

Cours d'Électronique : Introduction

A. Arciniegas
F. Boucher
V. Gauthier
N. Wilkie-Chancellor
A. Bouzzit

IUT Cergy-Pontoise, Dep GElI, site de Neuville



1 Avant propos

2 Contexte historique

3 Bibliographie

Avant propos

Pré-requis

- Manipuler les opérations de base, les fractions ;

Pré-requis

- Manipuler les opérations de base, les fractions ;

Contenu et objectifs

- Découvrir l'électronique et ses composants de base
- Comprendre le vocabulaire des fiches techniques relatives aux *diodes* et *transistors*
- Identifier les principaux montages à *amplificateurs opérationnels* et comprendre les fonctions électroniques réalisées

Pré-requis

- Manipuler les opérations de base, les fractions ;

Contenu et objectifs

- Découvrir l'électronique et ses composants de base
- Comprendre le vocabulaire des fiches techniques relatives aux *diodes* et *transistors*
- Identifier les principaux montages à *amplificateurs opérationnels* et comprendre les fonctions électroniques réalisées

Déroulement du module (25,5 heures)

- 15 séances de Cours/Travaux dirigés (22,5h) :
Présentation des notions (diaporamas et vidéos) et leurs mises en application (exercices)
- 2 Devoir surveillés (3h) : 1h (coeff 1) et 2h (coeff 2)

Électronique

Partie de la physique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre et exploiter de l'information, à l'aide de composants *semi-conducteurs*.

Électronique

Partie de la physique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre et exploiter de l'information, à l'aide de composants *semi-conducteurs*.

Bloc fonctionnel

Différents circuits constitués à partir de composants électriques et électroniques qui sont interconnectés pour réaliser une fonction particulière.

Électronique

Partie de la physique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre et exploiter de l'information, à l'aide de composants *semi-conducteurs*.

Bloc fonctionnel

Différents circuits constitués à partir de composants électriques et électroniques qui sont interconnectés pour réaliser une fonction particulière.

Système électronique

Différents blocs fonctionnels interconnectés conçus pour recevoir un type particulier de signal d'entrée et fournir la sortie voulue.

Électronique

Partie de la physique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre et exploiter de l'information, à l'aide de composants *semi-conducteurs*.

Bloc fonctionnel

Différents circuits constitués à partir de composants électriques et électroniques qui sont interconnectés pour réaliser une fonction particulière.

Système électronique

Différents blocs fonctionnels interconnectés conçus pour recevoir un type particulier de signal d'entrée et fournir la sortie voulue.

Ceux-ci peuvent être trouvés dans différents domaines dont les systèmes d'automatisation, de contrôle industriel, de communication, de traitement de l'information et d'autres.

Électronique

Partie de la physique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre et exploiter de l'information, à l'aide de composants *semi-conducteurs*.

Bloc fonctionnel

Différents circuits constitués à partir de composants électriques et électroniques qui sont interconnectés pour réaliser une fonction particulière.

Système électronique

Différents blocs fonctionnels interconnectés conçus pour recevoir un type particulier de signal d'entrée et fournir la sortie voulue.

Ceux-ci peuvent être trouvés dans différents domaines dont les systèmes d'automatisation, de contrôle industriel, de communication, de traitement de l'information et d'autres.

Il en existe deux types :

Électronique

Partie de la physique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre et exploiter de l'information, à l'aide de composants *semi-conducteurs*.

Bloc fonctionnel

Différents circuits constitués à partir de composants électriques et électroniques qui sont interconnectés pour réaliser une fonction particulière.

Système électronique

Différents blocs fonctionnels interconnectés conçus pour recevoir un type particulier de signal d'entrée et fournir la sortie voulue.

Ceux-ci peuvent être trouvés dans différents domaines dont les systèmes d'automatisation, de contrôle industriel, de communication, de traitement de l'information et d'autres.

Il en existe deux types :

- Circuits analogiques : fonctionnent avec des valeurs d'amplitude et temps continus, on parle d'électronique linéaire.

Électronique

Partie de la physique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre et exploiter de l'information, à l'aide de composants *semi-conducteurs*.

