21 21 21 | 21 21 21 | 21 21 21 | 21 21 21 | 21 21 21 | 21 21 21 |
| 22 | 22 22 22 | 22 22 22 | 22 22 22 | 22 22 22 | 22 22 22 | 22 22 22 |
| 23 | 23 23 23 | 23 23 23 | 23 23 23 | 23 23 23 | 23 23 23 | 23 23 23 |
| 24 | 24 24 24 | 24 24 24 | 24 24 24 | 24 24 24 | 24 24 24 | 24 24 24 |
| 25 | 25 25 25 | 25 25 25 | 25 25 25 | 25 25 25 | 25 25 25 | 25 25 25 |
| 26 | 26 26 26 | 26 26 26 | 26 26 26 | 26 26 26 | 26 26 26 | 26 26 26 |
| 27 | 27 27 27 | 27 27 27 | 27 27 27 | 27 27 27 | 27 27 27 | 27 27 27 |
| 28 | 28 28 28 | 28 28 28 | 28 28 28 | 28 28 28 | 28 28 28 | 28 28 28 |
| 29 | 29 29 29 | 29 29 29 | 29 29 29 | 29 29 29 | 29 29 29 | 29 29 29 |
| 30 | 30 30 30 | 30 30 30 | 30 30 30 | 30 30 30 | 30 30 30 | 30 30 30 |
| 31 | 31 31 31 | 31 31 31 | 31 31 31 | 31 31 31 | 31 31 31 | 31 31 31 |
| 32 | 32 32 32 | 32 32 32 | 32 32 32 | 32 32 32 | 32 32 32 | 32 32 32 |
| 33 | 33 33 33 | 33 33 33 | 33 33 33 | 33 33 33 | 33 33 33 | 33 33 33 |
| 34 | 34 34 34 | 34 34 34 | 34 34 34 | 34 34 34 | 34 34 34 | 34 34 34 |
| 35 | 35 35 35 | 35 35 35 | 35 35 35 | 35 35 35 | 35 35 35 | 35 35 35 |
| 36 | 36 36 36 | 36 36 36 | 36 36 36 | 36 36 36 | 36 36 36 | 36 36 36 |
| 37 | 37 37 37 | 37 37 37 | 37 37 37 | 37 37 37 | 37 37 37 | 37 37 37 |
| 38 | 38 38 38 | 38 38 38 | 38 38 38 | 38 38 38 | 38 38 38 | 38 38 38 |
| 39 | 39 39 39 | 39 39 39 | 39 39 39 | 39 39 39 | 39 39 39 | 39 39 39 |
| 40 | 40 40 40 | 40 40 40 | 40 40 40 | 40 40 40 | 40 40 40 | 40 40 40 |
| 41 | 41 41 41 | 41 41 41 | 41 41 41 | 41 41 41 | 41 41 41 | 41 41 41 |
| 42 | 42 42 42 | 42 42 42 | 42 42 42 | 42 42 42 | 42 42 42 | 42 42 42 |
| 43 | 43 43 43 | 43 43 43 | 43 43 43 | 43 43 43 | 43 43 43 | 43 43 43 |
| 44 | 44 44 44 | 44 44 44 | 44 44 44 | 44 44 44 | 44 44 44 | 44 44 44 |
| 45 | 45 45 45 | 45 45 45 | 45 45 45 | 45 45 45 | 45 45 45 | 45 45 45 |
| 46 | 46 46 46 | 46 46 46 | 46 46 46 | 46 46 46 | 46 46 46 | 46 46 46 |
| 47 | 47 47 47 | 47 47 47 | 47 47 47 | 47 47 47 | 47 47 47 | 47 47 47 |
| 48 | 48 48 48 | 48 48 48 | 48 48 48 | 48 48 48 | 48 48 48 | 48 48 48 |
| 49 | 49 49 49 | 49 49 49 | 49 49 49 | 49 49 49 | 49 49 49 | 49 49 49 |
| 50 | 50 50 50 | 50 50 50 | 50 50 50 | 50 50 50 | 50 50 50 | 50 50 50 |
| 51 | 51 51 51 | 51 51 51 | 51 51 51 | 51 51 51 | 51 51 51 | 51 51 51 |
| 52 | 52 52 52 | 52 52 52 | 52 52 52 | 52 52 52 | 52 52 52 | 52 52 52 |
| 53 | 53 53 53 | 53 53 53 | 53 53 53 | 53 53 53 | 53 53 53 | 53 53 53 |
| 54 | 54 54 54 | 54 54 54 | 54 54 54 | 54 54 54 | 54 54 54 | 54 54 54 |
| 55 | 55 55 55 | 55 55 55 | 55 55 55 | 55 55 55 | 55 55 55 | 55 55 55 |
| 56 | 56 56 56 | 56 56 56 | 56 56 56 | 56 56 56 | 56 56 56 | 56 56 56 |
| 57 | 57 57 57 | 57 57 57 | 57 57 57 | 57 57 57 | 57 57 57 | 57 57 57 |
| 58 | 58 58 58 | 58 58 58 | 58 58 58 | 58 58 58 | 58 58 58 | 58 58 58 |
| 59 | 59 59 59 | 59 59 59 | 59 59 59 | 59 59 59 | 59 59 59 | 59 59 59 |
| 60 | 60 60 60 | 60 60 60 | 60 60 60 | 60 60 60 | 60 60 60 | 60 60 60 |

|      | GHA      | Dec      | GHA      | Dec  | d | HP      | N    | c    | h | m  | h     | m     | h     | r     |
|------|----------|----------|----------|------|---|---------|------|------|---|----|-------|-------|-------|-------|
| 1000 | 180 54.3 | N17 31.0 | 205 56.8 | 16.1 | N | 4 25.8  | 12.5 | 54.4 | N | 70 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 01   | 195 54.3 | 31.6     | 220 31.9 | 16.1 |   | 4 38.3  | 12.4 | 54.4 | N | 70 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 02   | 210 54.3 | 32.3     | 235 07.0 | 16.0 |   | 4 50.7  | 12.5 | 54.4 | N | 70 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 03   | 225 54.3 | 32.9     | 249 42.0 | 16.0 |   | 5 03.2  | 12.5 | 54.4 | N | 70 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 04   | 240 54.4 | 33.6     | 264 17.0 | 16.0 |   | 5 15.7  | 12.4 | 54.4 | N | 70 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 05   | 255 54.4 | 34.3     | 278 52.0 | 16.0 |   | 5 28.1  | 12.5 | 54.4 | N | 70 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 06   | 270 54.4 | N17 34.9 | 293 27.0 | 15.9 | N | 5 40.6  | 12.4 | 54.5 | N | 58 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 07   | 285 54.4 | 35.6     | 308 01.9 | 15.9 |   | 5 53.0  | 12.4 | 54.5 | N | 58 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 08   | 300 54.5 | 36.2     | 322 36.8 | 15.8 |   | 6 05.4  | 12.4 | 54.5 | N | 58 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 09   | 315 54.5 | 36.9     | 337 11.6 | 15.8 |   | 6 17.8  | 12.3 | 54.5 | N | 58 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 10   | 330 54.5 | 37.5     | 351 46.4 | 15.8 |   | 6 30.1  | 12.4 | 54.5 | N | 58 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 11   | 345 54.5 | 38.2     | 6 21.2   | 15.7 |   | 6 42.5  | 12.3 | 54.5 | N | 58 | 01 25 | 03 45 | 03 51 | 03 1' |
| 12   | 0 54.5   | N17 38.8 | 20 55.9  | 15.7 | N | 6 54.8  | 12.3 | 54.5 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 13   | 15 54.6  | 39.5     | 35 30.6  | 15.7 |   | 7 07.1  | 12.3 | 54.5 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 14   | 30 54.6  | 40.2     | 50 05.3  | 15.6 |   | 7 19.4  | 12.3 | 54.6 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 15   | 45 54.6  | 40.8     | 64 39.9  | 15.5 |   | 7 31.7  | 12.2 | 54.6 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 16   | 60 54.6  | 41.5     | 79 14.4  | 15.6 |   | 7 43.9  | 12.3 | 54.6 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 17   | 75 54.7  | 42.1     | 93 49.0  | 15.4 |   | 7 56.2  | 12.2 | 54.6 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 18   | 90 54.7  | N17 42.8 | 108 23.4 | 15.5 | N | 8 08.4  | 12.1 | 54.6 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 19   | 105 54.7 | 43.4     | 122 57.9 | 15.4 |   | 8 20.5  | 12.2 | 54.6 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 20   | 120 54.7 | 44.1     | 137 32.3 | 15.3 |   | 8 32.7  | 12.1 | 54.6 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 21   | 135 54.7 | 44.7     | 152 06.6 | 15.3 |   | 8 44.8  | 12.1 | 54.7 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 22   | 150 54.8 | 45.4     | 166 40.9 | 15.3 |   | 8 56.9  | 12.1 | 54.7 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 23   | 165 54.8 | 46.0     | 181 15.2 | 15.2 |   | 9 09.0  | 12.0 | 54.7 | N | 40 | 03 42 | 04 19 | 04 49 | 04 0' |
| 1100 | 180 54.8 | N17 46.6 | 195 49.4 | 15.2 | N | 9 21.0  | 12.0 | 54.7 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 01   | 195 54.8 | 47.3     | 210 23.6 | 15.1 |   | 9 33.0  | 12.0 | 54.7 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 02   | 210 54.8 | 47.9     | 224 57.7 | 15.0 |   | 9 45.0  | 11.9 | 54.7 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 03   | 225 54.9 | 48.6     | 239 31.7 | 15.0 |   | 9 56.9  | 11.9 | 54.7 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 04   | 240 54.9 | 49.2     | 254 05.7 | 15.0 |   | 10 08.8 | 11.9 | 54.8 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 05   | 255 54.9 | 49.9     | 268 39.7 | 14.9 |   | 10 20.7 | 11.8 | 54.8 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 06   | 270 54.9 | N17 50.5 | 283 13.6 | 14.9 | N | 10 32.5 | 11.8 | 54.8 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 07   | 285 54.9 | 51.2     | 297 47.5 | 14.8 |   | 10 44.3 | 11.8 | 54.8 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 08   | 300 54.9 | 51.8     | 312 21.3 | 14.7 |   | 10 56.1 | 11.7 | 54.8 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 09   | 315 55.0 | 52.5     | 326 55.0 | 14.7 |   | 11 07.8 | 11.7 | 54.8 | N | 50 | 06 06 | 06 46 | 07 21 | 04 5' |
| 10   | 330 55.0 | 53.1     | 341 28.7 | 14.6 |   | 11 19.5 | 11.7 | 54.9 | N | 72 | 02 35 | 03 11 | 03 41 | 05 0' |
| 11   | 345 55.0 | 53.7     | 356 02.3 | 14.6 |   | 11 31.2 | 11.6 | 54.9 | N | 72 | 02 35 | 03 11 | 03 41 | 05 0' |
| 12   | 0 55.0   | N17 54.4 | 10 35.9  | 14.5 | N | 11 42.8 | 11.6 | 54.9 | N | 70 | 02 35 | 03 11 | 03 41 | 05 0' |





## Difference Engine

1822

Charles Babbage proposed the use of a "difference engine" machine to perform complex mathematical tables. While he never completed a working model of his machine during his lifetime, the London Science Museum constructed one in 1992 using Babbage's original plans proving the design was viable.

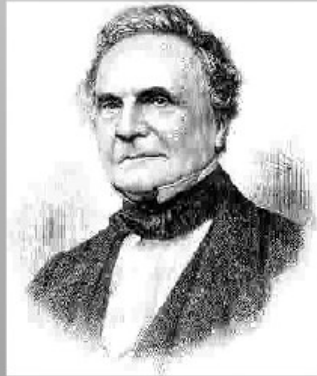
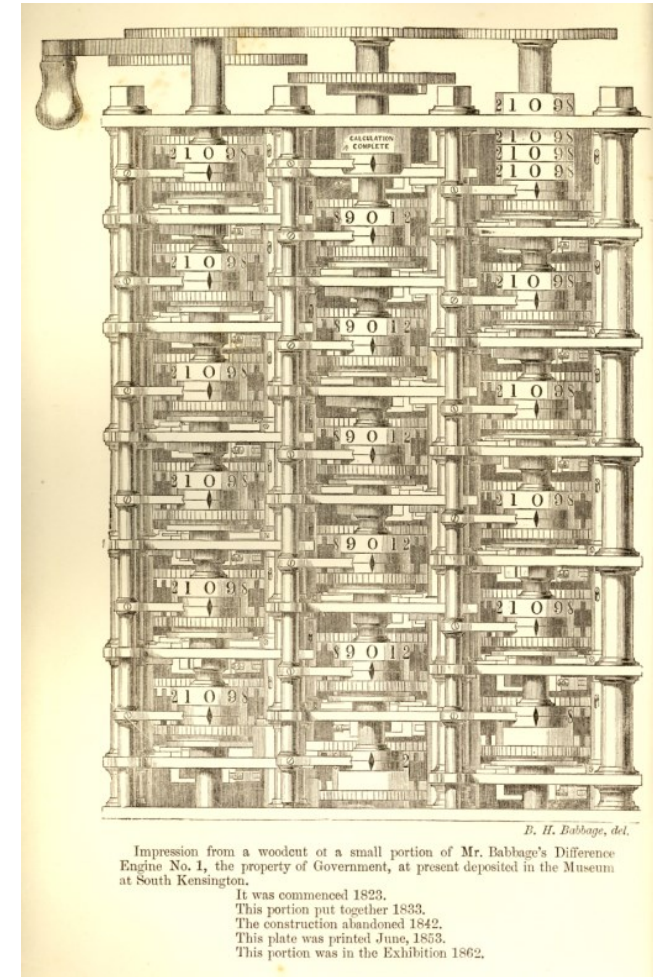
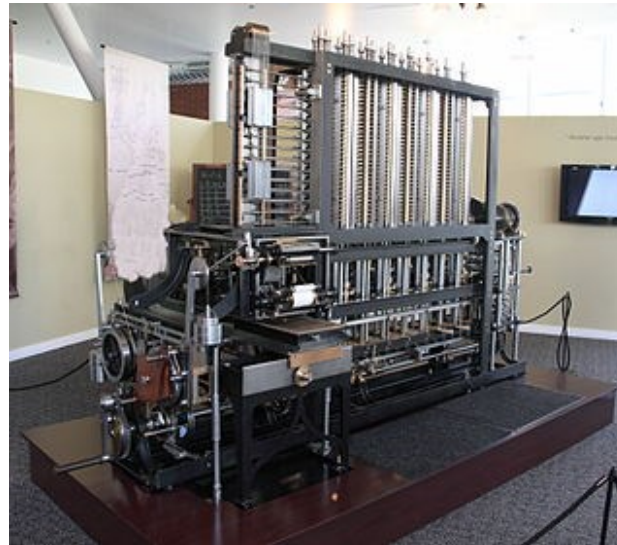


Image source: Wikimedia Commons



เป็นเครื่องคำนวณเชิงกล ใช้วงล้อและฟันเฟืองแทนเลขฐาน 10 (0 – 9)

ออกแบบเป็นส่วนๆ เช่น ส่วนสำหรับหาร และยกกำลัง 2

สามารถนำเอาเครื่องจักรแต่ละส่วนมาต่อ ุกันตามอัลกอริทึม เพื่อใช้คำนวณสูตรที่ซับซ้อนได้

ตั้งใจเพื่อใช้เป็นเครื่องสร้างตารางฟังก์ชันพหุนาม ซึ่งเป็นตารางเริ่มต้นเพื่อใช้สร้างตารางอื่น ๆ อย่างเช่น

ตารางลอการิทึม ตารางค่าตรีโกณมิติ ตารางตำแหน่งดวงดาวสำหรับการเดินเรือ

คำนวณโดยใช้หลักการแบ่งส่วนย่อย



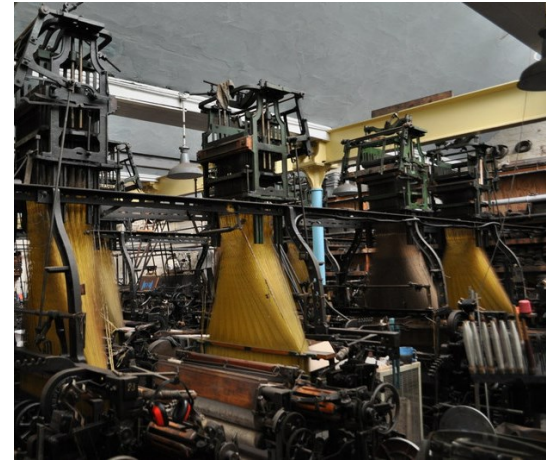
## Jacquard Loom

1801

The Jacquard Loom (pictured), invented by Joseph Marie Jacquard, is considered an important advancement in computers even though it was not a machine to calculate numbers. It was, however, programmable. Changeable punch cards were used to control the pattern of the loom's weave.



Image source: Wikimedia Commons



ต่อมา Babbage ได้รู้จักกับบัตรเจาะรู จึงล้มเลิกแนวคิดในการสร้าง **Difference Engine**

และได้กลับไปออกแบบใหม่ให้เป็นแบบโปรแกรมได้ด้วยบัตรเจาะรู ทำให้การเปลี่ยนอัลกอริทึมคำนวณ ไม่จำเป็นต้องรื้อเครื่องแล้วประกอบใหม่ แต่ใช้วิธีการเปลี่ยนข้อมูลในบัตรเจาะรูแทน



**Ada Augusta Lovelace**

**Lady Ada Augusta Lovelace (1815 – 1852)** ได้ทำงาน  
ร่วมงานกับ Babbage และได้เขียนชุดคำสั่งลงในบัตรเจาะรู  
เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่อง **Analytical Engine** ได้รับการยกย่องว่าเป็น  
**โปรแกรมเมอร์คนแรกของโลก**

### Difference Engine

1822

Charles Babbage proposed the use of a "difference engine" machine to perform complex mathematical tables. While he never completed a working model of his machine during his lifetime, the London Science Museum constructed one in 1992 using Babbage's original plans proving the design was viable.

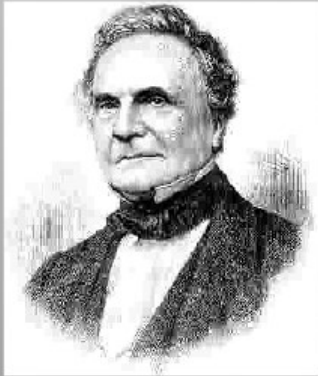


Image source: Wikimedia Commons

## Morse Code

1838

Invented by Samuel Morse (pictured), Morse code was very to similar to the binary code that modern computers use. Combinations of dots and dashes were used to indicate letters or numbers. Morse code was used to send messages electronically over the telegraph system.



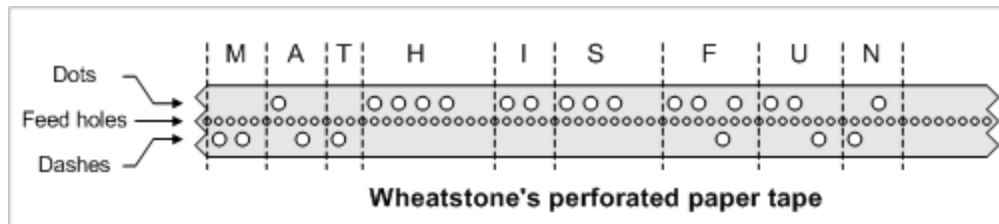
Image source: Wikimedia Commons



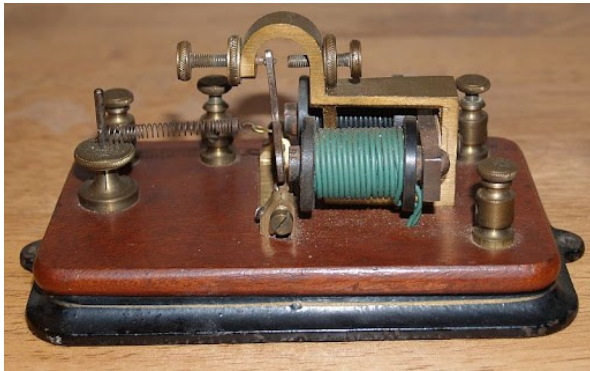
## International Morse Code

1. The length of a dot is one unit.
2. A dash is three units.
3. The space between parts of the same letter is one unit.
4. The space between letters is three units.
5. The space between words is seven units.

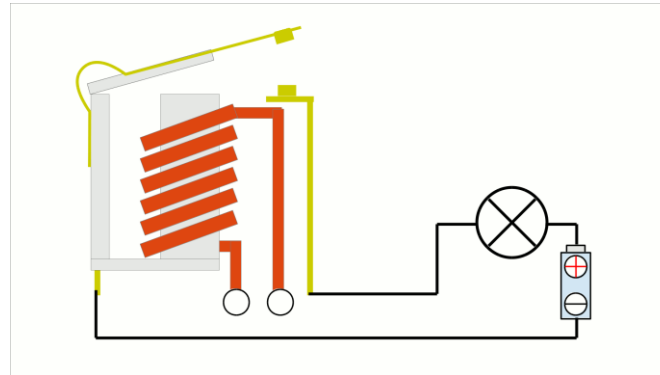
|   |         |   |           |
|---|---------|---|-----------|
| A | • —     | U | • • —     |
| B | — • • • | V | • • • —   |
| C | — • — • | W | — • —     |
| D | — • • • | X | — • • —   |
| E | •       | Y | — • — —   |
| F | • • — • | Z | — — • •   |
| G | — — •   |   |           |
| H | • • • • |   |           |
| I | • •     |   |           |
| J | • — — — |   |           |
| K | — • —   | 1 | • — — — — |
| L | • — • • | 2 | • • — — — |
| M | — —     | 3 | • • • — — |
| N | — •     | 4 | • • • • — |
| O | — — —   | 5 | • • • • • |
| P | • — — • | 6 | — • • • • |
| Q | — • — • | 7 | — — • • • |
| R | • — • • | 8 | — — — • • |
| S | • • •   | 9 | — — — — • |
| T | —       | 0 | — — — — — |







อุปกรณ์รีเลย์



การทำงาน



รีเลย์ในปัจจุบัน

รีเลย์คือ สวิตช์ เปิด-ปิด ที่ควบคุมการทำงานด้วยกระแสไฟฟ้านั่นเอง



George Boole (1815 – 1864)

นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ **George Boole** ได้คิดระบบพีชคณิตแบบใหม่ คือ **Boolean Algebra** ซึ่งใช้อธิบายหลักเหตุผลทางตรรกวิทยาโดยใช้สภาวะเพียง 2 อย่าง คือ 0 และ 1 ร่วมกับเครื่องหมายในเชิงตรรกะพื้นฐาน ได้แก่ not, and และ or

ถือเป็นกำเนิดของระบบเลขฐานสอง และ **Boolean Algebra** ก็ได้ถูกดัดแปลงให้เข้ากับวงจรไฟฟ้าซึ่งมี 2 สถานะคือ เปิดและปิด จึงนับเป็นรากฐานของการออกแบบวงจรในระบบคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน

### Common theorems in Boolean algebra.

|                                         |                      |
|-----------------------------------------|----------------------|
| $X + 0 = X$                             | OR identity          |
| $X1 = X$                                | AND identity         |
| $X + 1 = 1$                             |                      |
| $X0 = 0$                                |                      |
| $X + X = X$                             |                      |
| $XX = X$                                |                      |
| $-( - X) = X$                           | Double negation      |
| $X + - (X) = X$                         |                      |
| $X( - X) = 0$                           |                      |
| $X + Y = Y + X$                         | Commutativity of OR  |
| $XY = YX$                               | Commutativity of AND |
| $X + XY = X$                            |                      |
| $X( - Y) + Y = X + Y$                   |                      |
| $X + Y + Z = (X + Y) + Z = X + (Y + Z)$ | Associativity of OR  |
| $XYZ = (XY)Z = X(YZ)$                   | Associativity of AND |
| $X(Y + Z) = XY + XZ$                    | Distributivity       |
| $-(X + Y) = ( - X)( - Y)$               | DeMorgan's Theorem   |
| $-(XY) = - X + - Y$                     | DeMorgan's Theorem   |

| Name             | AND form                            | OR form                             |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Identity law     | $1A = A$                            | $0 + A = A$                         |
| Null law         | $0A = 0$                            | $1 + A = 1$                         |
| Idempotent law   | $AA = A$                            | $A + A = A$                         |
| Inverse law      | $A\bar{A} = 0$                      | $A + \bar{A} = 1$                   |
| Commutative law  | $AB = BA$                           | $A + B = B + A$                     |
| Associative law  | $(AB)C = A(BC)$                     | $(A + B) + C = A + (B + C)$         |
| Distributive law | $A + BC = (A + B)(A + C)$           | $A(B + C) = AB + AC$                |
| Absorption law   | $A(A + B) = A$                      | $A + AB = A$                        |
| De Morgan's law  | $\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$ | $\overline{A + B} = \bar{A}\bar{B}$ |

# Typewriter

1868

The first working typewriter was created by Christopher Sholes and utilized the QWERTY keyboard (pictured). Despite other keyboard formats being developed since the earliest typewriters, the QWERTY layout has persisted and is still used on nearly all computer keyboards.



Image source: Wikimedia Commons



## QWERTY KEYBOARD

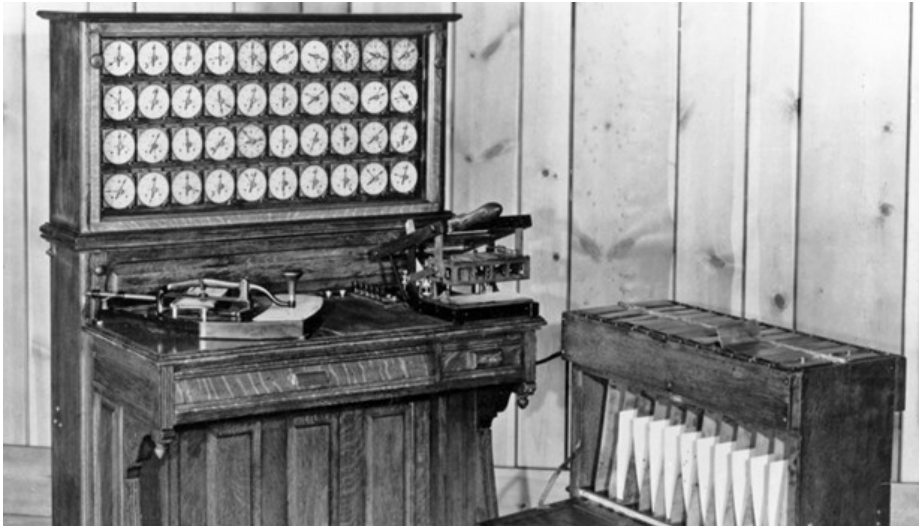
|       |   |     |   |    |   |   |   |   |   |   |     |   |        |
|-------|---|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|-----|---|--------|
| ~     | 1 | @   | # | \$ | % | ^ | & | * | ( | ) | -   | + | Delete |
| Tab   | Q | W   | E | R  | T | Y | U | I | O | P | {   | } |        |
| Caps  | A | S   | D | F  | G | H | J | K | L | : | "   |   | Enter  |
| Shift | Z | X   | C | V  | B | N | M | < | > | ? |     |   | Shift  |
| Ctrl  |   | Alt |   |    |   |   |   |   |   |   | Alt |   | Ctrl   |

<http://www.computerhope.com>





**Herman Hollerith (1860 – 1929)** ได้ออกแบบบัตรเจาะรูและใช้บัตรเจาะรูที่ได้ออกแบบในการประมวลข้อมูลสถิติจากสำมะโนประชากร และได้ประดิษฐ์เครื่องมือที่ใช้ในการอ่านและประมวลผลข้อมูลจากบัตรดังกล่าว  
ฮอลเลอร์ริธ ได้ก่อตั้งบริษัท **Machine Company** เพื่อผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์การประมวลผลข้อมูลด้วยบัตรเจาะรู ใช้กับงานทางด้านธุรกิจต่าง ๆ จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นบริษัท **IBM (International Business Machines Corporation)**



|    |   |   |   |   |   |   |    |    |   |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |   |   |
|----|---|---|---|---|---|---|----|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|
| La | A | B | C | A | B | C | La | Ch | N | Ga | Ac | Cl | Cl | SM | lv | HM | WI | A | C | E | F | g | d |
| Ca | D | E | F | D | L | F | Lo | Ch | S | Sk | Ma | Lo | FV | Cl | Ca | X  | To | B | D | X | A | B | s |
| Lo | G | H | I | G | H | I | 0  | 0  | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ch | K | L | M | K | L | M | 1  | 1  | 1 | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| CS | N | O | P | N | O | P | 2  | 2  | 2 | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| LS | Q | R | S | Q | R | S | 3  | 3  | 3 | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Ka | x | b | c | x | b | c | 4  | 4  | 4 | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4  | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| RN | d | e | f | d | e | f | 5  | 5  | 5 | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5  | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| QC | g | h | i | g | h | i | 6  | 6  | 6 | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6  | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| AV | k | l | m | k | l | m | 7  | 7  | 7 | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7  | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Ch | n | o | p | n | o | p | 8  | 8  | 8 | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8  | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| So | r | s | t | r | s | t | 9  | 9  | 9 | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9  | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |

3994

การบันทึกข้อมูลลงแผ่นกระดาษที่เครื่องจักรสามารถอ่านข้อมูล และนำมาประมวลผลได้

การบันทึกข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยและมีขนาดใหญ่ ตัวอย่างเช่นบันทึกข้อมูลประชากรลงบนกระดาษ เพื่อให้สามารถสืบค้นได้ง่ายนั้นทำได้ยากมาก แต่หากข้อมูลมีการเก็บแบบเรียงลำดับตัวอักษร ก็จะช่วยได้มาก



บันทึกข้อมูลลงบัตรเจาะรู ใบละ 1 ระเบียบ



เครื่องเรียงบัตร



เก็บถาวร



เครื่องเรียงบัตรไม่มีหน่วยความจำ ใช้วิธีการเรียงข้อมูลแบบ **Radix Sort**

โดยเรียงบัตรที่มีหลักสูงสุดไว้ในกล่องเดียวกัน โดยไม่เรียงลำดับ

จากนั้นผู้ใช้ต้องหยิบบัตรแต่ละกล่องมาเรียงด้วยเครื่องซ้ำอีก จนกว่าบัตรในแต่ละกล่องจะเรียงกันทั้งหมด

วิธีการนี้เรียกว่า **Bin Sort** หรือ **Bucket Sort**

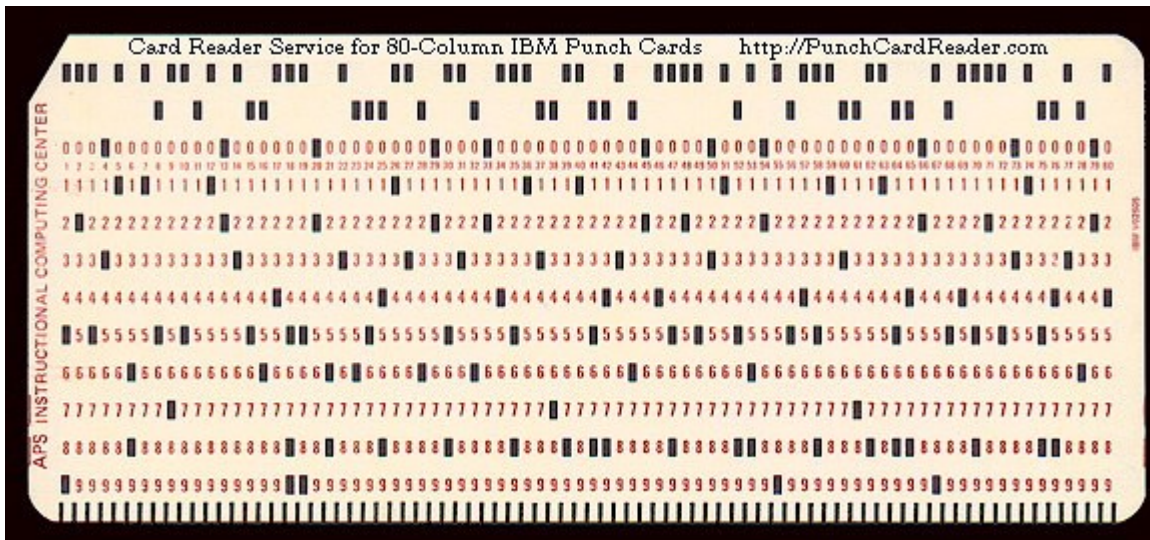


**IBM**  
 1911

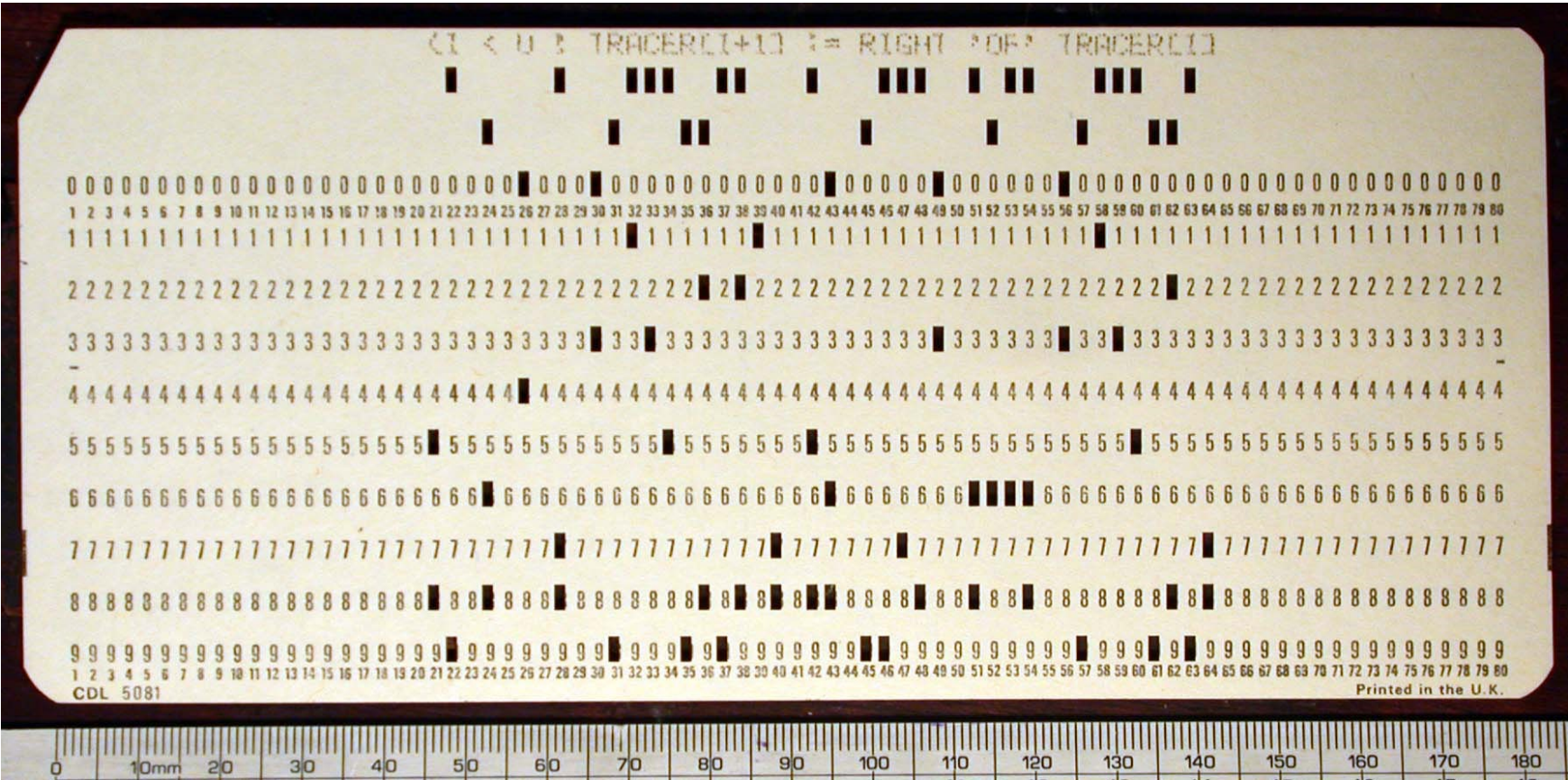
The company now known as IBM was originally incorporated in 1911 as the Computing Tabulating Recording company. In 1924, the company became International Business Machines and went on to become a leader in the advancement of computer technology.



Image source: Wikimedia Commons



IBM ไม่ได้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ผลิตอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ทำงานเกี่ยวกับบัตรเจาะรู แต่ละเครื่องทำงานอิสระต่อกัน ไม่ได้เชื่อมต่อกัน





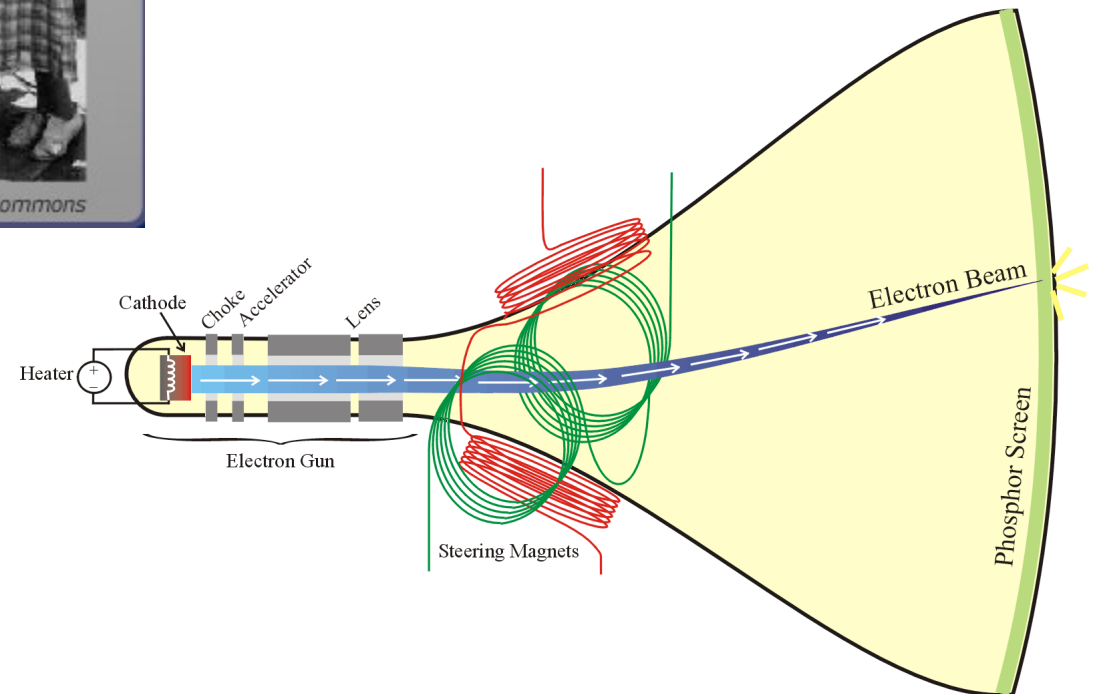
## First Television Broadcast

1927

The first person to successfully transmit a television broadcast was Philo Farnsworth (pictured). Television technology led to many innovations in the field of computing including Cathode Ray Tube monitors which were used for computer displays until the advent of LCD screens.



Image source: Wikimedia Commons



# World War II



ยุคใหม่  
Modern Age



Bell Laboratories scientist George Stibitz แสดงการบวกเลขโดยใช้ รีเลย์  
ตัวเครื่อง **Model K**



หากค่าเกิน 1 จะต้องไปเขียนยังหลักถัดไป

| ตัวตั้ง | ตัวบวก | ผลรวม | มีเลขทด |
|---------|--------|-------|---------|
| 0       | 0      | 0     | 0       |
| 0       | 1      | 1     | 0       |
| 1       | 0      | 1     | 0       |
| 1       | 1      | 1     | 1       |

**111+1=1000**

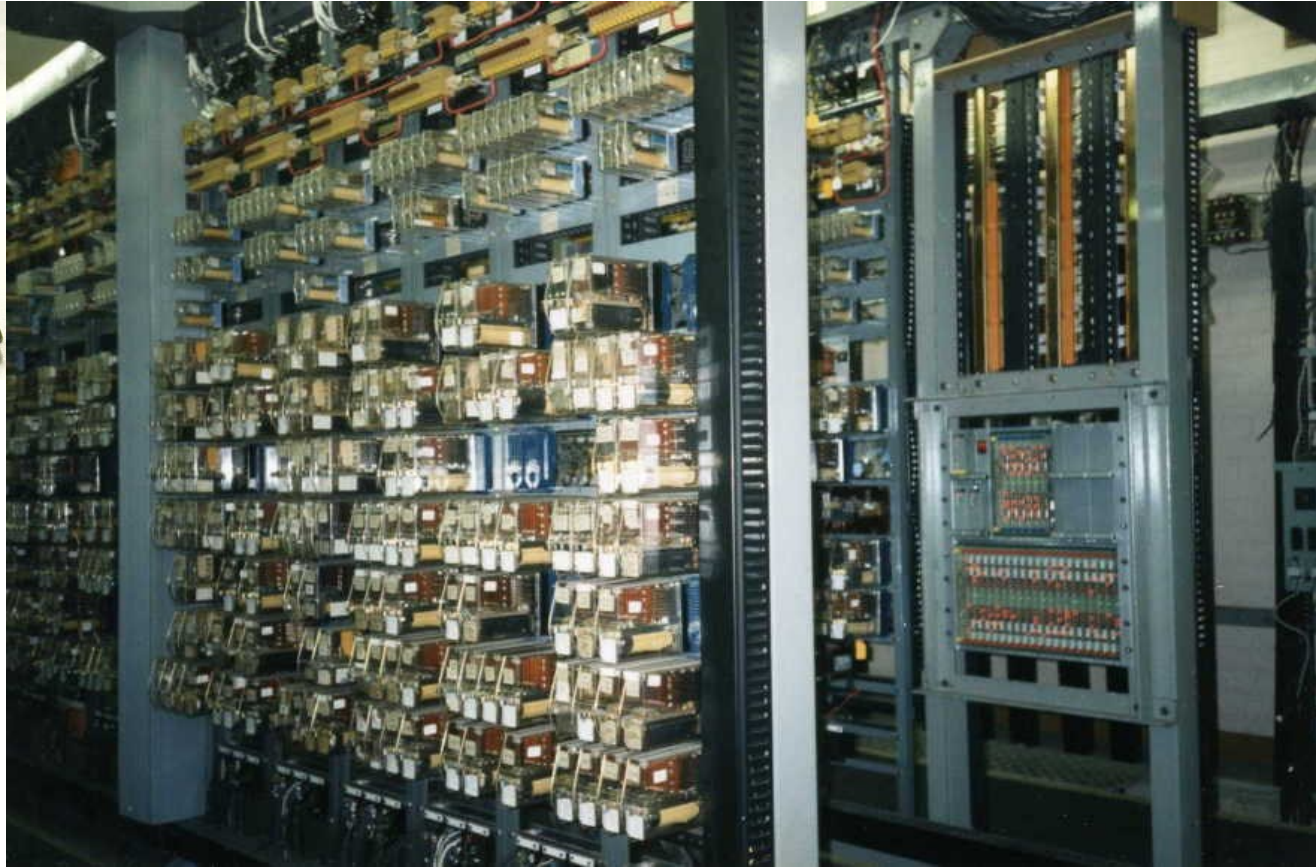
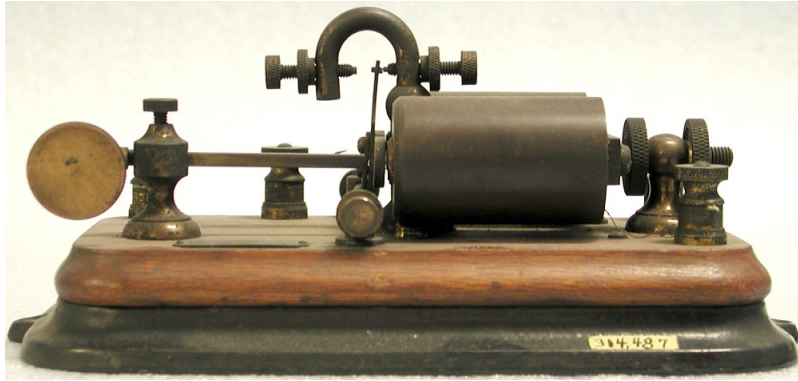
แต่ 123 ในฐานะสองจะมีค่าเป็น 1111011 จะต้องใช้ 7 หลัก หรือ หากใช้วงล้อแทน ก็ต้องใช้ถึง 7 วง



แต่เลขฐาน 2 แทนได้ด้วยสวิตช์ไฟ และทำงานด้วยระบบไฟฟ้า  
จึงมีความเชื่อถือได้สูง และเร็ว กว่าระบบเลขฐาน 10 ที่ต้องใช้กลไก ในการทำงานซึ่งผิดพลาดได้ง่าย



ต่อมารีเลย์ได้ถูกพัฒนาให้มีขนาดเล็กลง ขนาดเครื่องจึงไม่ต่างจากระบบที่ใช้เลขฐาน 10 มากนัก



ตู้แผงรีเลย์ที่ใช้ในชุมสายโทรศัพท์

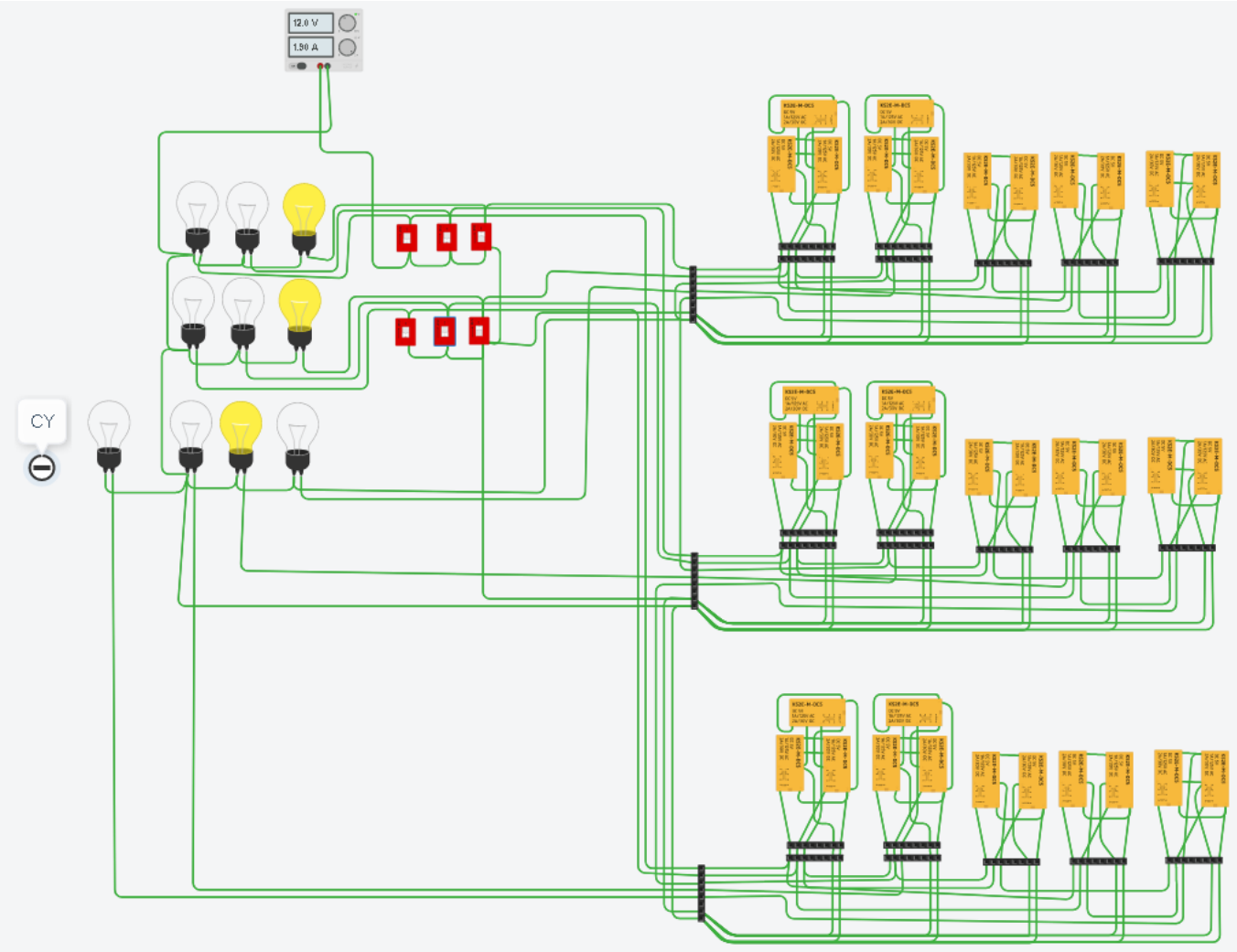
ตัวอย่างเลขฐาน 2

| เลขฐาน 10 | เลขฐาน 2 |
|-----------|----------|
| 0         | 0        |
| 1         | 1        |
| 2         | 10       |
| 3         | 11       |
| 4         | 100      |
| 5         | 101      |
| 6         | 110      |
| 7         | 111      |
| 8         | 1000     |
| 9         | 1001     |
| 10        | 1010     |



ตัวอย่างเลขฐาน 2

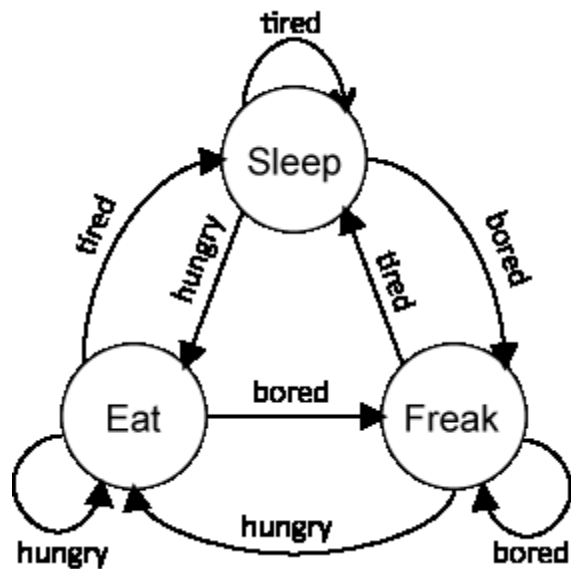
| เลขฐาน 10 | เลขฐาน 2 |
|-----------|----------|
| 0         | 0        |
| 1         | 1        |
| 2         | 10       |
| 3         | 11       |
| 4         | 100      |
| 5         | 101      |
| 6         | 110      |
| 7         | 111      |
| 8         | 1000     |
| 9         | 1001     |
| 10        | 1010     |



วงจรวกเลขฐาน 2 ที่ใช้เพียงแคร์รียเท่านั้น

## 1936 Turing Machine

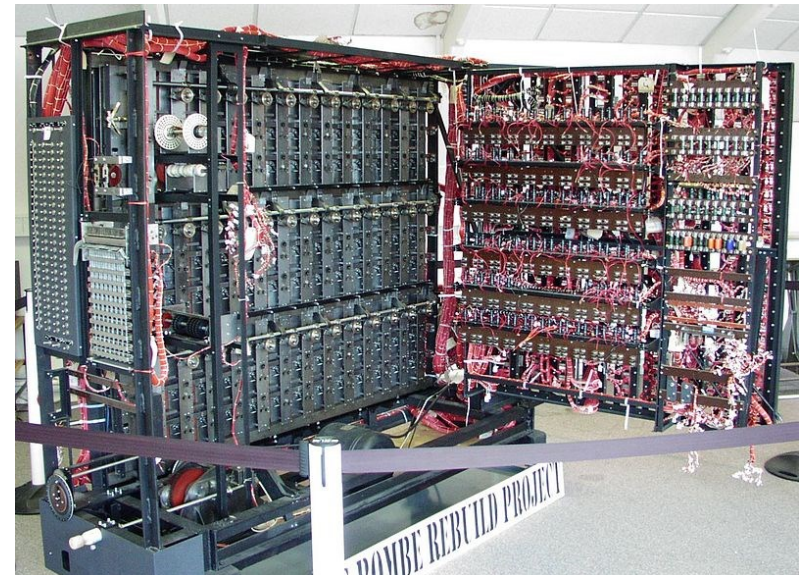
A Turing machine is a hypothetical device that manipulates symbols on a strip of tape according to a table of rules.