Bloc fonctionnel

Différents circuits constitués à partir de composants électriques et électroniques qui sont interconnectés pour réaliser une fonction particulière.

Système électronique

Différents blocs fonctionnels interconnectés conçus pour recevoir un type particulier de signal d'entrée et fournir la sortie voulue.

Ceux-ci peuvent être trouvés dans différents domaines dont les systèmes d'automatisation, de contrôle industriel, de communication, de traitement de l'information et d'autres.

Il en existe deux types :

- Circuits analogiques : fonctionnent avec des valeurs d'amplitude et temps continus, on parle d'électronique linéaire.
- Circuits numériques : fonctionnent généralement avec des niveaux d'amplitude ayant deux états distincts représentant des valeurs logiques.

Électronique

Partie de la physique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre et exploiter de l'information, à l'aide de composants *semi-conducteurs*.

Bloc fonctionnel

Différents circuits constitués à partir de composants électriques et électroniques qui sont interconnectés pour réaliser une fonction particulière.

Système électronique

Différents blocs fonctionnels interconnectés conçus pour recevoir un type particulier de signal d'entrée et fournir la sortie voulue.

Ceux-ci peuvent être trouvés dans différents domaines dont les systèmes d'automatisation, de contrôle industriel, de communication, de traitement de l'information et d'autres.

Il en existe deux types :

- **Circuits analogiques**
- Circuits numériques

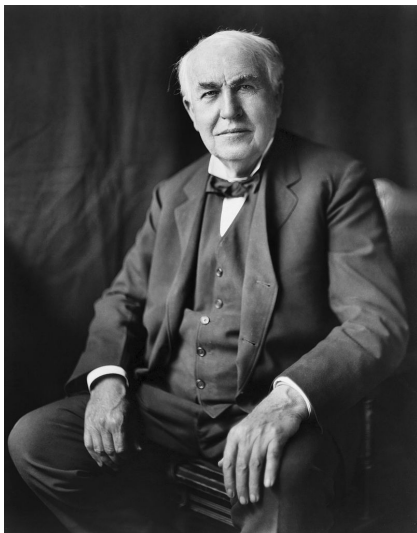
- Radio-électronique et télécommunications

- Radio-électronique et télécommunications
- Instrumentation électronique

- Radio-électronique et télécommunications
- Instrumentation électronique
- Électronique numérique

- Radio-électronique et télécommunications
- Instrumentation électronique
- Électronique numérique
- Électronique de puissance...

Contexte historique



Thomas Edison vers 1922

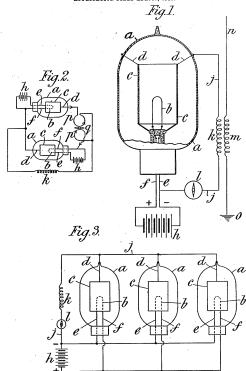
En 1883, Thomas Edison, expérimentateur américain, découvre l'émission d'électrons par un filament chauffé dans le vide (cas des ampoules) : Émission thermoïonique ou Effet Edison.

Histoire de l'électronique (1/3) : époque du tube

No. 803,604.

PATENTED NOV. 7, 1905.

J. A. FLEMING.
INSTRUMENT FOR CONVERTING ALTERNATING ELECTRIC CURRENTS
INTO CONTINUOUS CURRENTS.
APPLICATION FILED APR. 19, 1904.



Witnesses

William H. Davis
James J. Brown

Inventor

John Ambrose Fleming
by his attorney
Russell M. Smith, J. H. Smith

Tube électronique
(ancêtre de la diode)

En 1904, John Fleming, ingénieur électricien anglais, déposa un brevet revendiquant l'application de la **diode** au redressement des courants alternatifs, et en particulier dans le cas où ces courants alternatifs sont ceux traversant une antenne de réception de télégraphie sans fil (TSF).

Histoire de l'électronique (1/3) : époque du tube

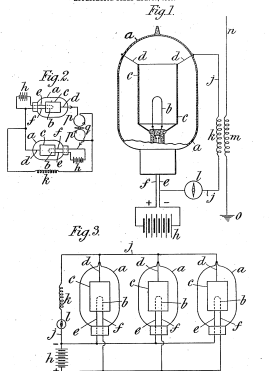
No. 803,604.