**Finite automata**



**Alan Turing**



**Bombe Machine**

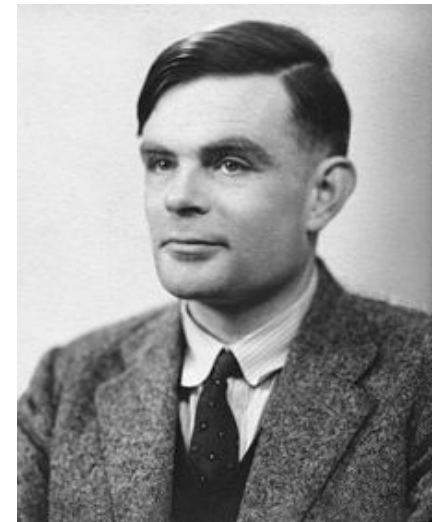
Alan Turing เสนอแนวคิดเครื่องจักร Universal Machine ขึ้นมา

คือเครื่องจักรที่สร้างขึ้นมาครั้งเดียว แล้วใช้ทำประโยชน์อะไรก็ได้ ซึ่งเป็นแนวคิดที่ไม่เคยมีมาก่อน

เวลานั้นมีเพียงเครื่องจักรที่มีประโยชน์ใช้งานเพียงด้านเดียว เช่น รถยนต์ ใช้เดินทางได้อย่างเดียว  
ปั๊มน้ำซึ่งใช้งานได้แค่อย่างเดียว หรือ เครื่องเจาะบัตร์ ก็ทำได้เพียงเจาะบัตร์ได้อย่างเดียว

ตัวอย่างเช่น เครื่องที่ใช้คำนวณทางวิทยาศาสตร์ สามารถใช้ประมวลผลข้อความได้  
ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรอัตโนมัติได้ ซึ่งปัจจุบันนี้ก็คือ Turing Machine  
หรือเครื่องคอมพิวเตอร์นั่นเอง

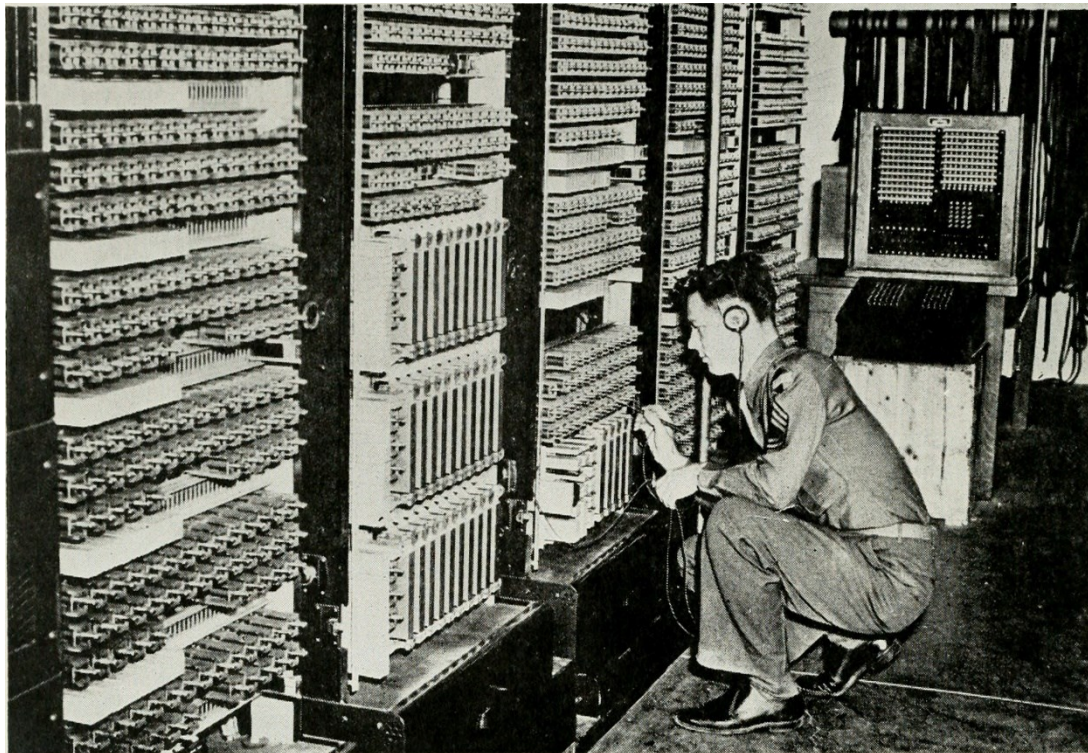
นอกจากนั้นยังเสนอแนวคิดเกี่ยวกับข้อจำกัดของเครื่องนี้  
และปัญหาที่ไม่สามารถใช้เครื่องนี้แก้ได้



Alan Turing

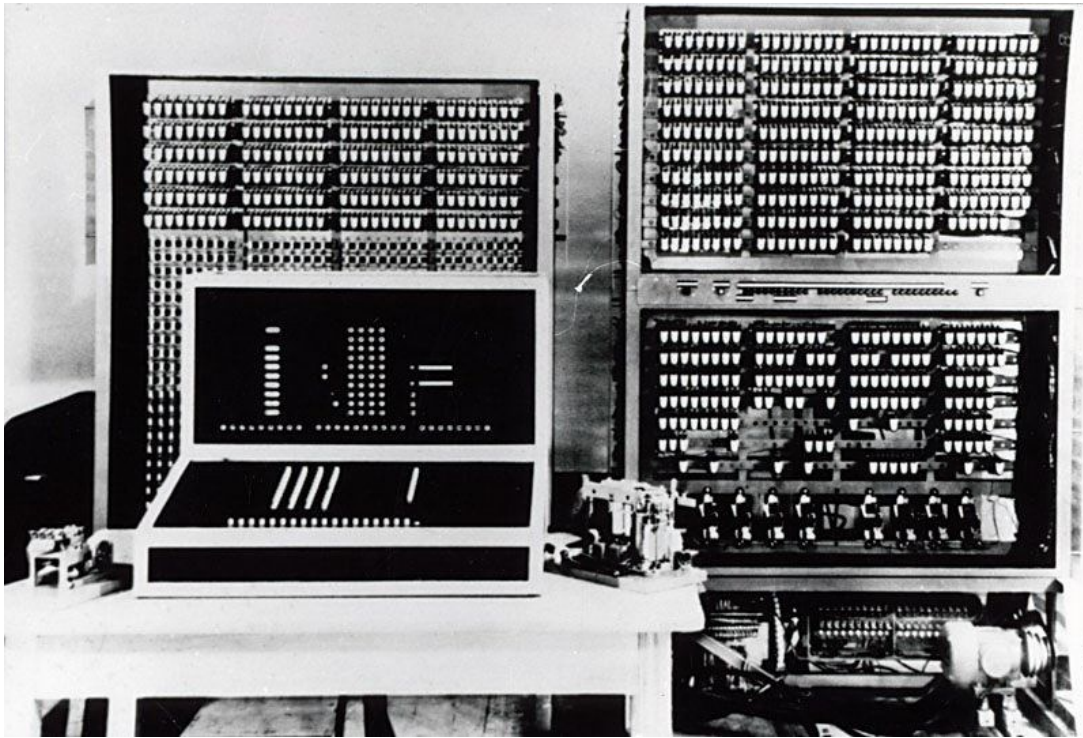


In 1939, Bell Telephone Laboratories ได้สร้างเครื่องคิดเลข โดยใช้รีเลย์จากแนวคิดของ George Stibitz ในปี 1940 เรียกว่า CNC โดย เรียกใช้งานผ่านระบบโทรศัพท์ จึงนับเป็นการใช้งานคอมพิวเตอร์ทางไกลเป็นครั้งแรกอีกด้วย

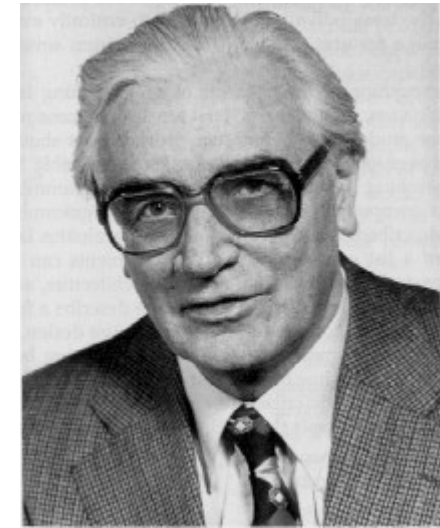


The Complex Number Calculator (CNC)





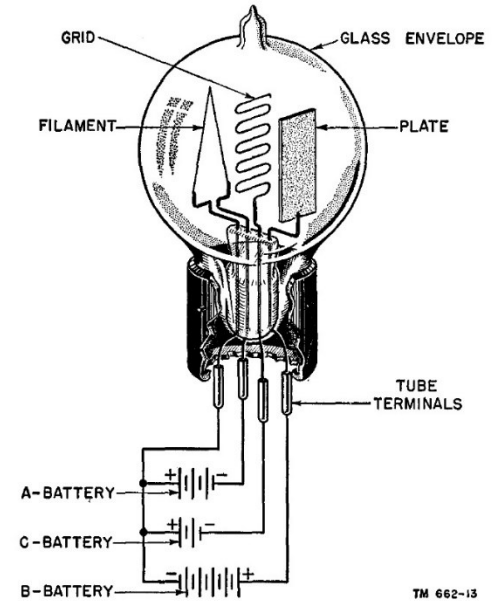
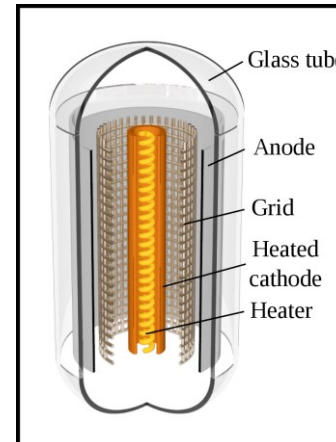
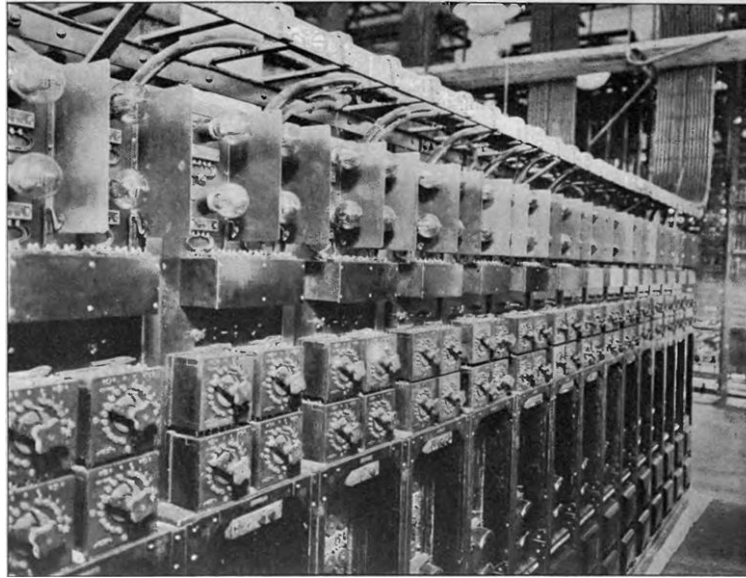
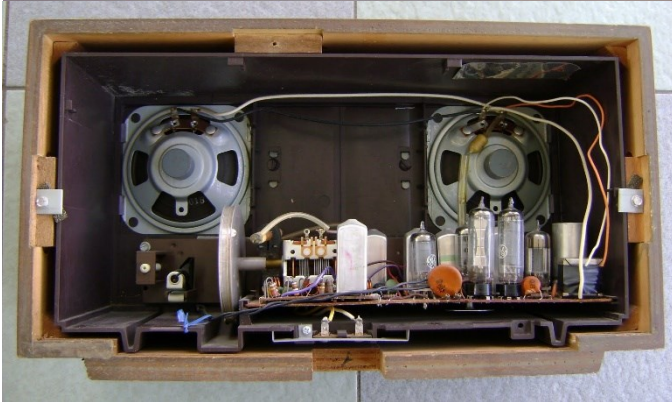
Z3 Computer



Konrad Zuse

เครื่อง Z3 สร้างด้วยรีเลย์ 2300 ตัว สามารถคำนวณทศนิยมได้ด้วยเลขฐาน 2 ถูกใช้งานคำนวณทาง  
อากาศพลศาสตร์ รองรับข้อมูลขนาด 22 บิต ซึ่งต่อมาเครื่องนี้ถูกทำลายไปในช่วงของการทิ้งระเบิด

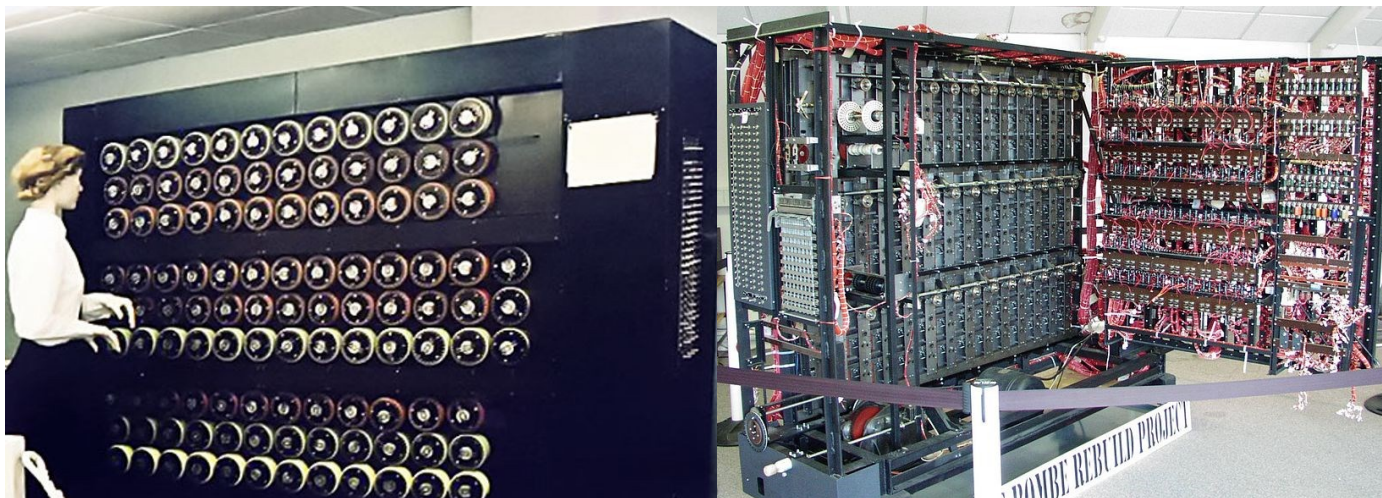
หลอดสุญญากาศ เดิมถูกออกแบบมาให้ใช้สร้างเครื่องขยายสัญญาณ และใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องรับวิทยุ และโทรทัศน์ สามารถนำมาดัดแปลงให้ทำงานเหมือนรีเลย์ได้ ซึ่งสามารถทำงานได้เร็วกว่ารีเลย์ถึง 1000 เท่า แต่ความทนทานน้อยกว่ารีเลย์



TM 662-13

Figure 4. Construction of DeForest's three-element tube, or triode.





Bombe

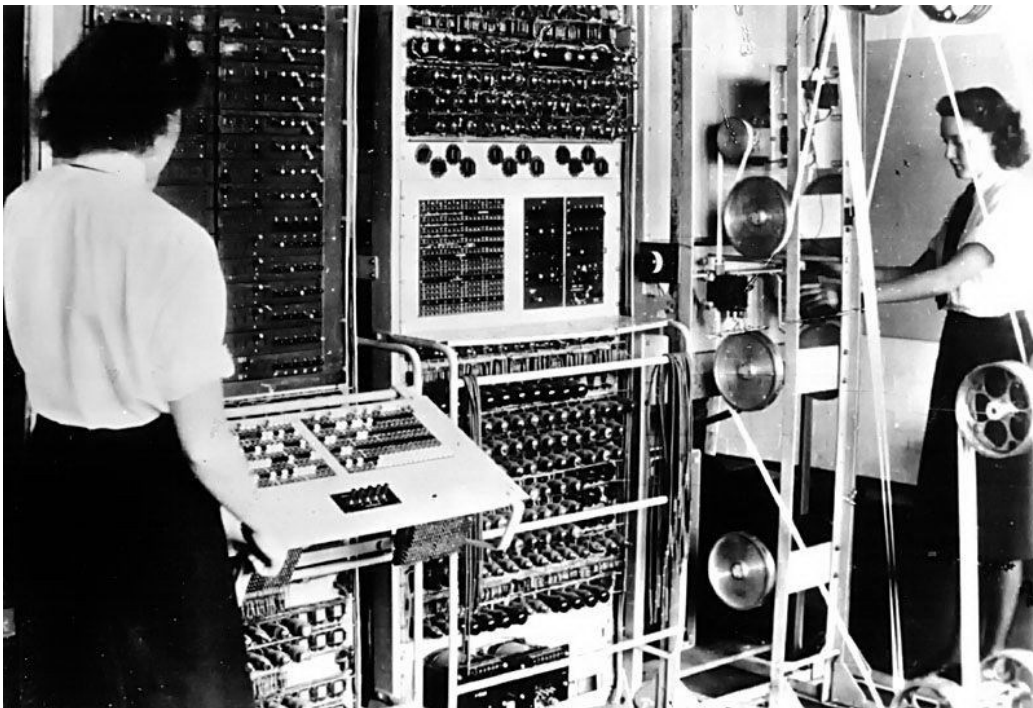
สร้างโดย Alan Turing ใช้สำหรับถอดรหัส ENIGMA ของเยอรมัน  
เครื่องนี้สามารถประมวลผลข้อมูลที่บันทึกบนเทปกระดาษ



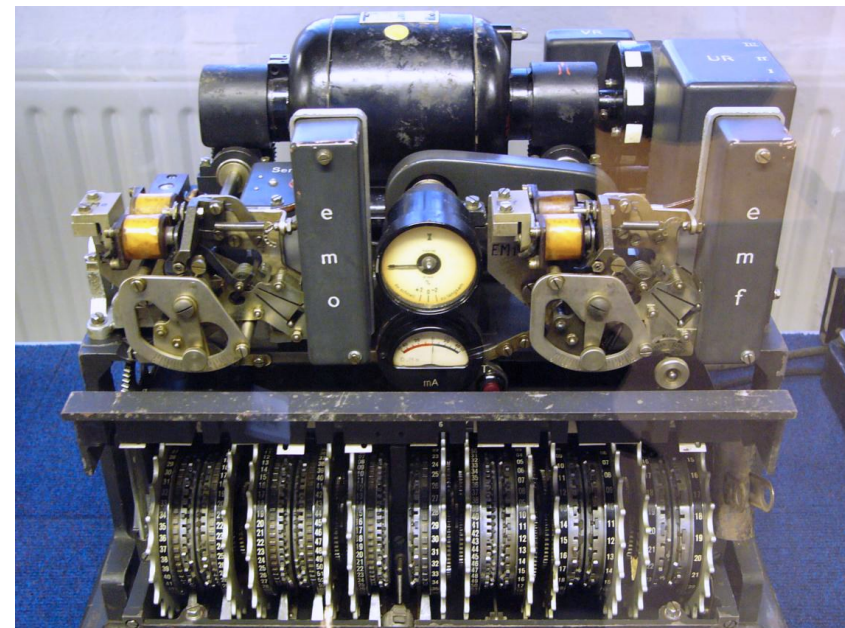
Enigma



Alan Turing



Colossus



Lorenz cipher

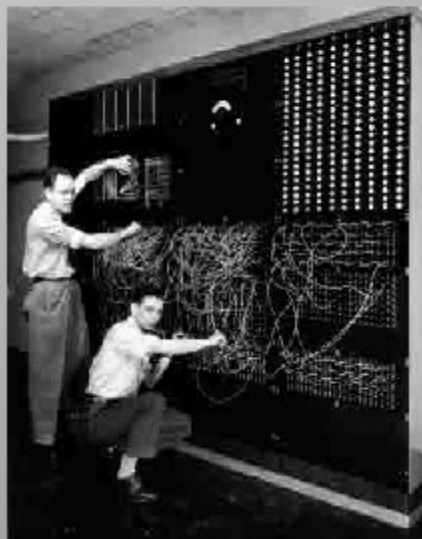
สร้างโดยอังกฤษ เพื่อถอดรหัส Lorenz ของเยอรมัน สร้างจากหลอดสุญญากาศ 2500 หลอด และใช้เทปกระดาษเจาะรูในการบันทึกข้อมูล  
Keyword สำหรับถอดรหัส



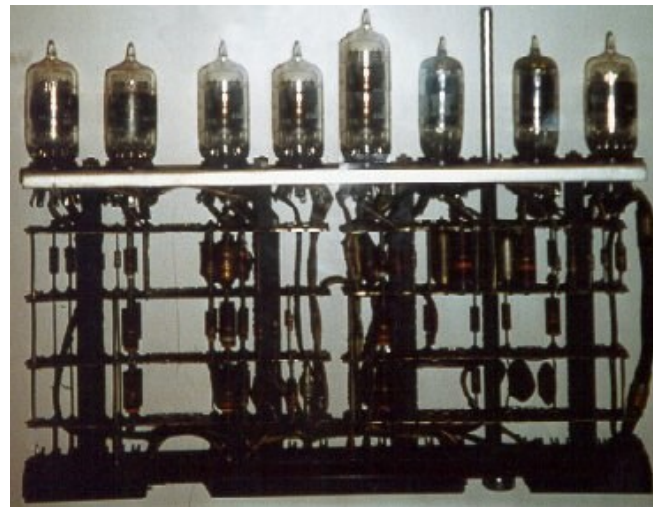
## Harvard Mark-I

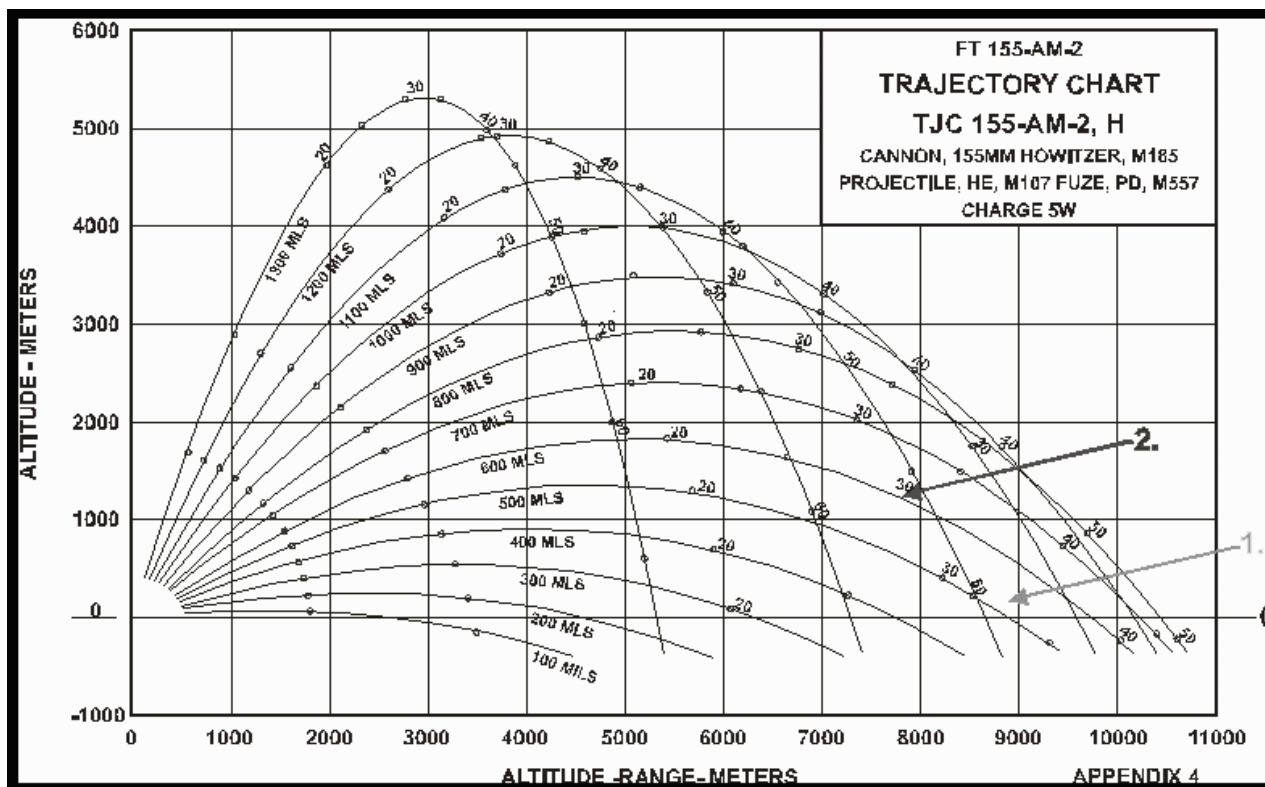
1944

Designed by Harvard professor Howard Aiken and built by IBM, the Harvard Mark-I (pictured) was an early automatic programmable computer. Used to calculate complex math tables, it measured 51 feet long, 8 feet tall, 2 feet deep, and weighed in at 10,000 pounds! The Mark-I was replaced by the Mark-II in 1948.