PATENTED NOV. 7, 1905.

J. A. FLEMING.

INSTRUMENT FOR CONVERTING ALTERNATING ELECTRIC CURRENTS
INTO CONTINUOUS CURRENTS.

APPLICATION FILED APR. 19, 1904.



Witnesses

William H. Davis
James J. Brown

Inventor

John Ambrose Fleming
by his attorney
Wm. H. Brown, J. J. Brown

Tube électronique
(ancêtre de la diode)

En 1904, John Fleming, ingénieur électricien anglais, déposa un brevet revendiquant l'application de la **diode** au redressement des courants alternatifs, et en particulier dans le cas où ces courants alternatifs sont ceux traversant une antenne de réception de télégraphie sans fil (TSF).

La **diode** est constituée d'une **cathode** (électrode de sortie du courant), qui émet des électrons lorsqu'elle est chauffée (effet Edison), et d'une **anode** (électrode positive) qui les recueille.

Histoire de l'électronique (1/3) : époque du tube

No. 879,582.

PATENTED FEB. 18, 1908.

L. DE FOREST.
SPACE TELEGRAPHY.
APPLICATES FIGS 1 AND 2, 1907.

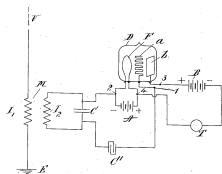


FIG. 1.

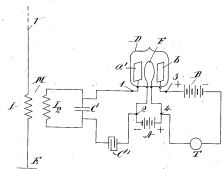


FIG. 2.

WITNESSES:
C. B. Johnson
Edw. J. Long

INVENTOR:
Lee de Forest
By L. H. Woodworth
Atty.

En 1907, Lee De Forest, ingénieur américain, inventa la **triode à vide** en ajoutant, entre les deux électrodes de la diode de Fleming, une troisième électrode, appelée **grille**.

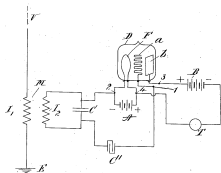
Triode
(ancêtre du transistor)

Histoire de l'électronique (1/3) : époque du tube

No. 879,582.

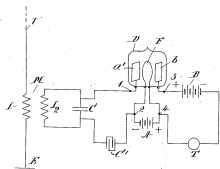
PATENTED FEB. 18, 1900.

L. DE FOREST.
SPACE TELEGRAPHY.
APPLICATES FILED JAN. 20, 1907.



En 1907, Lee De Forest, ingénieur américain, inventa la **triode à vide** en ajoutant, entre les deux électrodes de la diode de Fleming, une troisième électrode, appelée **grille**.

Cette dernière permet de commander le courant du circuit anode, ce qui est à la base des **amplificateurs** de tension.

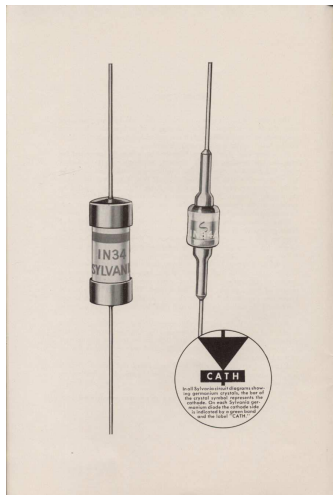


WITNESSES-
C. B. Johnson
Edw. J. Long

FIG. 2.

INVENTOR
Lee de Forest
by Lucille Woodworth
Atty.

Triode
(ancêtre du transistor)



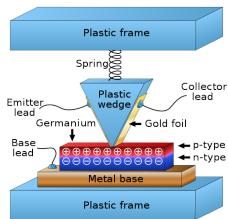
Diode 1N34 dans le catalogue "40 uses for germanium diodes"

En 1946, la 1N34 de Sylvania Electric Products Inc. est la première **diode** en germanium mise dans le marché.



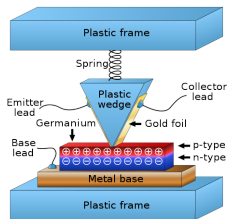
J. Bardeen, W. Shockley et W. Brattain,
via Wikimedia Commons Photo : Jack St

En 1947, aux Laboratoires Bell (États-Unis), John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain inventèrent le **Transistor** à *point de contact* (germanium).



En 1947, aux Laboratoires Bell (États-Unis), John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain inventèrent le **Transistor à point de contact** (germanium).

Modèle du transistor à point de contact



Modèle du transistor à point de contact

En 1947, aux Laboratoires Bell (États-Unis), John Bardeen, William Shockley et Walter Brattain inventèrent le **Transistor à point de contact** (germanium).

En 1956, Bardeen, Shockley et Brattain reçurent le prix Nobel de Physique pour "leurs travaux sur les *semi-conducteurs* et la découverte de l'effet *transistor*".

Histoire de l'électronique (2/3) : époque du transistor

Sept. 25, 1951

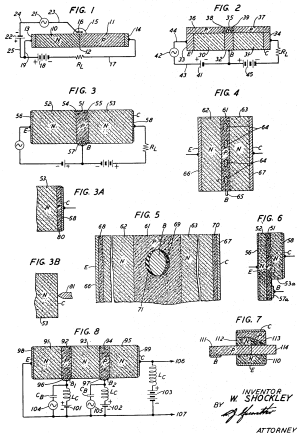
W. SHOCKLEY

2,569,347

CIRCUIT ELEMENT UTILIZING SEMICONDUCTIVE MATERIAL

Filed June 26, 1948

3 Sheets-Sheet 1



En 1948, Shockley inventa le *Transistor à Jonction Bipolaire* (BJT).

L'effet transistor pour le BJT est modélisé comme un **amplificateur** de courant commandé en courant.

Transistor BJT



Transistor en silicium.

En 1954, Texas Instruments commercialisa le premier transistor en silicium.



Regency TR-1

En 1954, Texas Instruments commercialisa le premier transistor en silicium.

La même année, la première radio transistor Regency TR-1 est commercialisée.

Histoire de l'électronique (2/3) : époque du transistor

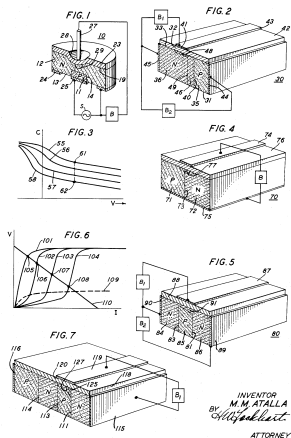
Sept. 14, 1965

M. M. ATALLA

3,206,670

SEMICONDUCTOR DEVICES HAVING DIELECTRIC COATINGS

Filed March 8, 1960



Transistor MOSFET

En 1959, Mohamed Atalla et Dawon Kahng inventèrent le *Transistor à effet de champ à grille isolée* (MOSFET).

Histoire de l'électronique (2/3) : époque du transistor

Aug. 27, 1963

DAWON KAHNG

3,102,230

ELECTRIC FIELD CONTROLLED SEMICONDUCTOR DEVICE

Filed May 31, 1960

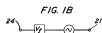
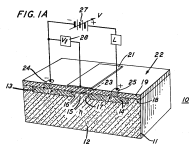
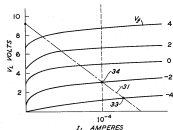


FIG. 2

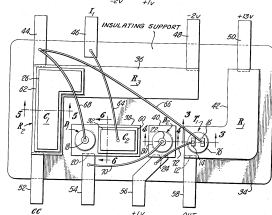
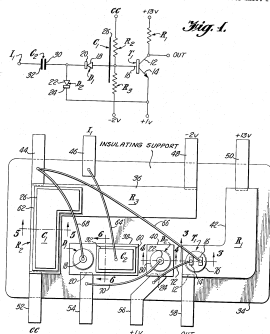


INVENTOR
D. KAHNG
BY *[Signature]*
ATTORNEY

En 1959, Mohamed Atalla et Dawon Kahng inventèrent le *Transistor à effet de champ à grille isolée* (MOSFET).