*Image courtesy of Computer History Museum*



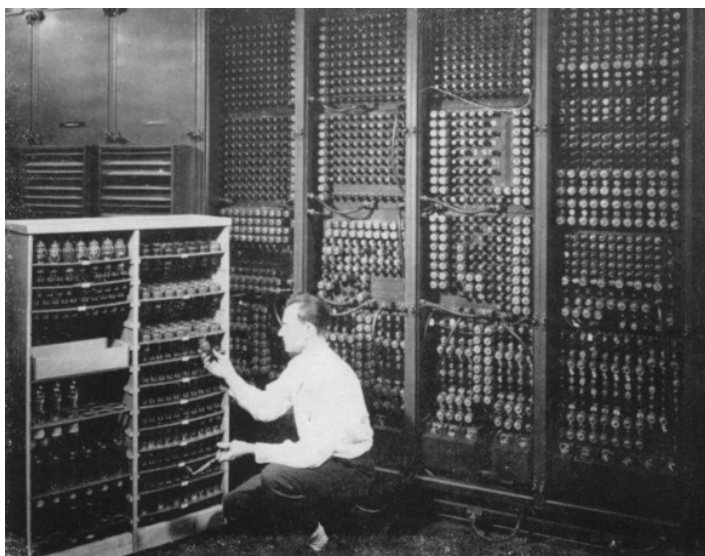


| Range.      | change in<br>departure. | change in<br>departure. | elevation. | minutes<br>in yards<br>of range. | in yards<br>of range. | 10 f.s.<br>M. V. | $\Delta X/\Delta Y$ | Wind 10<br>miles per<br>hour. | Drift.   | SW by<br>miles cross<br>wind. | Angle of<br>flight. | Slope of<br>fall. | Time of<br>flight. | Terminal<br>velocity. | mean<br>range<br>ordinates. |
|-------------|-------------------------|-------------------------|------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|----------|-------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------------|
| <i>Yds.</i> | <i>"</i>                | <i>Mils.</i>            | <i>"</i>   | <i>"</i>                         | <i>"</i>              | <i>Yds.</i>      | <i>Yds.</i>         | <i>Yds.</i>                   | <i>"</i> | <i>ten.</i>                   | <i>Secs.</i>        | <i>F. S.</i>      | <i>F. S.</i>       | <i>F. S.</i>          | <i>F. S.</i>                |
| 3,100       | 5 26.6                  | 96.8                    | 5 20.0     | 6.7                              | 22                    | 19.5             | 15.80               | 15.80                         | 9.8      | 8 94.2                        | 7.1                 | 7.1               | 10 59.0            | 496.                  |                             |
| 3,200       | 5 46.1                  | 101.3                   | 5 35.0     | 6.9                              | 22                    | 18.8             | 111.3               | 14.40                         | 10.6     | 8 40                          | 6.7                 | 8.47              | 10 59.0            | 302.                  |                             |
| 3,300       | 5 26.9                  | 8.30                    | 5 29.5     | 6.3                              | 22                    | 20.1             | 118.5               | 15.00                         | 11.6     | 8 40                          | 8.23                | 8.80              | 10 59.0            | 302.                  |                             |
| 3,400       | 6 12.6                  | 110.5                   | 6 06.0     | 6.3                              | 21                    | 20.4             | 119.7               | 15.70                         | 12.6     | 9 20                          | 9 17.6              | 6.1               | 9 13               | 879.0                 | 436.                        |
| 3,500       | 6 28.7                  | 115.2                   | 6 23.1     | 6.1                              | 21                    | 20.6             | 120.6               | 16.40                         | 13.6     | 9 80                          | 10 07.8             | 8.70              | 9 13               | 879.0                 | 436.                        |
| 3,600       | 6 45.1                  | 120.0                   | 6 38.5     | 5.9                              | 20                    | 20.8             | 127.8               | 17.00                         | 14.7     | 10 50                         | 10 10.4             | 8.6               | 9 82               | 868.5                 | 496.                        |
| 3,700       | 7 01.9                  | 124.9                   | 6 53.2     | 5.9                              | 20                    | 20.0             | 131.8               | 17.70                         | 15.7     | 11 10                         | 10 37.6             | 8.2               | 10 17              | 858.0                 | 496.                        |
| 3,800       | 7 18.7                  | 129.7                   | 7 08.0     | 5.7                              | 19                    | 20.2             | 135.8               | 18.40                         | 16.7     | 11 50                         | 10 54.8             | 8.0               | 10 54              | 848.0                 | 556.                        |
| 3,900       | 7 35.6                  | 135.2                   | 7 23.8     | 5.6                              | 19                    | 21.4             | 140.3               | 19.20                         | 17.9     | 12 30                         | 11 03.9             | 8.4               | 10 59              | 844.0                 | 556.                        |
| 4,000       | 7 52.2                  | 140.5                   | 7 47.5     | 5.5                              | 18                    | 21.6             | 144.5               | 19.90                         | 18.1     | 13 50                         | 11 09.9             | 4.7               | 11 25              | 837.0                 | 616.                        |
| 4,100       | 8 12.3                  | 145.8                   | 8 05.5     | 5.4                              | 18                    | 22.0             | 148.6               | 20.70                         | 19.3     | 14 30                         | 11 22.9             | 4.8               | 11 39              | 820.0                 | 676.                        |
| 4,200       | 8 32.7                  | 151.1                   | 8 24.9     | 5.3                              | 18                    | 22.2             | 152.6               | 21.50                         | 20.5     | 15 10                         | 11 35.9             | 4.7               | 11 59              | 824.0                 | 736.                        |
| 4,300       | 8 48.5                  | 157.0                   | 8 42.9     | 5.2                              | 17                    | 22.2             | 156.9               | 22.40                         | 20.9     | 16 00                         | 11 53.9             | 4.1               | 12 37              | 818.0                 | 796.                        |
| 4,400       | 8 68.6                  | 162.9                   | 8 61.9     | 5.1                              | 17                    | 22.2             | 161.2               | 23.30                         | 21.3     | 16 50                         | 12 11.9             | 3.8               | 13 17              | 814.0                 | 856.                        |
| 4,500       | 8 29.5                  | 168.3                   | 9 21.8     | 5.1                              | 17                    | 22.6             | 166.2               | 24.00                         | 22.2     | 17 30                         | 12 47.3             | 3.8               | 13 43              | 806.0                 | 916.                        |
| 4,600       | 9 47.7                  | 174.1                   | 9 41.9     | 5.0                              | 17                    | 22.8             | 171.8               | 24.80                         | 23.4     | 18 20                         | 13 05.9             | 3.7               | 14 32              | 820.0                 | 976.                        |
| 4,700       | 10 07.8                 | 180.0                   | 10 02.0    | 4.9                              | 16                    | 22.8             | 176.5               | 25.60                         | 24.5     | 19 10                         | 13 23.9             | 3.7               | 15 01              | 816.0                 | 1036.                       |
| 4,800       | 10 28.0                 | 186.0                   | 10 22.0    | 4.8                              | 16                    | 23.2             | 181.8               | 27.00                         | 25.5     | 20 00                         | 13 41.9             | 3.4               | 15 42              | 790.0                 | 1096.                       |
| 4,900       | 10 48.2                 | 191.9                   | 10 42.1    | 4.7                              | 16                    | 23.6             | 187.2               | 28.40                         | 26.5     | 20 50                         | 13 59.9             | 3.4               | 16 12              | 782.0                 | 1156.                       |
| 5,000       | 11 10.1                 | 198.8                   | 11 04.8    | 4.7                              | 16                    | 23.6             | 196.2               | 29.90                         | 27.7     | 21 50                         | 14 17.9             | 3.0               | 16 42              | 779.0                 | 1216.                       |
| 5,100       | 11 32.1                 | 205.7                   | 11 28.5    | 4.6                              | 15                    | 23.7             | 201.7               | 31.30                         | 28.7     | 22 40                         | 14 35.9             | 2.7               | 17 13              | 774.0                 | 1276.                       |
| 5,200       | 11 54.2                 | 212.6                   | 11 52.2    | 4.5                              | 15                    | 23.7             | 207.2               | 32.70                         | 29.7     | 23 30                         | 14 53.9             | 2.4               | 17 44              | 765.0                 | 1336.                       |
| 5,300       | 12 16.3                 | 219.5                   | 12 15.9    | 4.4                              | 14                    | 23.7             | 212.7               | 34.10                         | 30.7     | 24 20                         | 15 11.9             | 2.1               | 18 15              | 757.0                 | 1396.                       |

table for 3-inch field gun.

*Range table for 3-inch field gun.*

| Range.      | Angle of depart-ure. | Angle of depart-ure. | Angle of eleva-tion. | One minute, in yards of range. | One mil, in yards of range. | $\Delta X$ for $\pm 10$ f. s. M. V. | $\Delta X$ for $\Delta C = \pm 1\%$ | $\Delta X$ for wind 10 miles per hour. | Drift.      | Deviation for 10 miles cross wind. | Angle of fall. | Slope of fall. | Time of flight. | Terminal velocity. | Maxi-mum ordinate. |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------|-------------|------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| <i>Yds.</i> | $^{\circ}$ $'$       | <i>Mils.</i>         | $^{\circ}$ $'$       |                                |                             | <i>Yds.</i>                         | <i>Yds.</i>                         | <i>Yds.</i>                            | <i>Yds.</i> | <i>Yds.</i>                        | $^{\circ}$ $'$ | <i>1 on—</i>   | <i>Secs.</i>    | <i>F. S.</i>       | <i>Feet.</i>       |
| 100         | 0 05.9               | 1.7                  | 0 00.2               | 16.7                           | 56                          | 1.08                                | 0.2                                 | 0.01                                   | 0.4         | 0.04                               | 0 05.8         | 592.7          | 0.18            | 1,647.0            | 0.2                |
| 200         | 0 11.9               | 3.5                  | 0 06.2               | 15.6                           | 52                          | 1.9                                 | 0.8                                 | 0.06                                   | 0.7         | 0.08                               | 0 12.2         | 281.1          | 0.36            | 1,595.4            | 0.8                |
| 300         | 0 18.3               | 5.4                  | 0 13.6               | 15.2                           | 50                          | 2.8                                 | 1.7                                 | 0.12                                   | 1.0         | 0.12                               | 0 19.3         | 178.0          | 0.55            | 1,547.0            | 1.7                |
| 400         | 0 24.9               | 7.4                  | 0 19.3               | 14.5                           | 48                          | 3.7                                 | 3.0                                 | 0.26                                   | 1.2         | 0.16                               | 0 27.0         | 127.3          | 0.75            | 1,500.0            | 2.9                |
| 500         | 0 31.9               | 9.5                  | 0 26.3               | 13.9                           | 46                          | 4.6                                 | 4.6                                 | 0.43                                   | 1.5         | 0.21                               | 0 35.3         | 99.9           | 0.96            | 1,456.0            | 4.3                |



Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

## ENIAC

1946

The Harvard Mark-I was a big machine, but it didn't even come close to the size of the Electronic Numerical Integrator And Calculator or ENIAC (pictured). Weighing in at nearly 50 tons, the ENIAC was designed to help with the World War II effort. Unfortunately, it was not completed until the war had already ended.



Image source: Wikimedia Commons

ENIAC ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำนวณตารางวิถีกระสุนปืนใหญ่  
การเปลี่ยนสมการคำนวณ ต้องทำการปรับเปลี่ยนการเชื่อมต่อวงจรใหม่



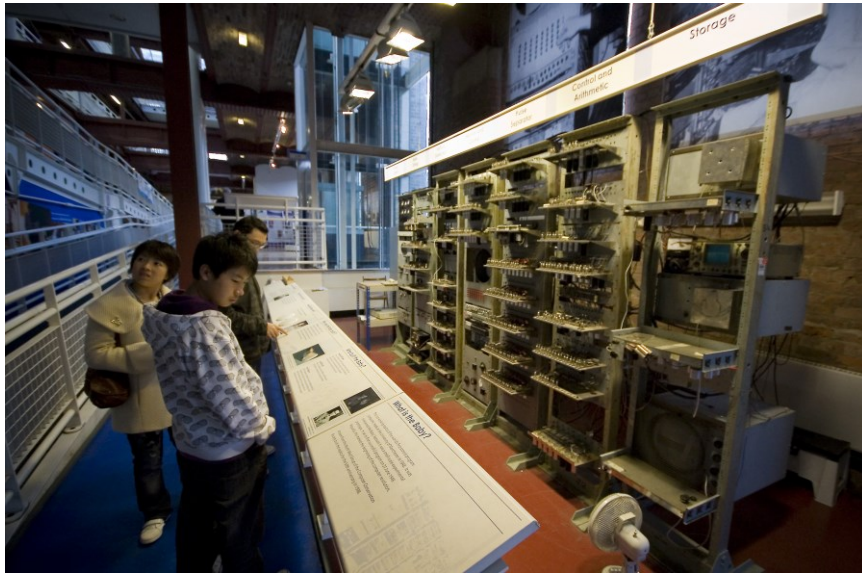


EDVAC

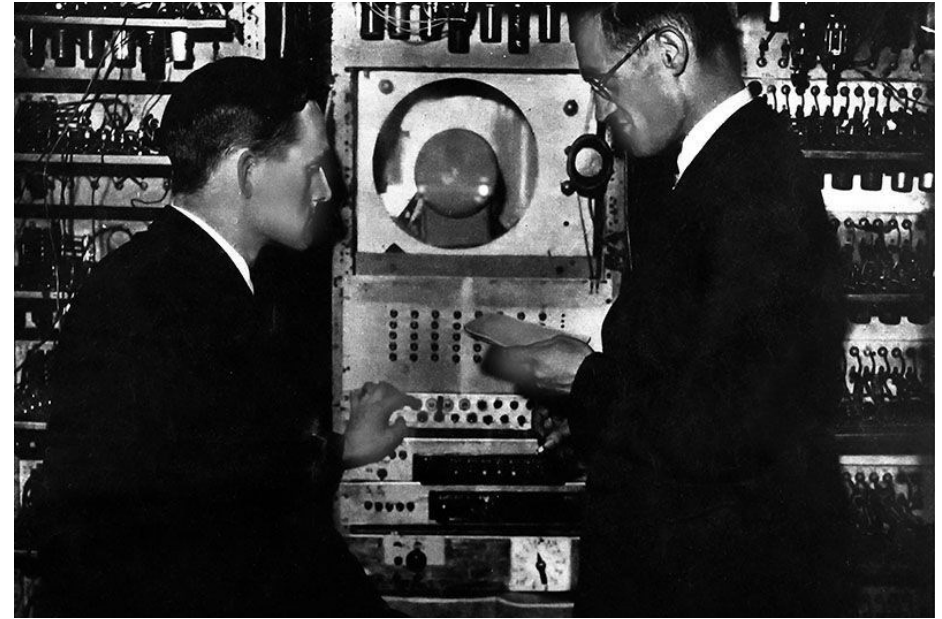
**John Von Neumann** นักคณิตศาสตร์  
ได้เสนอแนวความคิดการบันทึกโปรแกรมไว้ใน  
เครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับข้อมูล  
ชื่อว่า **EDVAC(Electronic Discrete Variable  
Automatic Computer)** ขึ้นมาจนสำเร็จในปี  
ค.ศ. 1949 และเริ่มใช้งานจริงในปี ค.ศ. 1951



John Von Neumann



Small-Scale Experimental Machine (SSEM)  
(BABY)



Williams and Kilburn

คอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่บ้านทิกโปรแกรมลงในหน่วยความจำ  
โปรแกรมคอมพิวเตอร์โปรแกรมแรกของโลก ถูกรันที่เครื่องนี้



UNIVAC (Universal Automatic Computer)

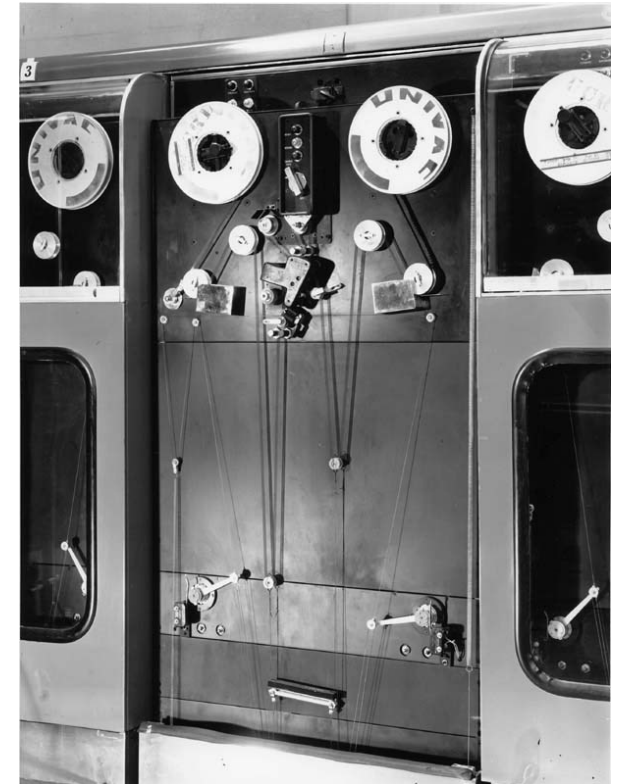
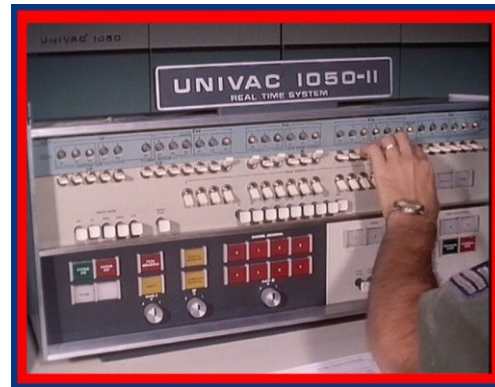
**UNIVAC** ถูกพัฒนาโดยทีมงานที่พัฒนาเครื่อง **ENIAC**

ร่วมกับ **Remington Rand** เพื่อใช้งาน

ทางธุรกิจ โดย **United States census** ได้ส่งเครื่องนี้ไปใช้ในการ  
ประมวลผลสำมะโนประชากร

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล

ข้อมูลเดิมจากแผ่นกระดาษเจาะรูจึงถูกเปลี่ยนมาจัดเก็บในรูปแบบของ  
เทปแม่เหล็ก







LEO Mark1 สร้างขึ้นโดยบริษัท Lyons Tea Co. และ Cambridge University เพื่อใช้คำนวณวางแผน  
ตารางการทำงาน และการจัดส่งสินค้า ไปยังสาขาต่าง ๆ ที่มีจำนวนมาก  
ต่อมาได้ผลิตเครื่อง LEO จำหน่าย



John Bardeen, William Shockley and Walter Brattain

# The Transistor

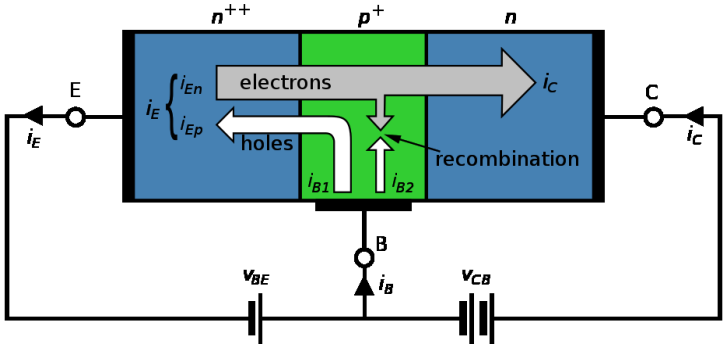
1947

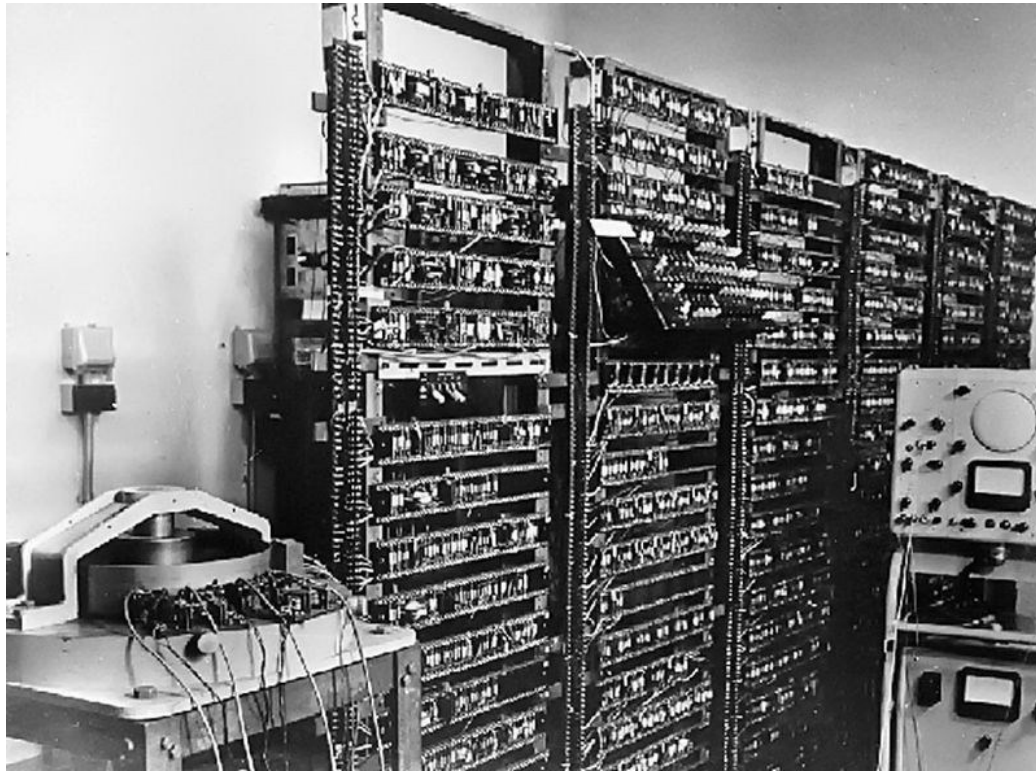
While the first successful point-contact transistor (pictured) was not a computer, its development led directly to a later innovation critical to modern computers: the microprocessor. Developed by William Shockley and Gerald Pearson for Bell Labs, the transistor replaced vacuum tubes which were much larger, hotter, and less reliable.



*Image courtesy of Computer History Museum*

ทรานซิสเตอร์ได้ถูกคิดค้นขึ้นมาแทนหลอดสุญญากาศ





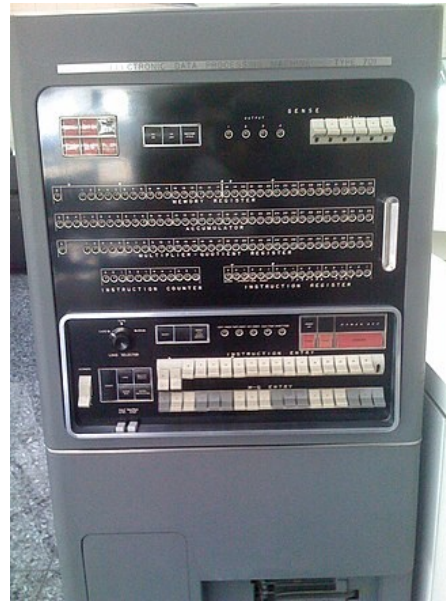
Manchester TC

คอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่สร้างจากทรานซิสเตอร์  
ความเชื่อถือได้ต่ำกว่าสร้างจากหลอด และรีเลย์  
แต่มีขนาดเล็กและใช้พลังงานน้อยกว่ามาก  
เนื่องจากทรานซิสเตอร์ในเวลานั้นยังอยู่ในช่วงเริ่มต้นพัฒนา  
ขนาด 48 บิต  
สร้างจากทรานซิสเตอร์ 92 ตัวและไดโอด 550 ตัว  
125kHz





IBM ships its Model 701  
Electronic Data Processing Machine



แผงควบคุม

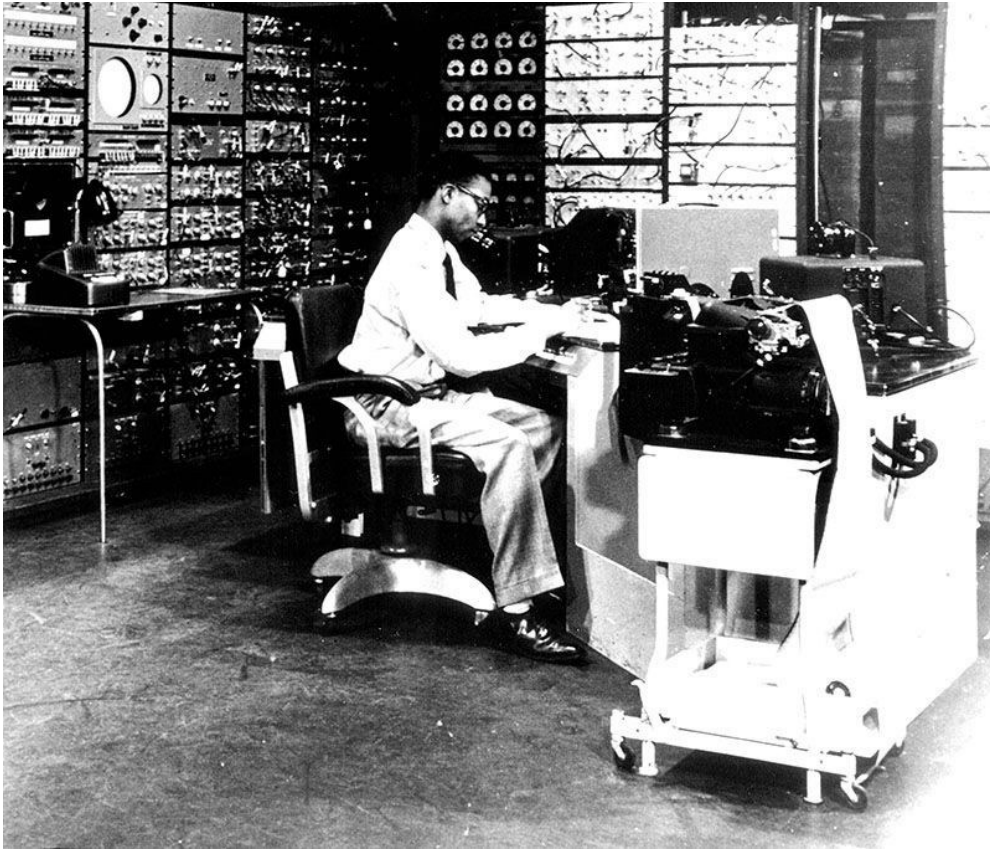


หน่วยประมวลผล

ทำงานช้ากว่า UNIVAC เพราะ IBM เลือกใช้บัตรกระดาษในการเก็บข้อมูล  
ซึ่งทำงานช้ากว่าเทปแม่เหล็กของ UNIVAC  
แต่ขายดีกว่า เพราะราคาถูกกว่า UNIVAC และสามารถนำไปต่อกับเครื่องอ่านบัตรเดิม  
ของ IBM ที่ทุกหน่วยงานมีใช้กันอยู่แล้ว



หน่วยความจำ



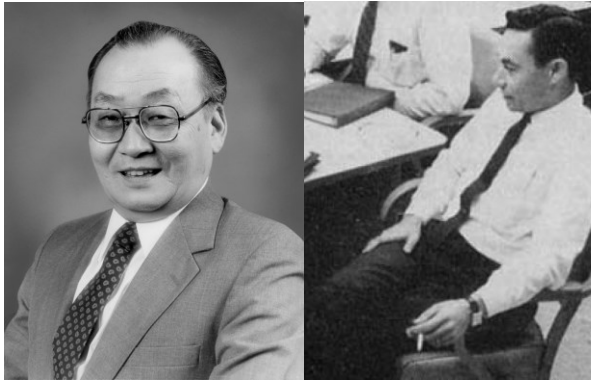
ที่ MIT ได้มีการทดลองป้อนข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ด้วย  
เป็นพิมพ์เป็นครั้งแรก โดยการดัดแปลงเครื่องพิมพ์ดีดไฟฟ้า  
จากเดิมที่ใช้กระดาษเจาะรู หรือแถบแม่เหล็ก  
จากการทดลองพบว่า มีความสะดวกในการป้อนข้อมูล  
จากนั้นเป็นต้นมา เครื่องคอมพิวเตอร์จึงมีเป็นพิมพ์



Friden Flexowriter

## MOSFET

Mosfet ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อปัญหาของทรานซิสเตอร์แบบ BJT ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ลดการสูญเสียพลังงาน และมีกำลังสูงขึ้น



Dawon Kahng Mohamed M. Atalla

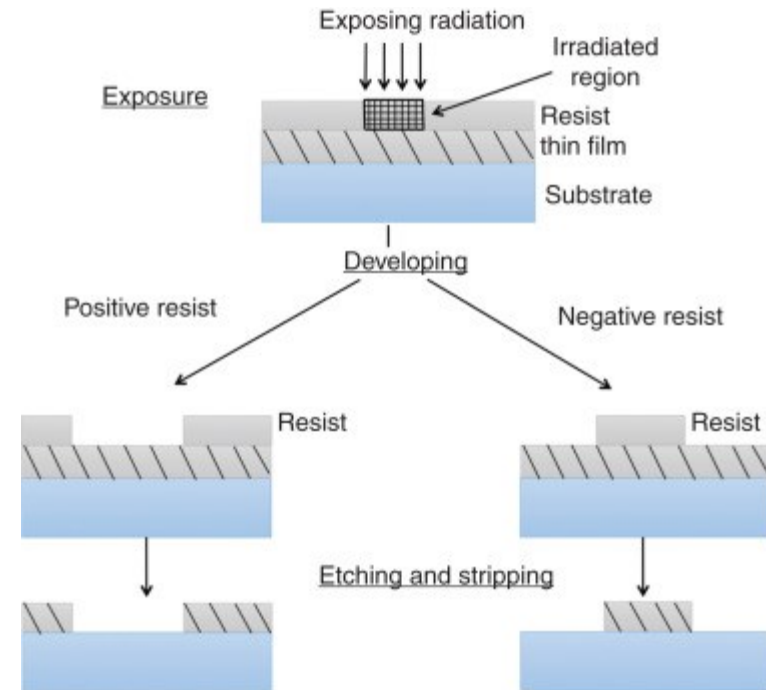
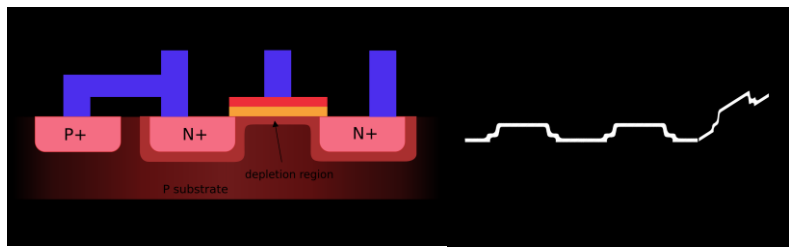
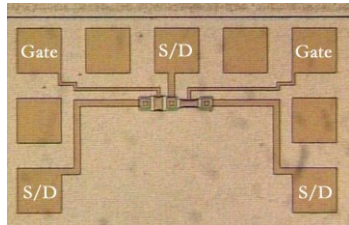
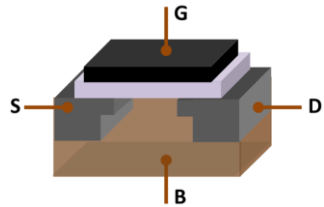
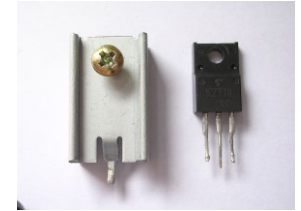
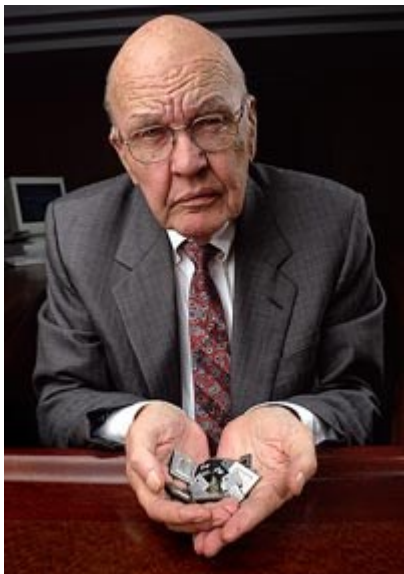


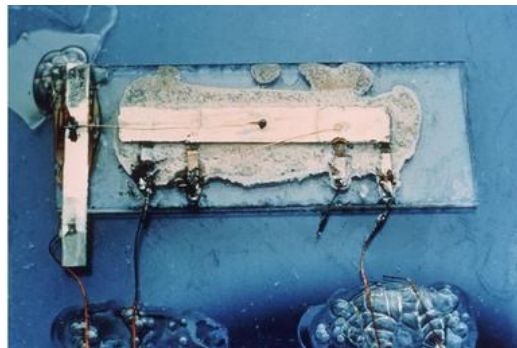
Photo Lithography Process



## วงจรรวม (Integrated Circuit:IC)



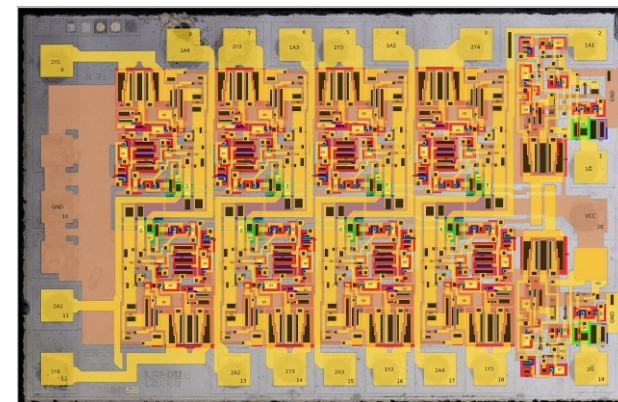
Jack St. Clair Kilby



วงจรรวมชิ้นแรกของโลก สร้างขึ้นจากแร่ germanium



Robert Noyce

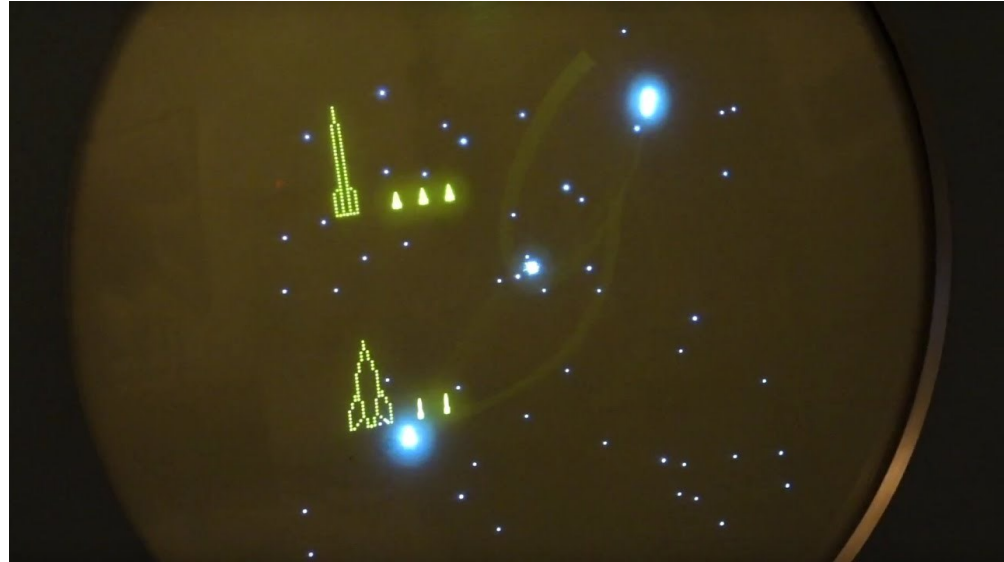


วงจรรวมชิ้นแรกของโลก สร้างขึ้นจากแร่ Silicon



DEC PDP-1

PDP-1 สร้างจากทรานซิสเตอร์ 2700 ตัวและไดโอด 3000 ตัว  
มี **word** ขนาด 18 บิต และมีหน่วยความจำ 4096 **word**  
ใช้หน่วยความจำแบบ **Magnetic core** และมีความเร็ว 5MHz  
มาพร้อมกับแป้นพิมพ์ **Teletype** และจอแสดงผลแบบ **CRT**  
เนื่องจากมีจอภาพที่แสดงภาพกราฟิกได้ จึงมีคนเขียนวิดีโอเกมส์แรก ลงบน  
เครื่องนี้



PDP1 ถูกใช้อย่างแพร่หลายในมหาวิทยาลัย **software** ในปัจจุบันจึงได้รับแรงบันดาลใจมาจากเครื่องนี้

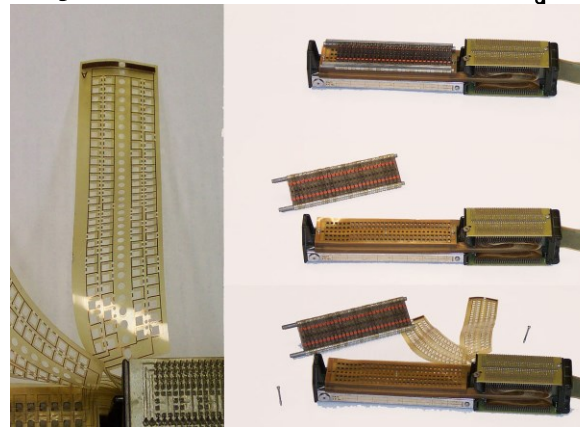




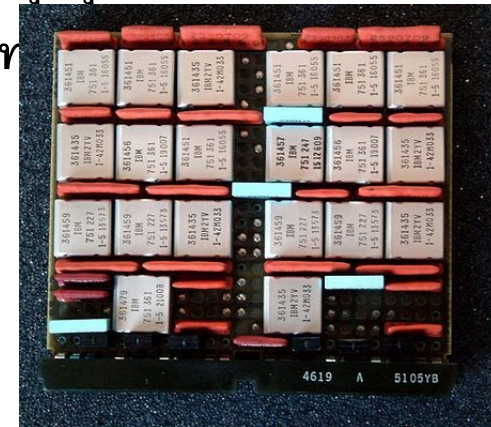
IBM System/360

IBM เปลี่ยนจาก discrete transistor ไปใช้วงจรรวม  
และเปลี่ยนจากกระดาษเจาะรูไปเป็นระบบ  
อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด

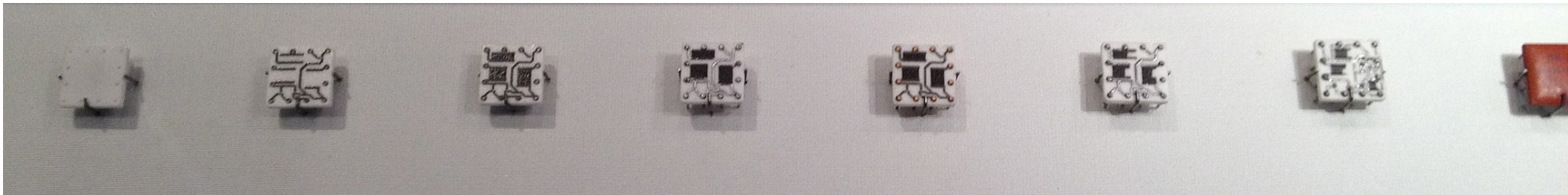
System/360 ออกมาหลายรุ่น แต่ทุกรุ่นสามารถรัน



Transformer matrix ROM (TROS)



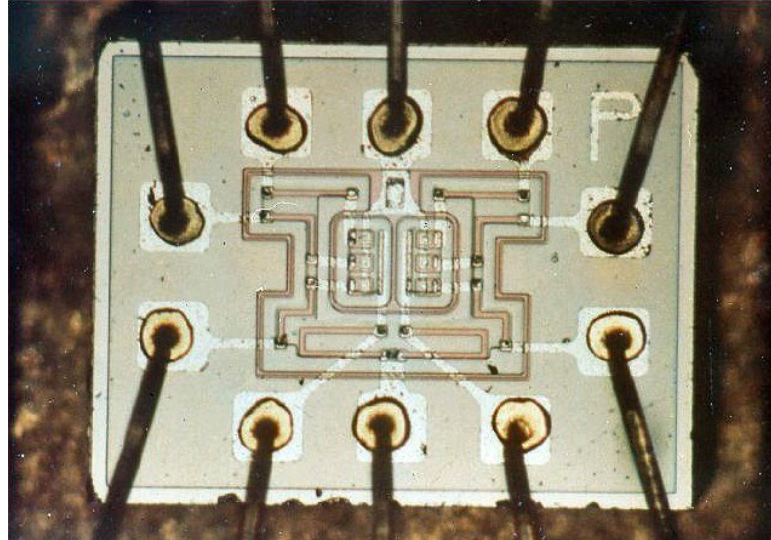
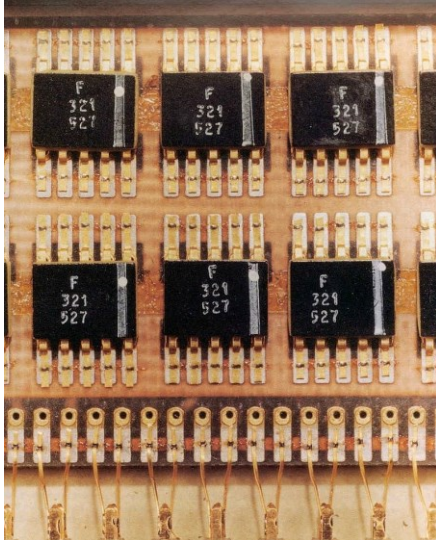
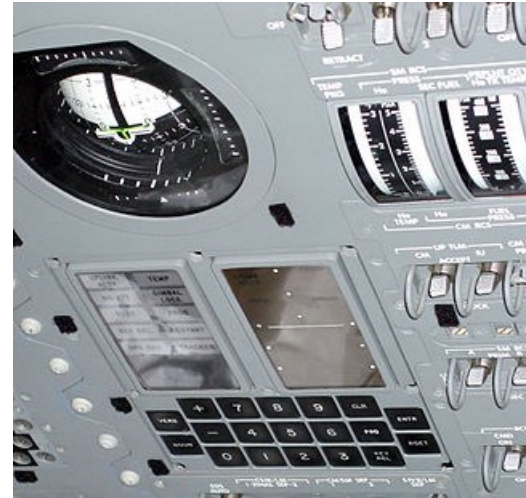
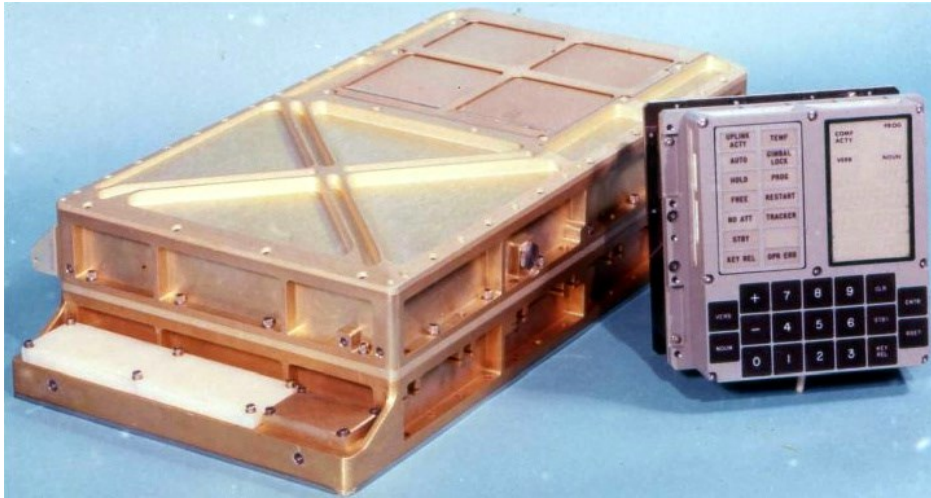
Solid Logic Technology (SLT)



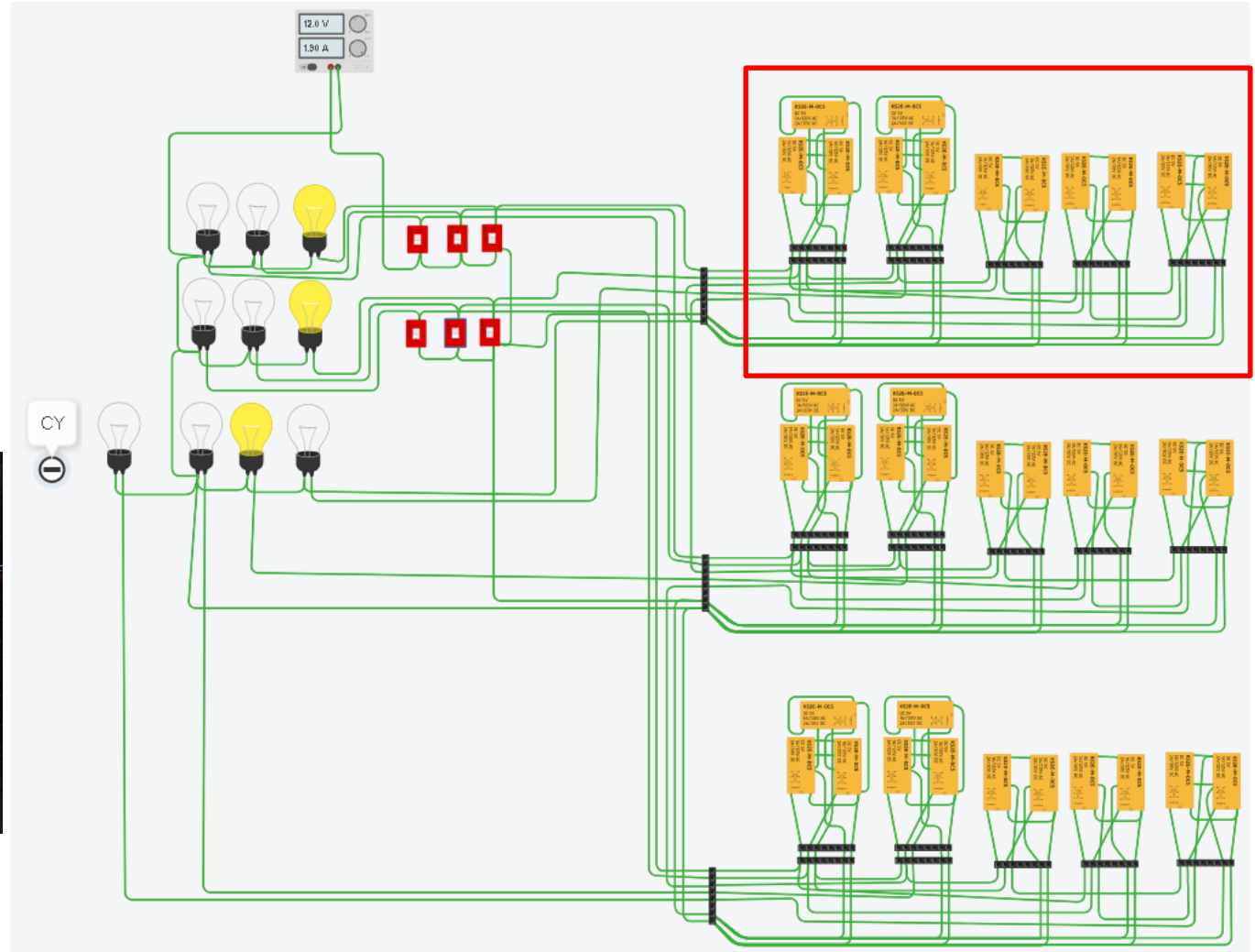
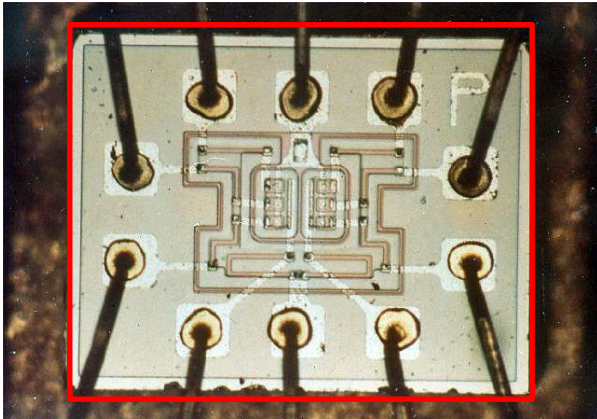
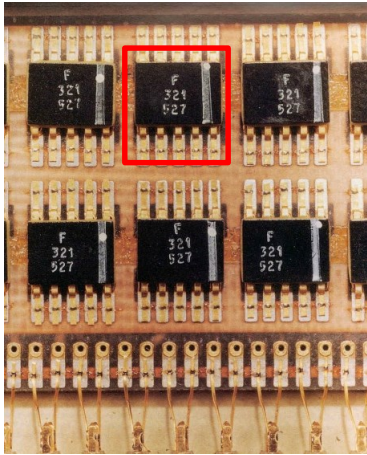
IBM พัฒนางจรรวมของตัวเองขึ้นมา เนื่องจากเวลานั้นวงจรรวมแบบ Monolithic ยังไม่น่าเชื่อถือ



## Apollo Guidance Computer (AGC)

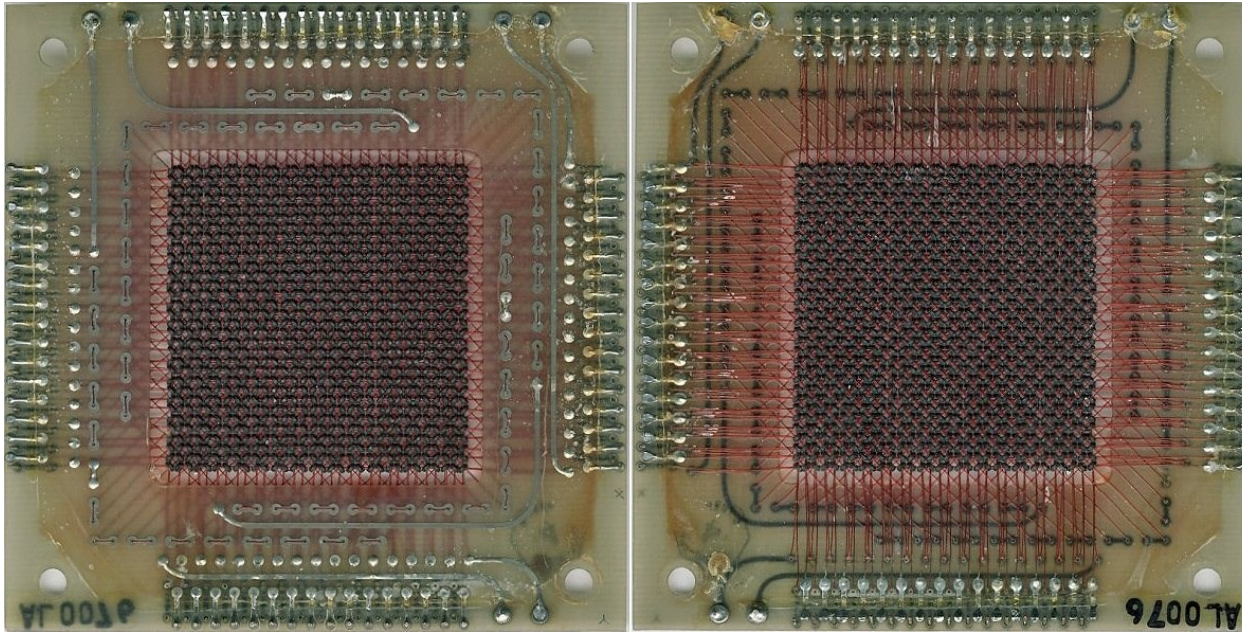


## Apollo Guidance Computer (AGC)

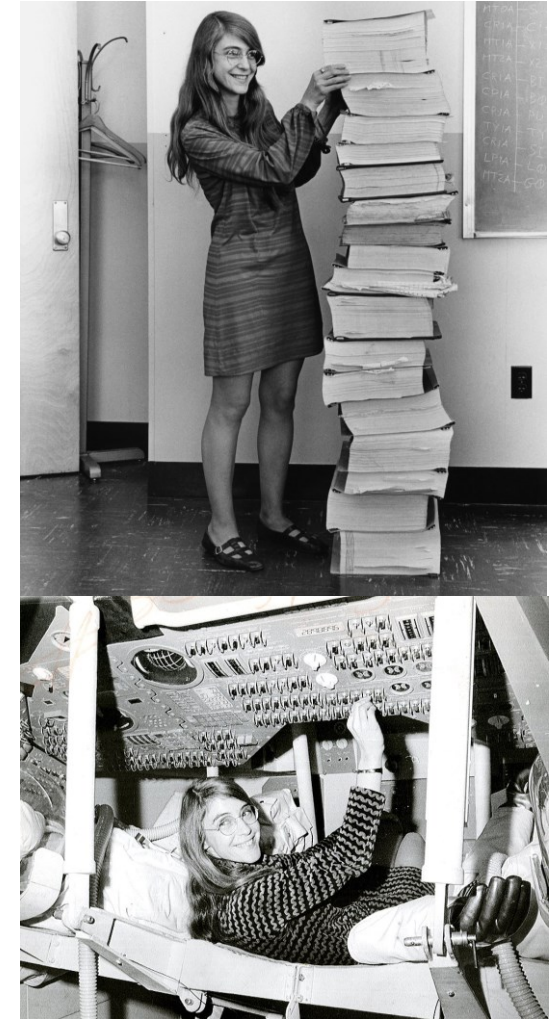




## Apollo Guidance Computer (AGC)



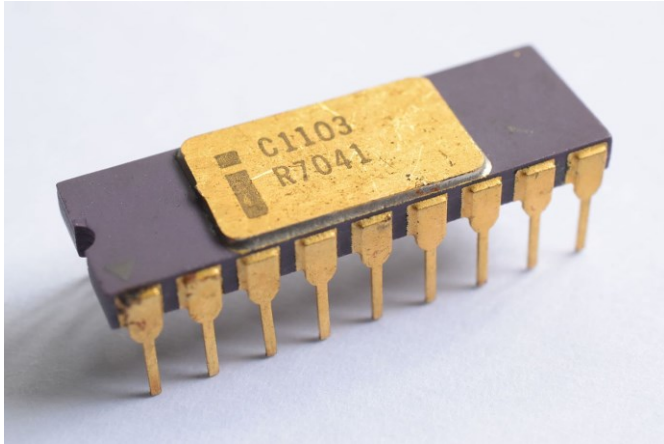
Rope Core Memory



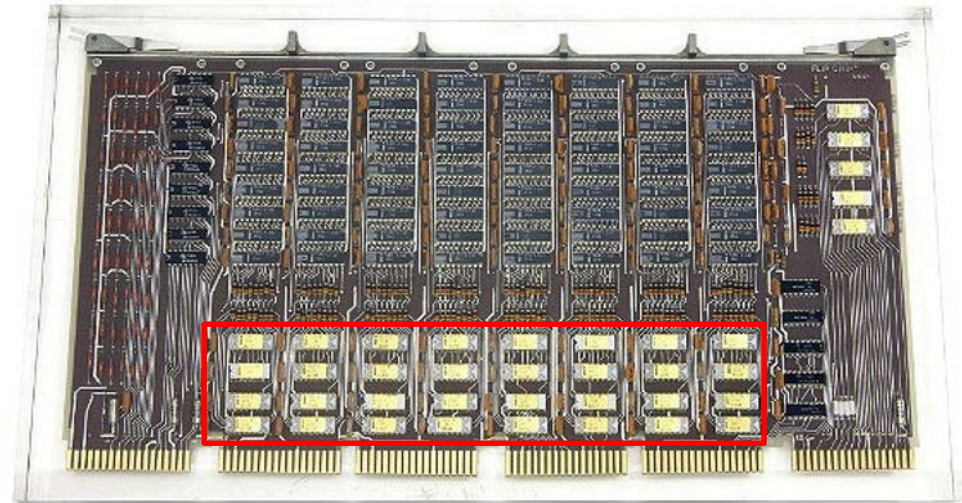
Margaret Heafield Hamilton



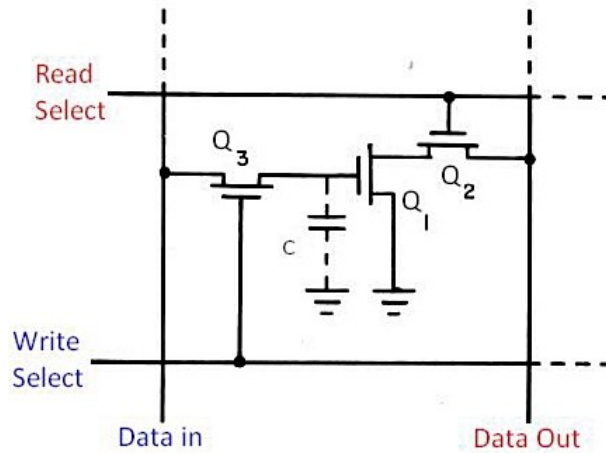
## Intel 1103 dynamic random-access memory (DRAM)



หน่วยความจำของ Intel มีขนาดเล็กและราคาถูกกว่าแบบ Magnetic core



โมดูลหน่วยความจำของเครื่อง DEC PDP-11

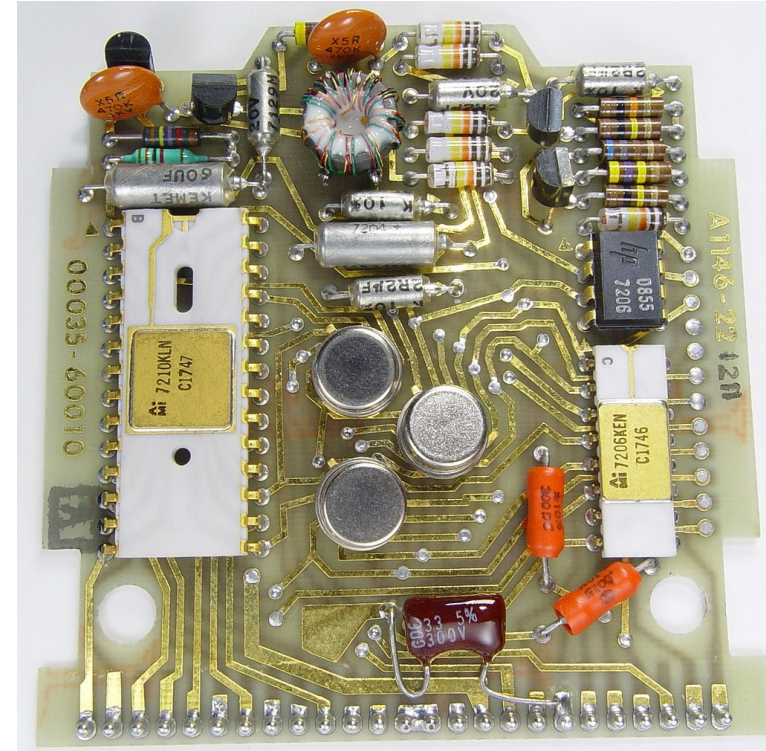




Hewlett-Packard HP-35 handheld calculator

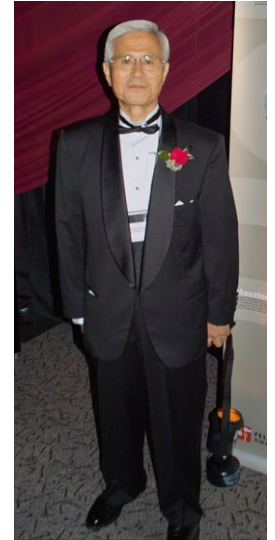
HP ได้ทำการย่อส่วนเครื่องคิดเลขแบบตั้งโต๊ะให้เล็กลงจนใส่กระเป๋าเสื้อได้ ตอนแรกตั้งใจจะผลิตเพื่อให้พนักงานใช้เองในบริษัท แต่ต่อมาได้นำออกมาทำตลาด เป็น electronic slide rule

HP-35 ป้อนคำสั่งในรูปแบบ Reverse Polish notation ตัวอย่างเช่น หากต้องการหาค่า  $1+3$  จะต้องป้อน  $1 \ 3 \ +$  หรือ  $5 + 6 \times 2 / 5$  ผู้ใช้งานจะต้องป้อน  $5 \ 6 \ 2 \times \ 5 \ / \ +$



## Intel 4004 Microprocessor

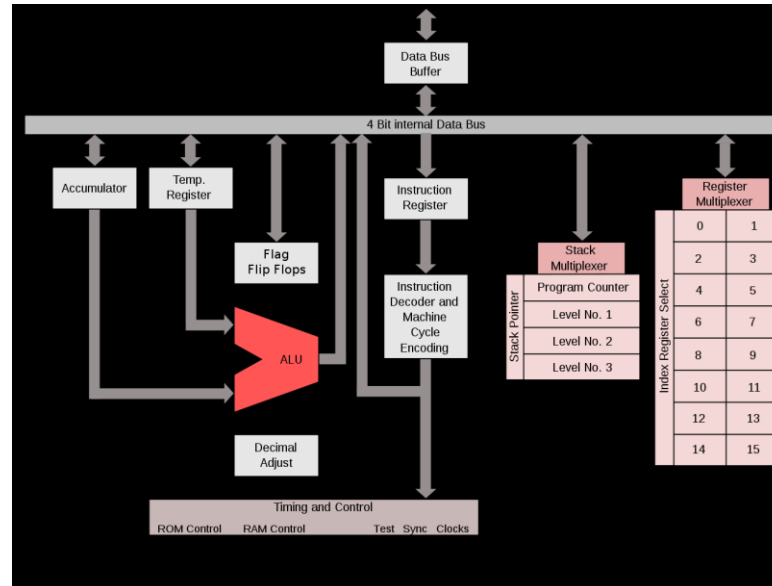
**BUSICOM** ร่วมพัฒนาชิปประมวลผลสำหรับเครื่องคิดเลขแบบชิปเดียว  
**BUSICOM** ปิดกิจการในปี 1974 Masatoshi Shima จึงย้ายไปทำงานกับ Intel



Masatoshi Shima



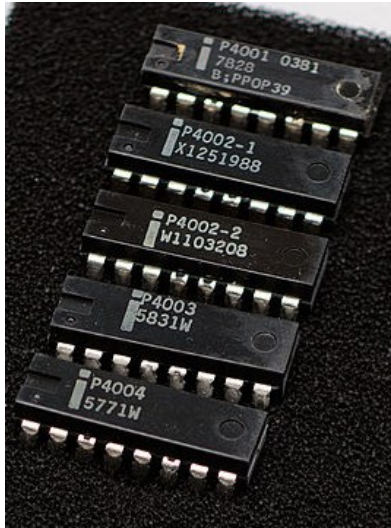
Busicom 141-PF



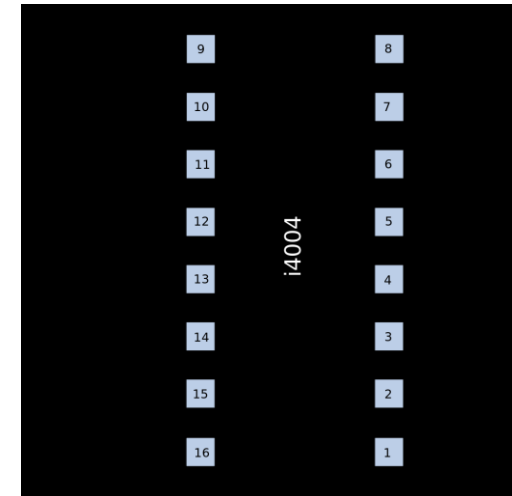
Gordon Moore



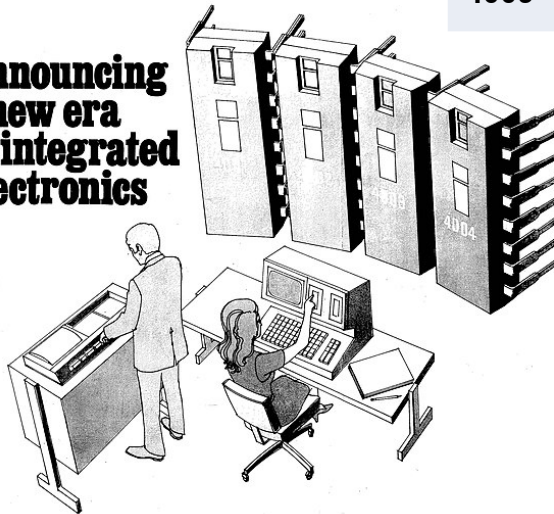
## The MCS-4 (Micro-Computer Set-4) or 4000 Series or Busicom Chip Set



| รหัสชิพ | ฟังก์ชัน                       | ใช้สำหรับ                                  |
|---------|--------------------------------|--------------------------------------------|
| 4001    | 256 byte ROM                   | บันทึกโปรแกรม หรือ microcode               |
| 4002    | 40 byte RAM                    | บันทึกข้อมูลชั่วคราว                       |
| 4003    | 10 bit parallel shift register | เชื่อมต่อแป้นพิมพ์ จอภาพ หรือ เครื่องพิมพ์ |
| 4004    | Microprocessor                 | ประมวลผล                                   |
| 4008    | 8 bit address latch            | แยกสัญญาณ Address และ Data                 |
| 4009    | I/O Interface                  | สร้างส่วนขยายและ I/O                       |



**Announcing  
a new era  
of integrated  
electronics**



**A micro-programmable computer on a chip!**

Intel introduces an integrated CPU complete with a 4-bit parallel adder-subtractor, 4-bit register, an accumulator, and a program counter in one chip. The end of a family of four new ICs which complete the MCS-4 micro-computer system—the first system to bring you the power and flexibility of a dedicated general-purpose computer at low cost in as few as two dual in-line packages.

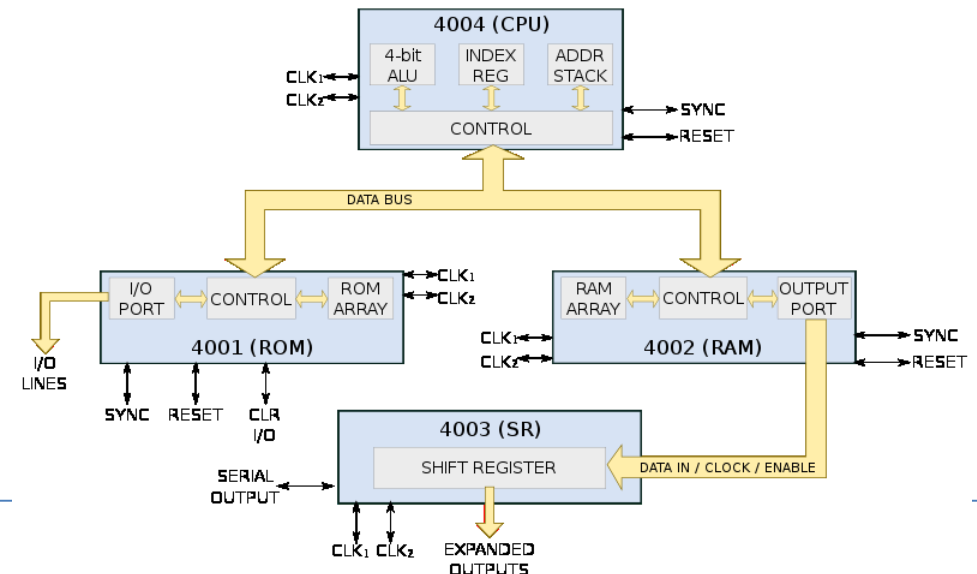
MCS-4 systems provide complete computing and control functions for test systems, data terminals, billing machines, measuring systems, numeric control systems and process control systems. The heart of any MCS-4 system is a Type 4004 CPU, which includes a powerful set of 40 instructions. Adding one or more Type 4001 ROMs for program storage and data latch gives you a fully functional micro-computer in two packages. To this you may add Type 4002 RAMs for rapid access memory and Type 4003 registers to expand the output ports.

Using no circuitry other than ICs from this family of four, you can create a system with 4096 bits of ROM storage and 5120 bits of RAM storage. When you require rapid turn-around or reprogrammable systems, this is available in the programmable ROM, Type 1701, may be substituted for the Type 4001 mask-programmed ROM.

MCS-4 systems interface easily with switches, keyboards, displays, teleprinters, printers, modems, A/D converters and other popular peripherals. The MCS-4 family is now in stock at Intel's Santa Clara headquarters and at our marketing headquarters in Europe and Japan. In the U.S., contact your nearest regional sales office for literature and orders. In Europe, contact Intel at Avenue Louise 215, B-1050 Brussels, Belgium. Phone 402035. Telex 9404-417. Intel Japan, Inc., Parkside Flat Bldg. No. 42-2, Sendagaya, Shibuya-ku, Tokyo 122. Phone 03-403-4147.

Intel Corporation now produces micro computers, memory devices and memory systems at 3065 Stevens Avenue, Santa Clara, Calif. 95051. Phone (408) 240-7500.

**intel  
delivers.**



## Intel 8008

Computer Terminal Corporation (CTC) ได้ออกแบบไมโครโพรเซสเซอร์แบบ 8 บิต และจ้าง Intel ให้ผลิตให้

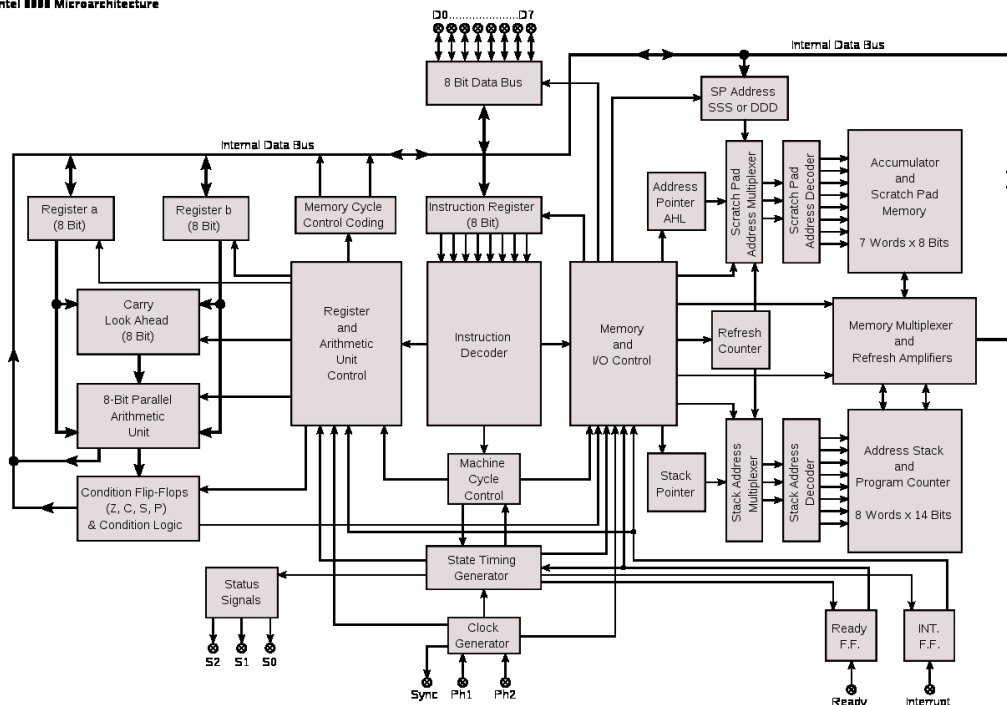
เพื่อนำมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ Datapoint 2200 เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลขนาดเล็ก ที่ทำงานได้ด้วยตัวเอง แต่ทำการตลาดเพื่อใช้เป็น Client เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องขนาดใหญ่ในสำนักงาน

ต่อมา CTC พบว่าต้นแบบที่ Intel ผลิตให้ มีประสิทธิภาพต่ำ จึงไม่นำมาใช้ แต่ใช้ชิพของตัวเองแทน และได้ทำข้อตกลงกับ Intel ให้สามารถนำไปขายให้กับบริษัทอื่นได้ ต่อมา Seiko ได้ซื้อไปผลิตเครื่องคิดเลข



Datapoint 2200 computer

Intel 8008 Microarchitecture



### Intel 8008 registers

1<sub>3</sub> 1<sub>2</sub> 1<sub>1</sub> 1<sub>0</sub> 0<sub>9</sub> 0<sub>8</sub> 0<sub>7</sub> 0<sub>6</sub> 0<sub>5</sub> 0<sub>4</sub> 0<sub>3</sub> 0<sub>2</sub> 0<sub>1</sub> 0<sub>0</sub> (bit position)

#### Main registers

|   |                       |
|---|-----------------------|
| A | Accumulator           |
| B | B register            |
| C | C register            |
| D | D register            |
| E | E register            |
| H | H register (indirect) |
| L | L register (indirect) |

#### Program counter

|    |                 |
|----|-----------------|
| PC | Program Counter |
|----|-----------------|

#### Push-down address call stack

|    |              |
|----|--------------|
| AS | Call level 1 |
| AS | Call level 2 |
| AS | Call level 3 |
| AS | Call level 4 |
| AS | Call level 5 |
| AS | Call level 6 |
| AS | Call level 7 |

#### Status register

C P Z S Flags

## Micral



Réalisation d'Études Électroniques (R2E) ผลิตเครื่องนี้ขึ้นมาใช้

ทดแทน minicomputer

สำหรับงานที่ไม่ต้องการความเร็วสูง อย่างเช่นเครื่องคิดเงิน

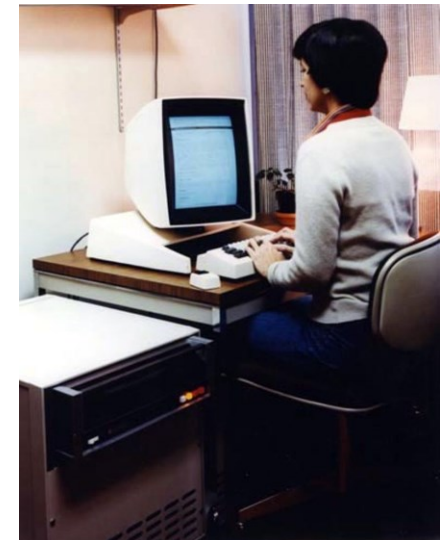
สร้างจากไมโครโพรเซสเซอร์ 8008



## Xerox Alto



Xerox ได้ตั้งศูนย์วิจัย PARC ขึ้นมาเพื่อทดลองสร้างสำนักงานในอนาคตที่ไร้กระดาษขึ้นมา



## Xerox Alto



ทีมนักวิจัยที่ **PARC** พยายามสร้างคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานง่าย โดยศึกษาพฤติกรรมของเด็ก ซึ่งมักจะคว้าของทุกอย่างที่สนใจ จึงจำลองการใช้งานคอมพิวเตอร์ให้มีลักษณะของการคว้าสิ่งที่มองเห็น โดยจำลองสภาพแวดล้อมของสำนักงานขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์



## Xerox Alto



Mouse



Keyset

สร้างจาก วงจรรวมของหลายผู้ผลิต

ควบคุมจาก Mouse

มีโปรแกรมประมวลผลคำแบบ WYSIWYG

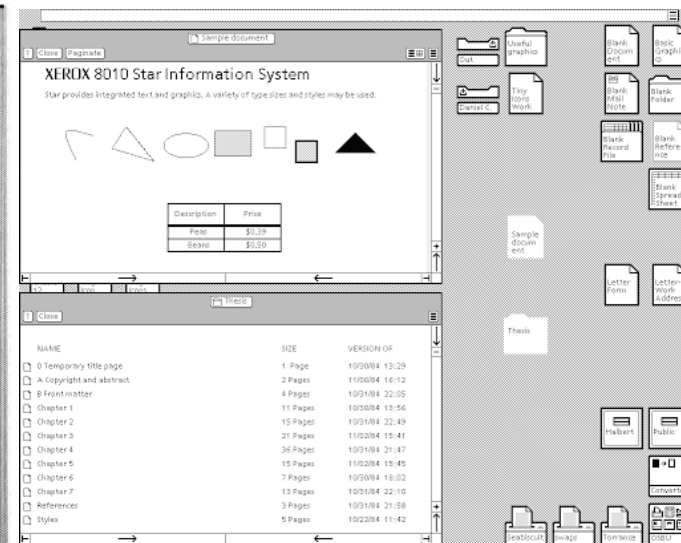
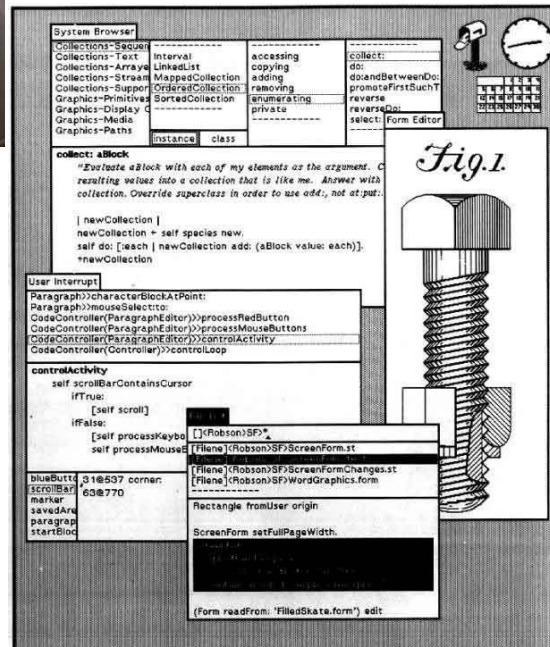
มี UI แบบ กราฟิกส์

มีระบบเครือข่าย และระบบรับส่งข้อความ

US\$32,000 in 1979

(equivalent to \$114,105 in 2020)

XEROX ตัดสินใจไม่ผลิตจำหน่าย

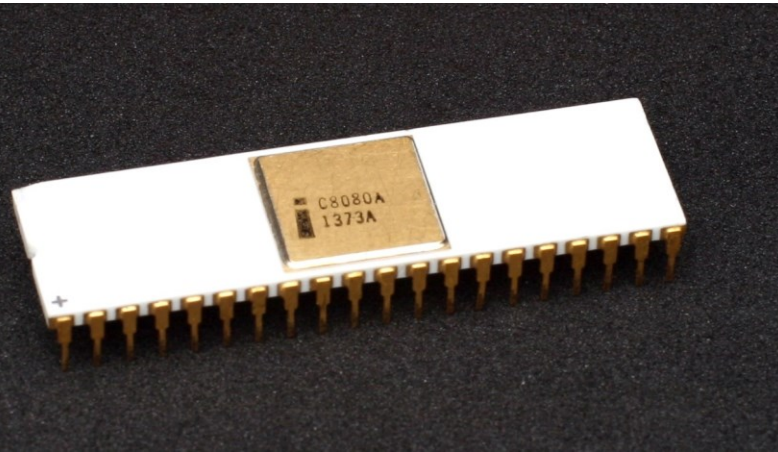




## Intel 8080

8080 พัฒนาต่อยอดมาจาก 8008 อย่างไรก็ตามโปรแกรมของ 8008 ไม่สามารถรันบน 8080 ได้

รองรับการประมวลผลแบบ 8 บิต ที่ความเร็ว 2 MHz



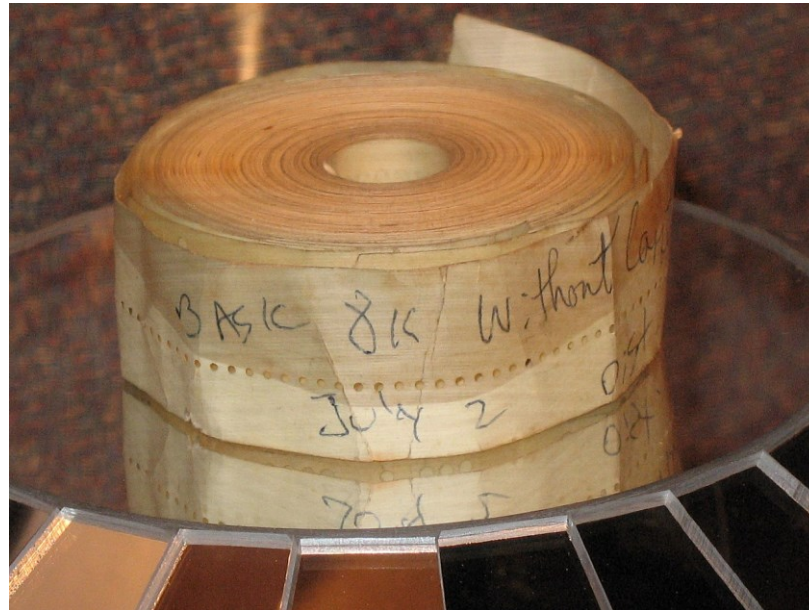
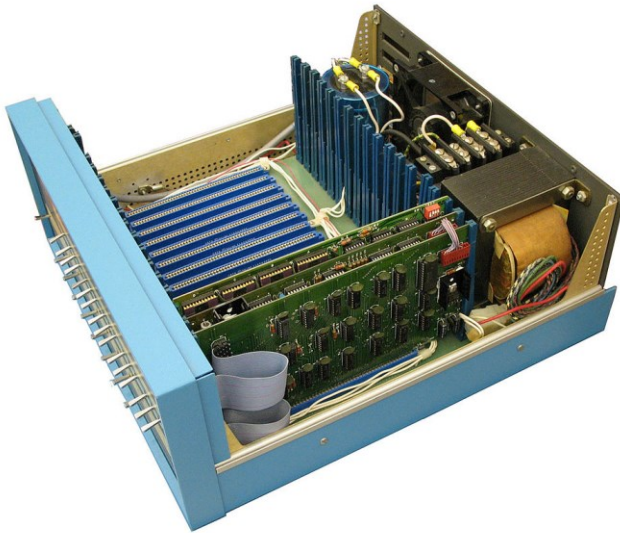
### Intel 8080 registers

|                                                |  |  |  |   |       |   |  |    |  |                      |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
|------------------------------------------------|--|--|--|---|-------|---|--|----|--|----------------------|--|---|--|---|--|---|--|-------|--|
| 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 (bit position) |  |  |  |   |       |   |  |    |  |                      |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| 5 4 3 2 1 0 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0                |  |  |  |   |       |   |  |    |  |                      |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| Main registers                                 |  |  |  |   |       |   |  |    |  |                      |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| A                                              |  |  |  |   | Flags |   |  |    |  | Program Status Word  |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| B                                              |  |  |  |   | C     |   |  |    |  | B                    |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| D                                              |  |  |  |   | E     |   |  |    |  | D                    |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| H                                              |  |  |  |   | L     |   |  |    |  | H (indirect address) |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| Index registers                                |  |  |  |   |       |   |  |    |  |                      |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| SP                                             |  |  |  |   |       |   |  |    |  | Stack Pointer        |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| Program counter                                |  |  |  |   |       |   |  |    |  |                      |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| PC                                             |  |  |  |   |       |   |  |    |  | Program Counter      |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| Status register 16                             |  |  |  |   |       |   |  |    |  |                      |  |   |  |   |  |   |  |       |  |
| S                                              |  |  |  | Z |       | - |  | AC |  | -                    |  | P |  | - |  | C |  | Flags |  |

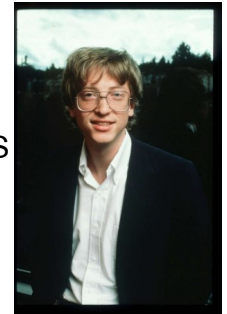
## Altair 8800

เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จำหน่ายเป็นชุด **KIT** ผู้ซื้อต้องนำไปประกอบเอง

Bill Gates และ Paul Allen ได้เขียนโปรแกรมแปลภาษา BASIC สำหรับเครื่อง ALTAIR ต่อมา Roberts ได้จ้างให้ทั้งสองดูแลและคอยปรับปรุงโปรแกรมนี้อีก 4 เวอร์ชัน คือ 8K BASIC, Extended BASIC, Extended ROM BASIC, Disk BASIC. ส่งผลให้ Bill Gates ต้องพักการเรียนจาก Harvard แล้วไปตั้งบริษัท Microsoft โปรแกรมแปลภาษา BASIC เป็น software ที่ทำรายได้ให้กับ Microsoft จนมี MS-DOS



Altair 8K BASIC



Bill Gates

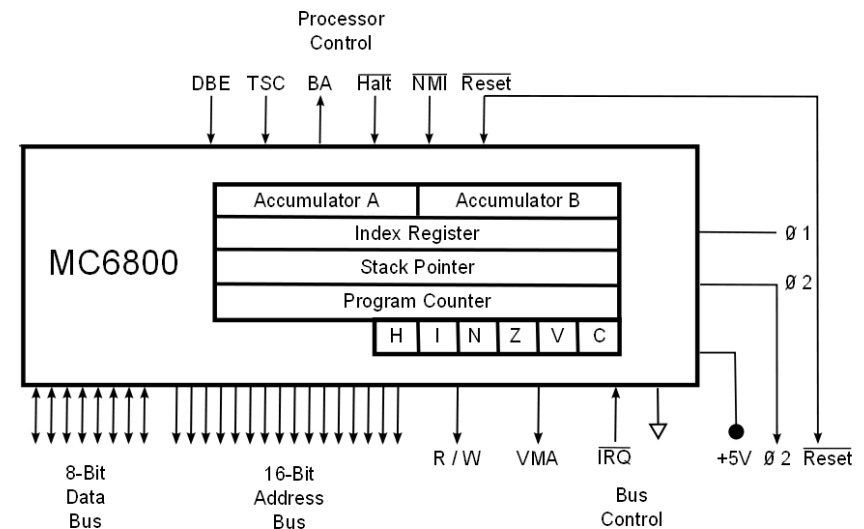


Ed Roberts

## Motorola MC 6800



6800 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต ที่ทำงานด้วยแรงดันไฟระดับเดียว คือ 5 v ซึ่งต่างจากผู้ผลิตอื่นที่ต้องใช้แรงดันไฟต่างกันถึง 3 ระดับ รองรับหน่วยความจำถึง 64kB ทำงานที่ความเร็ว 1 MHz นิยมใช้งานในเครื่องคิดเงิน





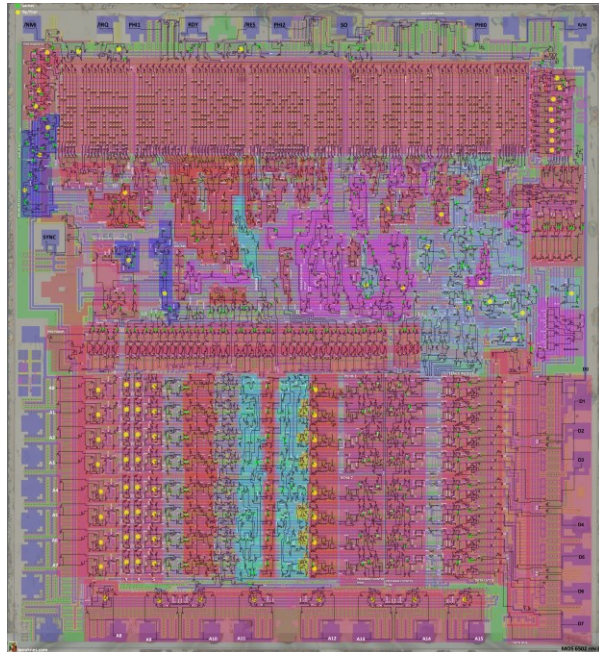
## MOS Technology 6502



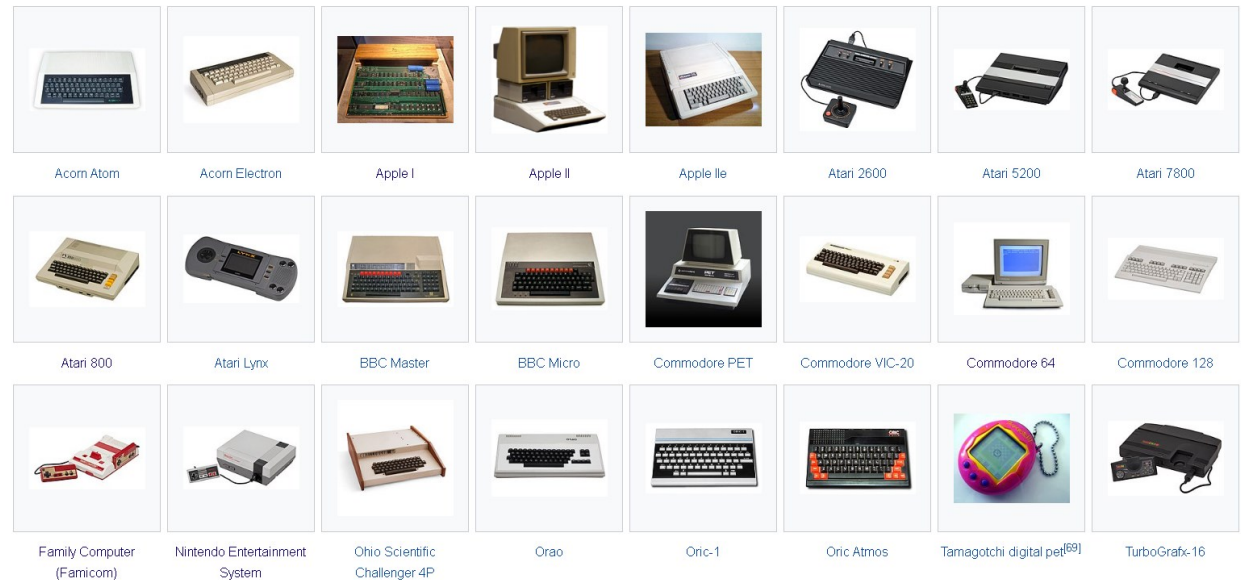
MOS 6502 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต พัฒนาโดยทีมที่แยกตัวออกมาจาก Motorola โดยออกแบบให้การทำงานไม่ซับซ้อน

ทำงานเร็ว และมีราคาถูก โดยตั้งราคาไว้ถูกกว่าคู่แข่ง 6800 และ 8080 ถึงเกือบ 6 เท่า จึงถูกนำมาใช้สร้างคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลใช้งานตามบ้านอีกหลายรุ่น

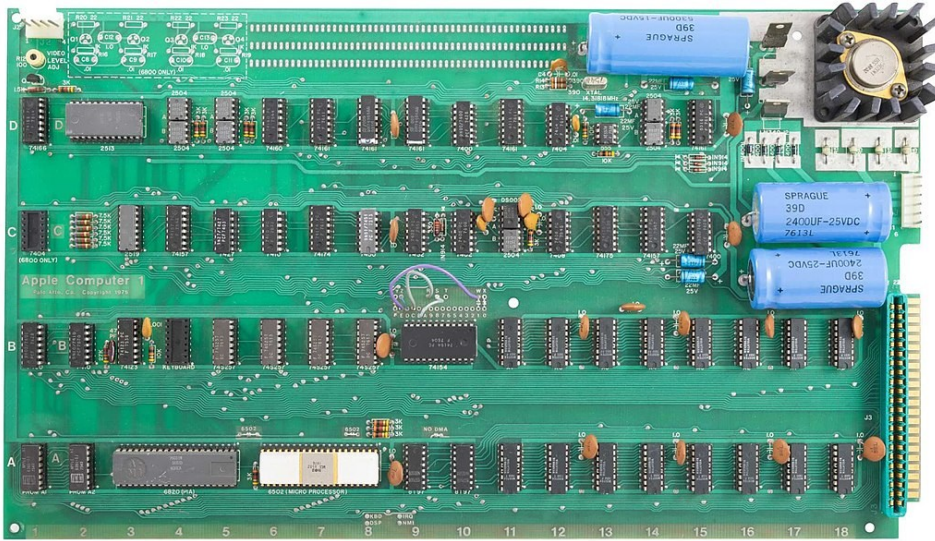
MOS 6502 รองรับหน่วยความจำ 64kB ความเร็วการทำงาน 1MHz - 3 MHz และมี 56 คำสั่ง



Home computers and video game consoles using the 6502 or its variants



## Steve Wozniak completes the Apple-1



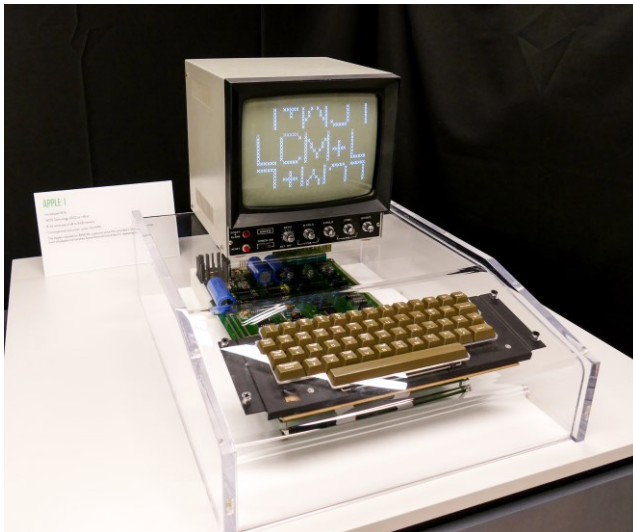
Operating system   System monitor

CPU   **MOS 6502 @ 1 MHz**

Memory   4 KB of RAM standard  
expandable to 8 KB or 48 KB using expansion cards  
**256 B of ROM**

Storage   456 KB

Graphics   40×24 characters, hardware-implemented  
scrolling







APPLE II



Tandy Radio Shack TRS-80



Commodore PET



Commodore the VIC-20

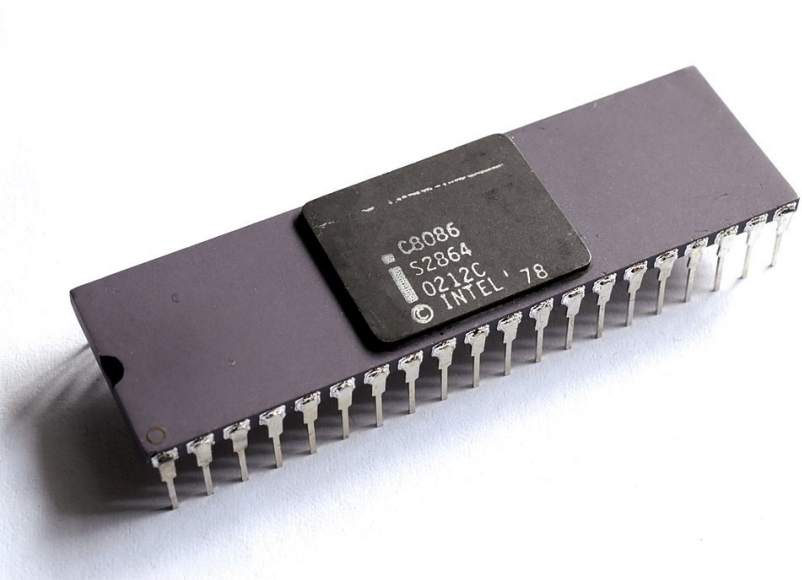


Sinclair ZX80



Atari Model 400 and 800





# Intel 8086

Max. CPU clock rate                      5 MHz to 10 MHz  
Data width                                16 bits  
Address width                            20 bits

| Intel 8086 registers                                                   |  |  |  |    |  |  |  |                     |  |  |  |                                |  |  |  |       |
|------------------------------------------------------------------------|--|--|--|----|--|--|--|---------------------|--|--|--|--------------------------------|--|--|--|-------|
| 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 (bit position) |  |  |  |    |  |  |  |                     |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| Main registers                                                         |  |  |  |    |  |  |  |                     |  |  |  |                                |  |  |  |       |
|                                                                        |  |  |  | AH |  |  |  | AL                  |  |  |  | AX (primary accumulator)       |  |  |  |       |
|                                                                        |  |  |  | BH |  |  |  | BL                  |  |  |  | BX (base, accumulator)         |  |  |  |       |
|                                                                        |  |  |  | CH |  |  |  | CL                  |  |  |  | CX (counter, accumulator)      |  |  |  |       |
|                                                                        |  |  |  | DH |  |  |  | DL                  |  |  |  | DX (accumulator, extended acc) |  |  |  |       |
| Index registers                                                        |  |  |  |    |  |  |  |                     |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| 0 0 0 0                                                                |  |  |  | SI |  |  |  | Source Index        |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| 0 0 0 0                                                                |  |  |  | DI |  |  |  | Destination Index   |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| 0 0 0 0                                                                |  |  |  | BP |  |  |  | Base Pointer        |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| 0 0 0 0                                                                |  |  |  | SP |  |  |  | Stack Pointer       |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| Program counter                                                        |  |  |  |    |  |  |  |                     |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| 0 0 0 0                                                                |  |  |  | IP |  |  |  | Instruction Pointer |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| Segment registers                                                      |  |  |  |    |  |  |  |                     |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| CS                                                                     |  |  |  |    |  |  |  | 0 0 0 0             |  |  |  | Code Segment                   |  |  |  |       |
| DS                                                                     |  |  |  |    |  |  |  | 0 0 0 0             |  |  |  | Data Segment                   |  |  |  |       |
| ES                                                                     |  |  |  |    |  |  |  | 0 0 0 0             |  |  |  | Extra Segment                  |  |  |  |       |
| SS                                                                     |  |  |  |    |  |  |  | 0 0 0 0             |  |  |  | Stack Segment                  |  |  |  |       |
| Status register                                                        |  |  |  |    |  |  |  |                     |  |  |  |                                |  |  |  |       |
| -                                                                      |  |  |  | -  |  |  |  | -                   |  |  |  | O D I T S Z - A - P - C        |  |  |  | Flags |



5 MHz to 10 MHz

16 bits

20 bits

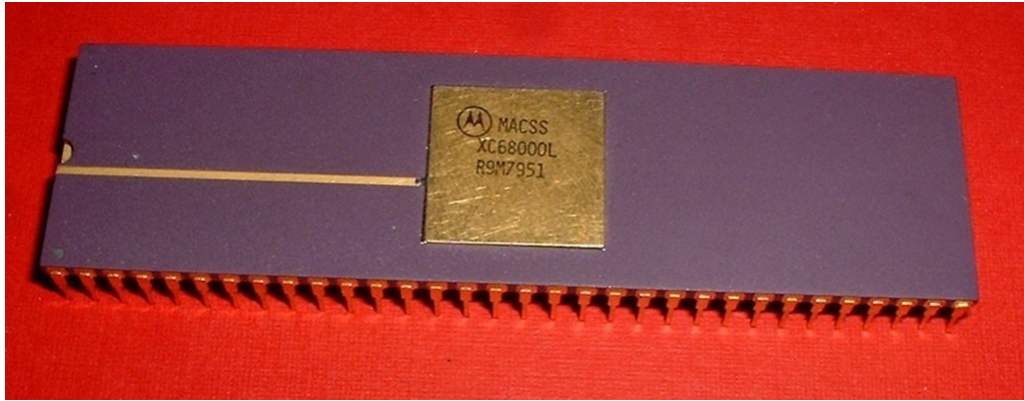


8 bits

20 bits

82

## Motorola 68000



|               |         |
|---------------|---------|
| Data width    | 16 bits |
| Address width | 24 bits |

ประสิทธิภาพสูงกว่า Intel 8086, Intel 8088 แต่มีราคาสูงกว่า และไม่มีรุ่น 8 bit data width



## Project Chess



William Lowe

IBM ตั้งทีมลับขึ้นมาใหม่เพื่อพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อให้พัฒนาได้เร็วที่สุดจึงเลือกแนวทางการออกแบบ

- open architecture (อุปกรณ์ส่วนขยายใช้ร่วมกันได้)
- non-proprietary components (ไม่ใช่ชิ้นส่วนที่เป็นกรรมสิทธิ์เฉพาะของ IBM)
- non-proprietary software เพื่อลดเวลาในการพัฒนาชิพ และ โปรแกรม

## MS-DOS



William Lowe



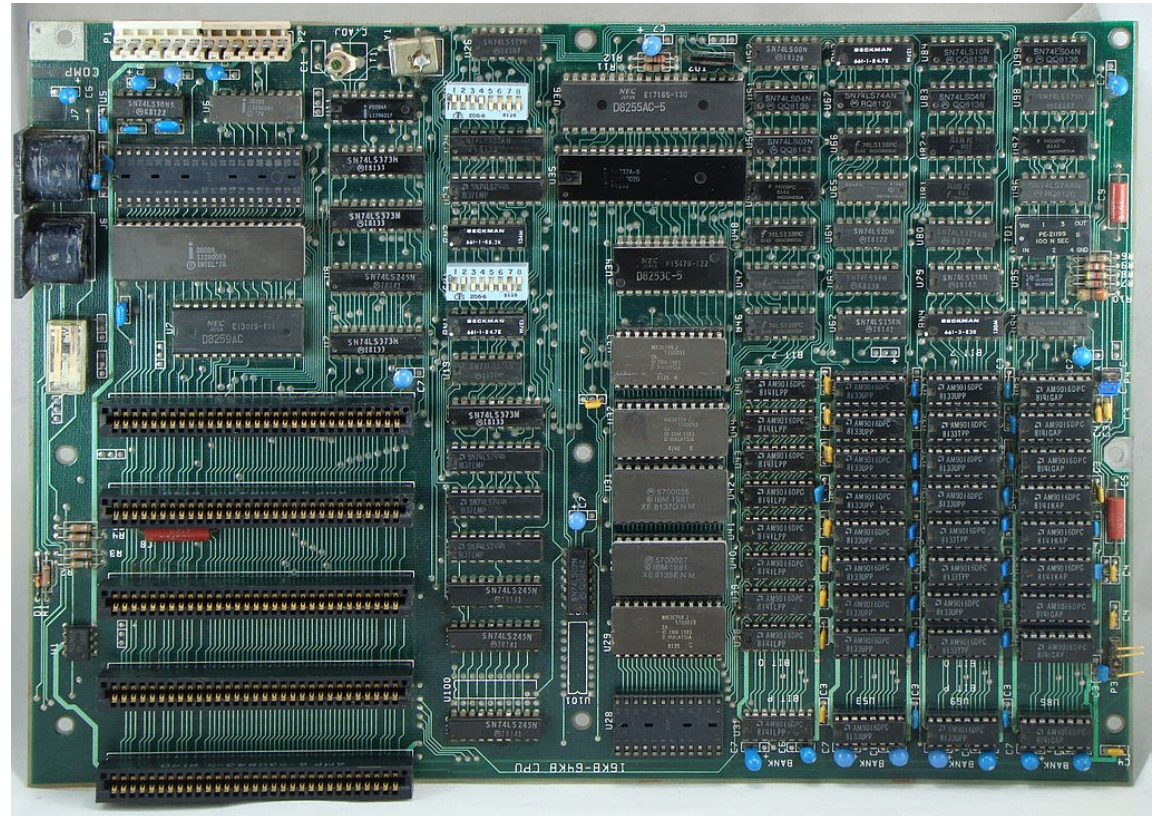
Bill Gates



Tim Paterson

- 6-DOS ถูกสร้างขึ้นโดย Tim Paterson ในปี 1980 โดยเลียนแบบมาจากระบบปฏิบัติการ CP/M ที่ทำงานบน CPU 8080/8085 ให้สามารถทำงานบน 8086 ได้
- Microsoft ซื้อสิทธิ 86-DOS ปลายปี 1980
- ต้นปี 1981 Microsoft จ้าง Tim Paterson เข้ามาปรับปรุง 86-DOS ให้ทำงานกับ 8088 (รุ่นราคาถูกลงของ 8086) ซึ่งถูก IBM ใช้ในการพัฒนา IBM PC XT
- ปลายปี 1981 Microsoft ซื้อ 86-DOS ทั้งหมด และเปลี่ยนชื่อเป็น PC DOS 1.0

## IBM Personal Computer (PC)



Operating system

IBM BASIC / PC DOS 1.0

CP/M-86

UCSD p-System

CPU Intel 8088 @ 4.77 MHz

Memory 16 kB – 640 kB

Sound PC speaker 1-channel square-wave/1-bit digital (PWM-capable)





IBM Personal Computer (PC)



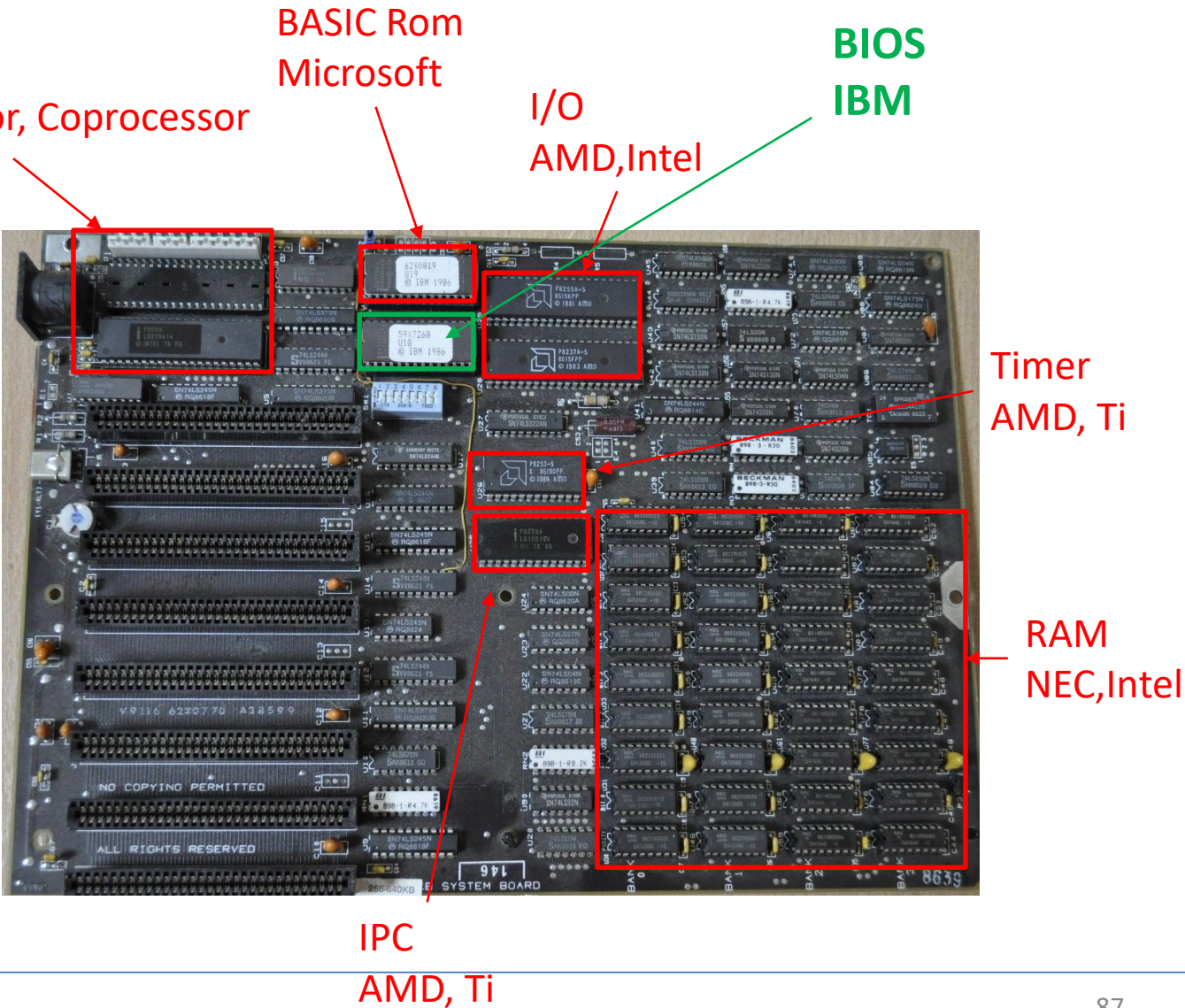
I/O



Floppy



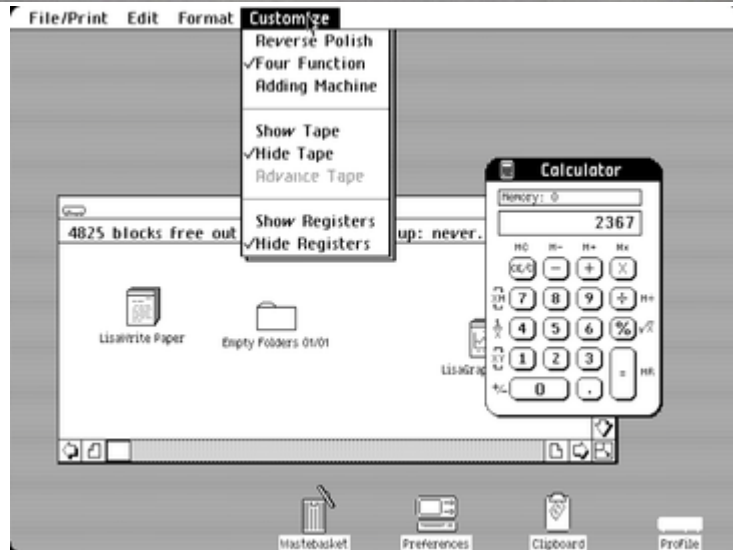
Display



## Apple LISA

CPU      Motorola 68000 @ 5 MHz

มีส่วนติดต่อผู้ใช้แบบ **Gui** คล้ายกับ Xerox ALTO  
ราคาแพง และไม่มี software



## Apple Macintosh



CPU      Motorola 68000 @ 5 MHz

มีส่วนติดต่อผู้ใช้แบบ **Gui** คล้ายกับ Xerox ALTO

ราคาแพง และไม่มี software

CPU      **Motorola 68000 @ 7.8336 MHz (6 MHz effectively)[5]**

Memory 128 KB RAM (built-in)

Display 9 in (23 cm) monochrome, 512 × 342

ประสิทธิภาพการทำงานสูงกว่า IBM PC XT เพราะใช้ Microprocessor ของ Motorola ที่ประสิทธิภาพดีกว่า Intel 8088

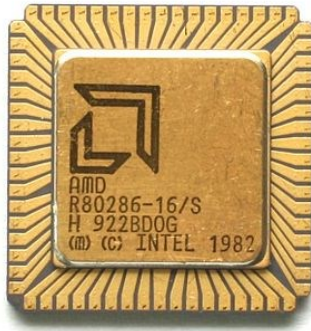
**Apple ได้ทำงานร่วมกับ Microsoft เพื่อพัฒนา Application ต่าง ๆ สำหรับเครื่อง Macintosh**



## IBM Personal Computer/AT (PC/AT)



Intel



AMD



IBM



SIMENS



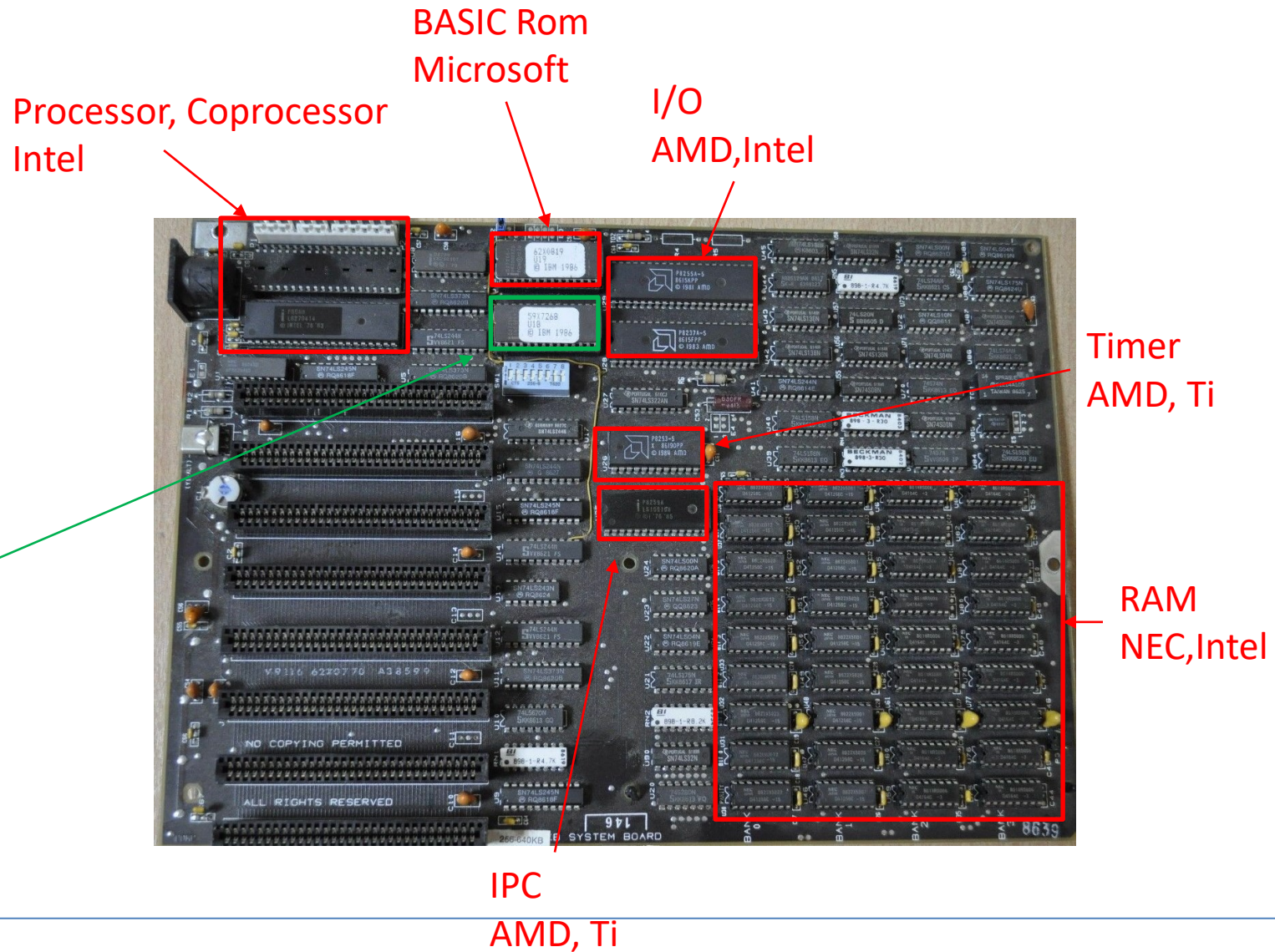
Operating system IBM PC DOS 3.0+, OS/2 1.x, PC/IX 1.1, IBM & SCO Xenix, Windows 1.0–3.0

CPU Intel 80286 @ 6 and 8 MHz

Memory 256 KB ~ 16 MB

Storage 20 MB hard drive, 1.2 MB HD, 5.25" (135 mm) floppy drive

## IBM Personal Computer (PC)



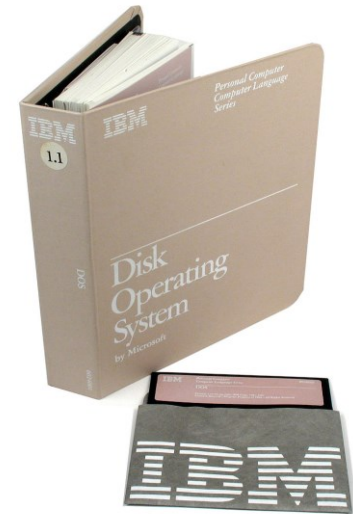
## First-generation PC workalikes by IBM competitors

| First-generation PC workalikes by IBM competitors |                               |                            |       |                      |         |                       |                                                                      |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------|----------------------|---------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Computer name                                     | Manufacturer                  | Date introduced            | CPU   | clock rate           | Max RAM | Floppy disk capacity  | Notable features                                                     |
| Hyperion                                          | Dynalonic                     | Jan 1983                   | 8088  | 4.77 MHz             | 640 KB  | 320 KB                | Canadian, licensed but never sold by <a href="#">Commodore</a>       |
| Olivetti M24/AT&T 6300                            | Olivetti, marketed by AT&T    | 1983 (AT&T 6300 June 1984) | 8086  | 8 MHz (later 10 MHz) | 640 KB  | 360 KB (later 720 KB) | true IBM compatible; optional 640x400 color graphics                 |
| Zenith Z-100                                      | Zenith Data Systems           | June 1982                  | 8088  | 4.77 MHz             | 768 KB  | 360 KB                | optional 8 color 640x255 graphics, external 8" floppy drives         |
| HP-150                                            | Hewlett-Packard               | Nov 1983                   | 8088  | 8 MHz                | 640 KB  | 270 KB (later 710 KB) | primitive touchscreen                                                |
| Compaq Portable                                   | Compaq                        | Jan 1983                   | 8088  | 4.77 MHz             | 640 KB  | 360 KB                | sold as a true IBM compatible                                        |
| Compaq Deskpro                                    | Compaq                        | 1984                       | 8086  | 8 MHz                | 640 KB  | 360 KB                | sold as true IBM XT compatible                                       |
| MPC 1600                                          | Columbia Data Products        | June 1982                  | 8088  | 4.77 MHz             | 640 KB  | 360 KB                | true IBM compatible, credited as first PC clone                      |
| Eagle PC / 1600 series                            | Eagle Computer                | 1982                       | 8086  | 4.77 MHz             | 640 KB  | 360 KB                | 750x352 mono graphics first 8086 CPU                                 |
| TI Professional Computer                          | Texas Instruments             | Jan 1983                   | 8088  | 5 MHz                | 256 KB  | 320 KB                | 720x300 color graphics                                               |
| DEC Rainbow                                       | Digital Equipment Corporation | 1982                       | 8088  | 4.81 MHz             | 768 KB  | 400 KB                | 132x24 text mode, 8088 and <a href="#">Z80</a> CPUs                  |
| Wang PC                                           | Wang Laboratories             | Aug 1985                   | 8086  | 8 MHz                | 512 KB  | 360 KB                | 800x300 mono graphics                                                |
| MBC-550                                           | Sanyo                         | 1982                       | 8088  | 3.6 MHz              | 256 KB  | 360 KB (later 720 KB) | 640x200 8 color graphics (R, G, B bitplanes)                         |
| Apricot PC                                        | Apricot Computers             | late 1983                  | 8086  | 4.77 MHz             | 768 KB  | 720 KB                | 800x400 mono graphics, 132x50 text mode                              |
| TS-1603                                           | Televideo                     | Apr 1983                   | 8088  | 4.77 MHz             | 256 KB  | 737 KB                | keyboard had palm rests, 16 function keys; built-in modem            |
| Tandy 2000                                        | Tandy Corporation             | Sept 1983                  | 80186 | 8 MHz                | 768 KB  | 720 KB                | redefinable character set, optional 640x400 8-color or mono graphics |

ไม่ใช่ทุกเครื่องจะรันโปรแกรมของ IBM PC ได้สมบูรณ์ 100%



Compaq Portable  
100% PC-compatible

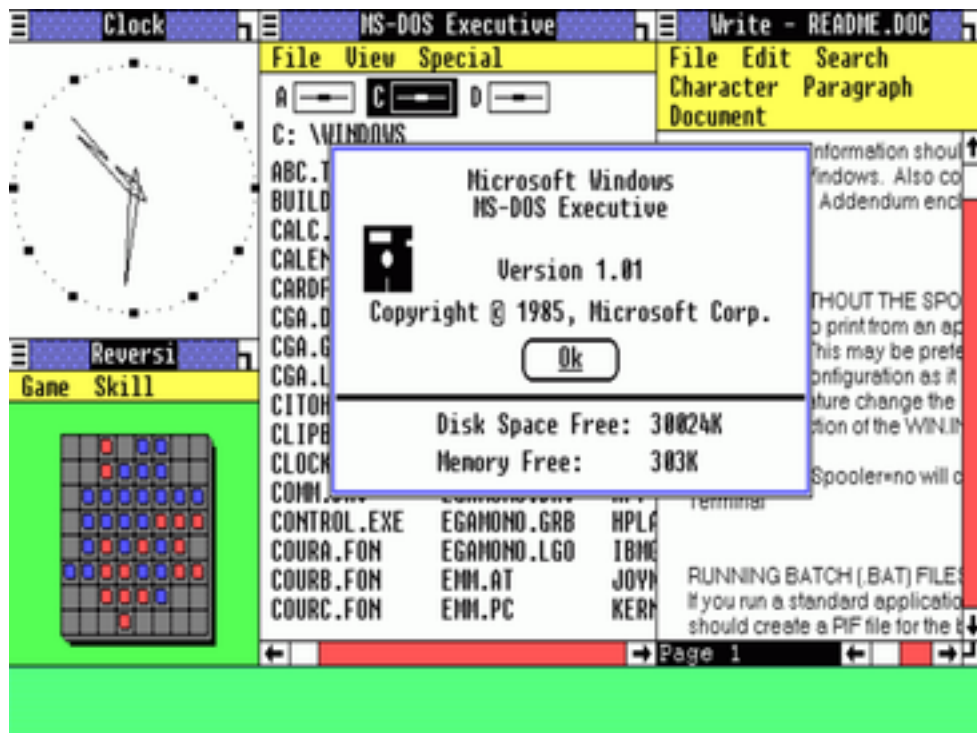


ระบบปฏิบัติการของ IBM



ระบบปฏิบัติการของ Microsoft





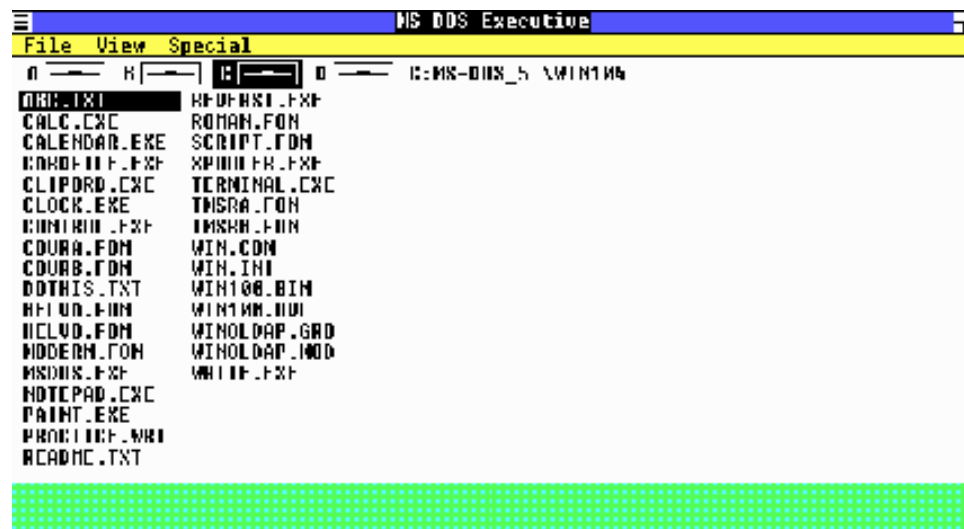
## Windows 1.0

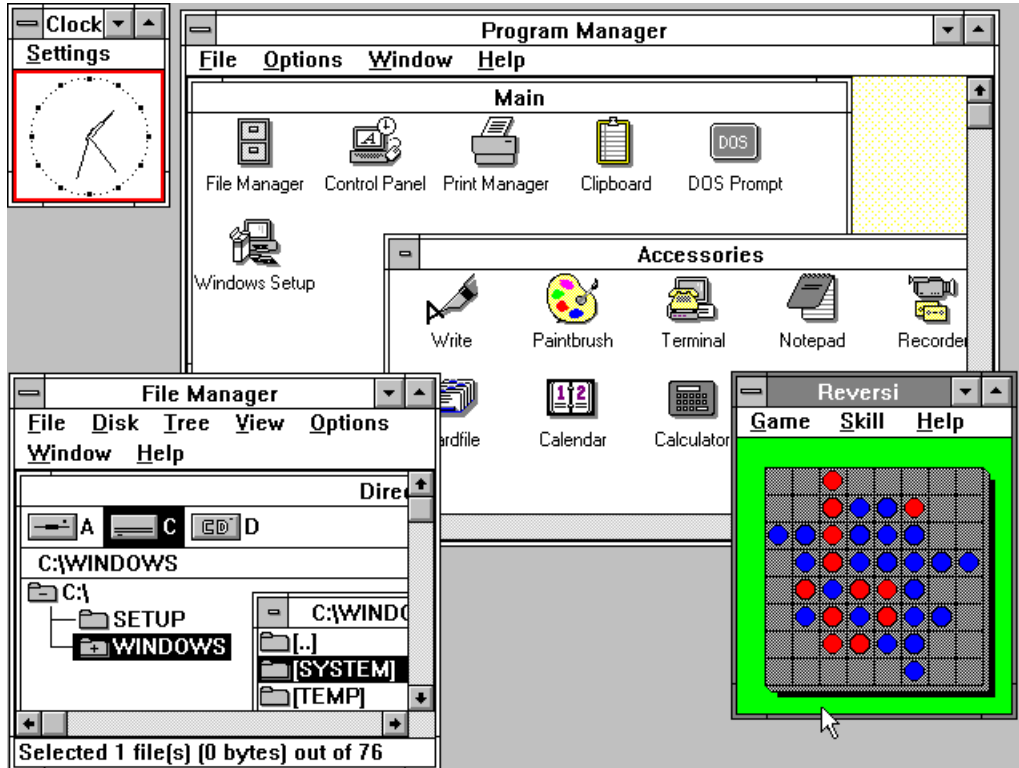
ทำงานเหมือน UI menu สำหรับเรียกโปรแกรมต่าง ๆ

ทำงานบน MS-DOS

ไม่รองรับ Multi-tasking

ทำงานบน real addressing mode





## Windows 3.0

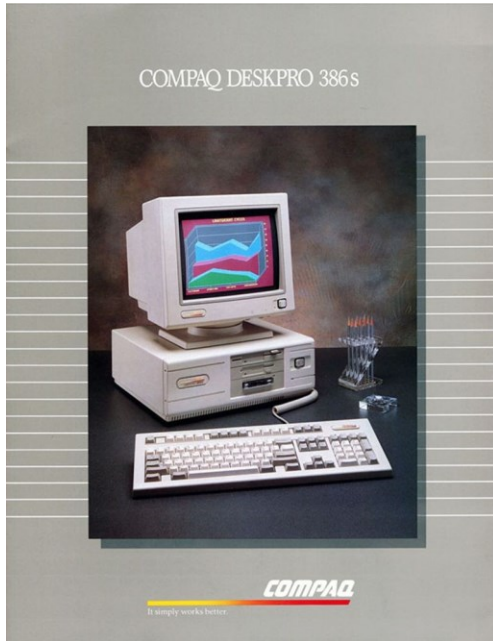
เป็นระบบปฏิบัติการโดยสมบูรณ์

ทำงานบน MS-DOS

Multi-tasking

รองรับ Networking

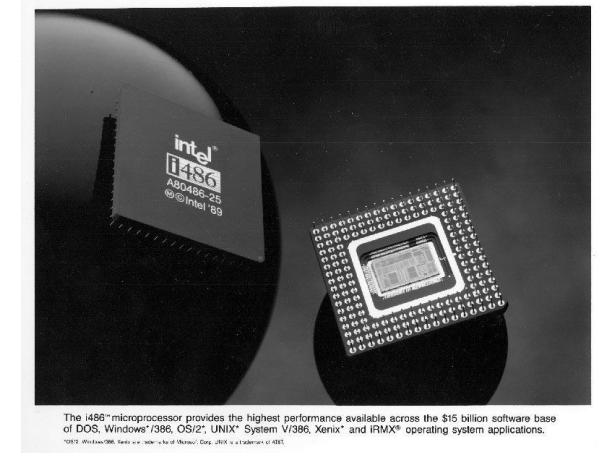
เป็นคู่แข่งโดยตรงของ MacOS



Deskpro 386 system



System/2 (PS/2)



Intel 80486 (32bits)



NeXT Cube

**Microprocessor** มีการทำงานที่ซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ



## Stanford MIPS

**Microprocessor** มีการพัฒนาให้ทำงานซับซ้อนขึ้น มีคำสั่งเยอะขึ้น  
แต่ใช้จริงเพียงไม่กี่คำสั่ง

**John Hennessy** จึงพัฒนาสถาปัตยกรรม **Microprocessor** ขึ้นมา  
โดยมีคำสั่งน้อยมาก แต่เป็นคำสั่งที่ใช้บ่อยๆ  
เรียกว่า **Reduced Instruction set Computer (RISC)**

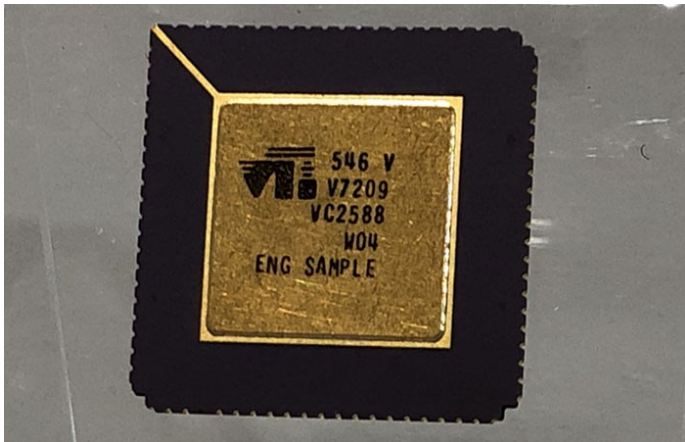


John L. Hennessy

**MIPS (Microprocessor without Interlocked Pipelined Stages)**

## Acorn Archimedes

ใช้ **Microprocessor** แบบ **RISC** ที่พัฒนาขึ้นมาเอง  
ชื่อว่า **Acorn RISC Machine**

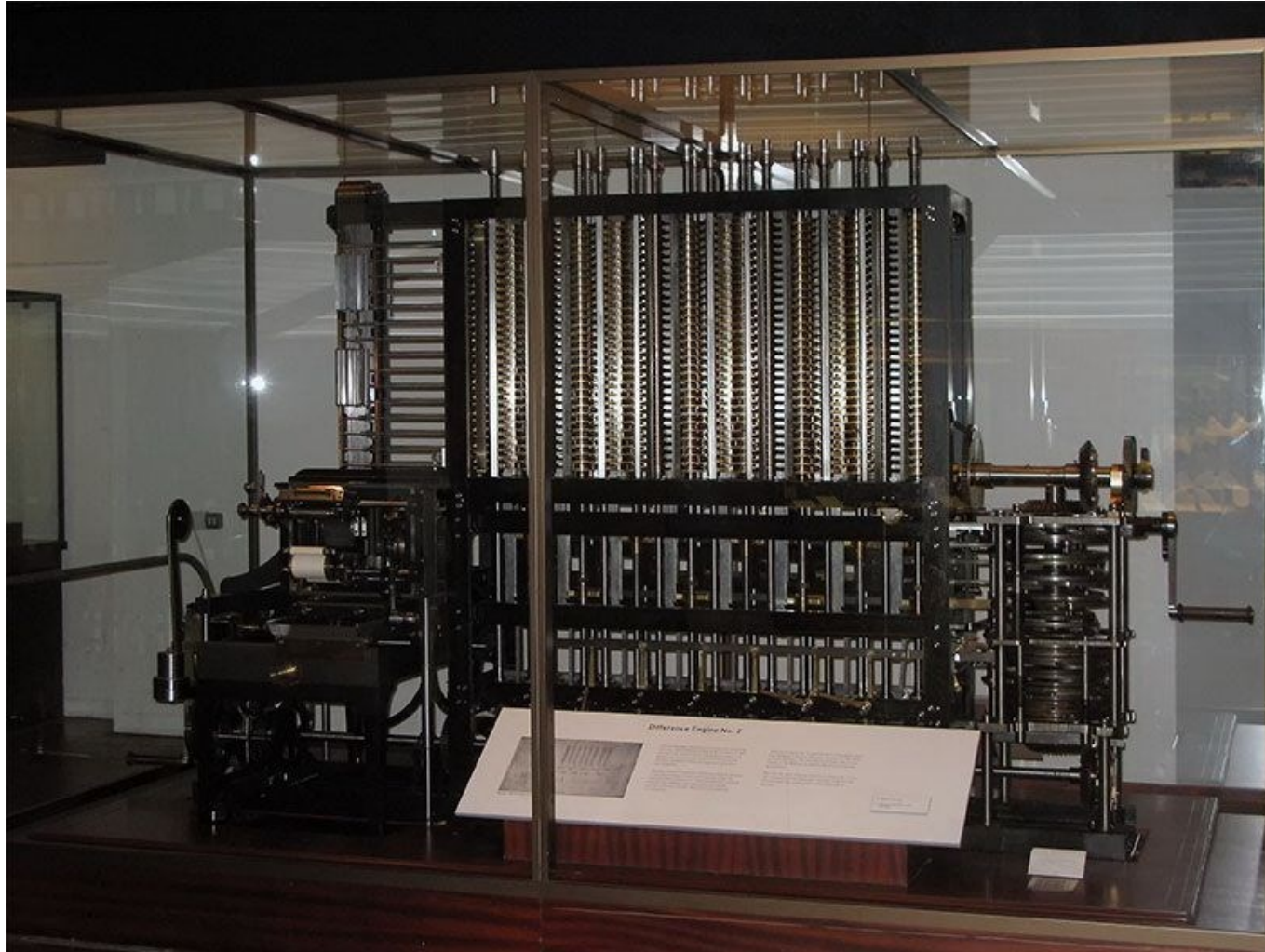


ผลิตโดย **VLSI** ด้วยเทคโนโลยี **3μm**



Operating system RISC OS or RISC iX  
CPU ARM  
Memory 512 KB–16 MB

ต่อมา แผนกที่ออกแบบชิพได้แยกออกมาเป็นบริษัท **Advanced RISC Machines (ARM)**



## Difference Engine ของ Babbage

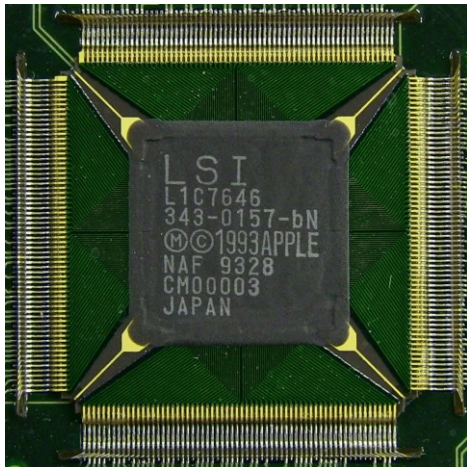
สร้างเสร็จ และผ่านการทดสอบ

พบว่าทำงานได้จริง ตามที่ได้ออกแบบไว้



## Apple Newton

คอมพิวเตอร์แบบ PDA เครื่องแรกของ Apple  
ใช้หน่วยประมวลผลของ ARM และสร้างโดย VLSI



## Intel's Pentium microprocessor



- Superscalar architecture (pipelines)
- 64-bit external databus
- Separation of code and data caches
- Faster floating-point unit
- Virtualized interrupt
- Branch prediction



PC เครื่องแรกที่ใช้ Intel Pentium คือ HP Netserver LM

## PalmPilot



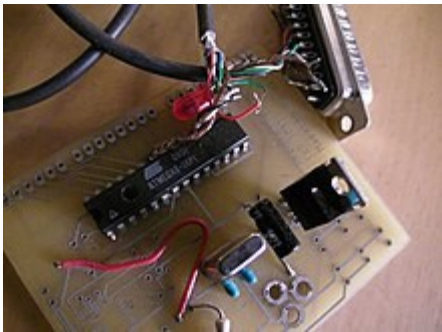
|              |                                                      |
|--------------|------------------------------------------------------|
| CPU          | Motorola 68328 processor at 16 MHz                   |
| Memory       | 512 KB (Personal) or 1024 KB (Professional) built in |
| Display      | 160x160 pixel monochrome touchscreen LCD             |
| Input        | Graffiti input zone                                  |
| Camera       | None                                                 |
| Connectivity | Palm Desktop software through RS-232                 |
| Power        | 2x AAA Batteries                                     |



## Arduino

CPU

Atmel AVR (8-bit)



The first Arduino

## The first Iphone



### Operating system

Original: iPhone OS 1.0

Last: iPhone OS 3.1.3

Released February 2, 2010; 11 years ago

CPU Samsung 32-bit RISC ARM 1176JZ(F)-S  
v1.0[3] 620 MHz

Underclocked to 412 MHz[4]

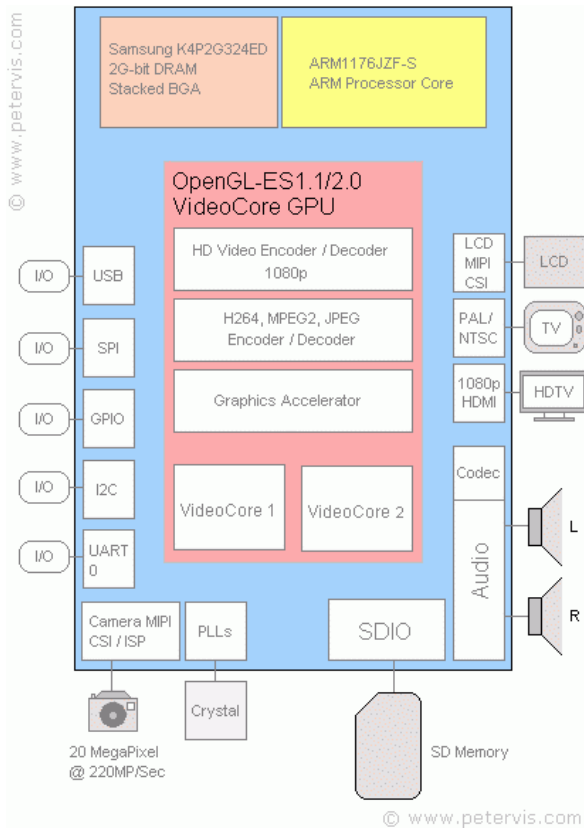
GPU PowerVR MBX Lite 3D GPU[5]

Memory 128 MB eDRAM[6]

Storage 4, 8, or 16 GB flash memory

## Raspberry Pi

SoC is a Broadcom BCM2835





## Apple Watch

RAM: 512 MiB

BCM4334 Wi-Fi chip from Broadcom

NAND size: 8 GiB; roughly 2 GB are for songs and 75 MB for photos.

Display: Retina.

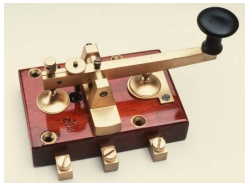
Screen: Sapphire crystal (Apple Watch and Apple Watch Edition) or Strengthened Ion-X glass (Apple Watch Sport)

Compatibility: iOS 8.2 or later running on an iPhone 5 or newer





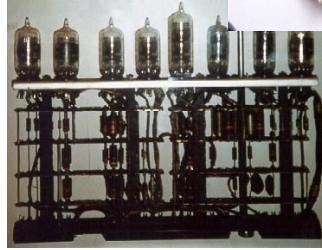
Mechanical



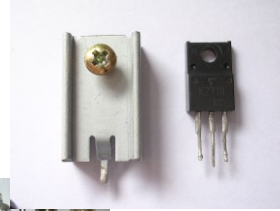
Electrical



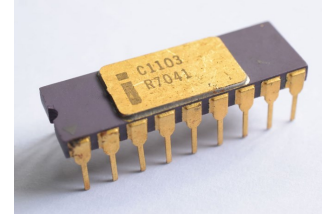
Relay



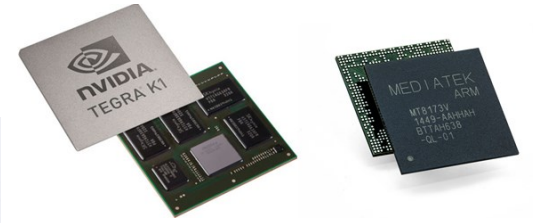
Tube



Transistor



Integrated Circuit



System on Chip