Transistor MOSFET

Dec. 24, 1963
Filed May 6, 1959
J. S. KILBY
MINIATURE SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT
3,115,581
2 Sheets-Sheet 1



INVENTOR
Jack S. Kilby

BY
Levens, Davis, Miller & Pender
ATTORNEYS

En 1958, Jack Kilby chez Texas Instruments démontra le premier **circuit intégré** (IC) fonctionnel et révolutionna la microélectronique. Au lieu d'utiliser des composants discrets, Kilby réalisa l'équivalent à un transistor, un condensateur et trois résistances le tout dans la même puce.

Premier circuit intégré

Histoire de l'électronique (3/3) : époque du circuit intégré

Dec. 24, 1963 J. S. KILBY 3,115,581
MINIATURE SEMICONDUCTOR INTEGRATED CIRCUIT
Filed May 6, 1959 2 Sheets-Sheet 1

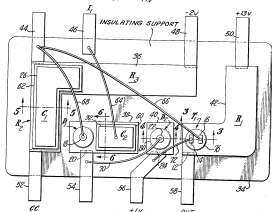
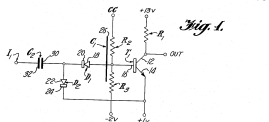


Fig. 2.

INVENTOR
Jack S. Kilby

BY
E. Stevens, David, Miller & Pender
ATTORNEYS

En 1958, Jack Kilby chez Texas Instruments démontra le premier **circuit intégré** (IC) fonctionnel et révolutionna la microélectronique. Au lieu d'utiliser des composants discrets, Kilby réalisa l'équivalent à un transistor, un condensateur et trois résistances le tout dans la même puce.

Kilby fabriqua trois circuits pour tester son idée : un *flip-flop* (mémoire), un *multivibrateur* et un *oscillateur à déphasage*.

Premier circuit intégré

Histoire de l'électronique (3/3) : époque du circuit intégré

April 25, 1961 R. N. NOYCE 2,981,877
SEMICONDUCTOR DEVICE-AND-LEAD STRUCTURE
Filed July 30, 1960 3 Sheets-Sheet 2

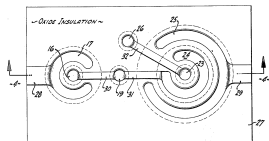


FIG. 3

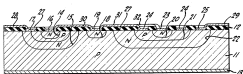


FIG. 4

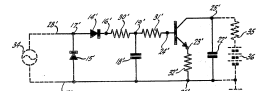


FIG. 5

INVENTOR
Robert N. Noyce
BY *Stephen H. Kelle*
ATTORNEY

En, 1959 Robert Noyce chez Fairchild mit au point la technologie "planar" en supprimant les connexions filaires de l'invention de Kilby.

IC fabriqué à partir du procédé planar.

Histoire de l'électronique (3/3) : époque du circuit intégré

April 25, 1961 R. N. NOYCE 2,981,877
SEMICONDUCTOR DEVICE-AND-LEAD STRUCTURE
Filed July 30, 1960 3 Sheets-Sheet 2

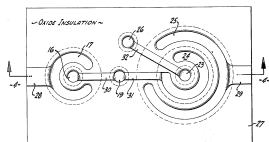


FIG. 3

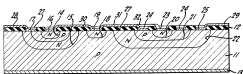


FIG. 4

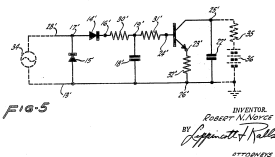


FIG. 5

INVENTOR
Robert N. Noyce
BY
Sigmund H. Kalle
ATTORNEY

En, 1959 Robert Noyce chez Fairchild mit au point la technologie "planar" en supprimant les connexions filaires de l'invention de Kilby.

Ainsi à partir de 1960, Fairchild fabriqua les premiers IC "monolithiques" ou microprocesseurs.

IC fabriqué à partir du procédé planar.

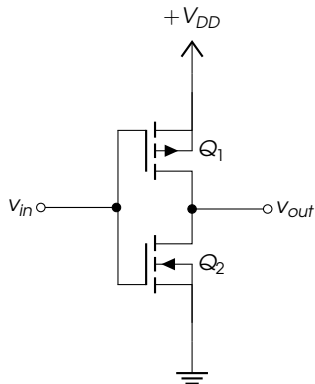
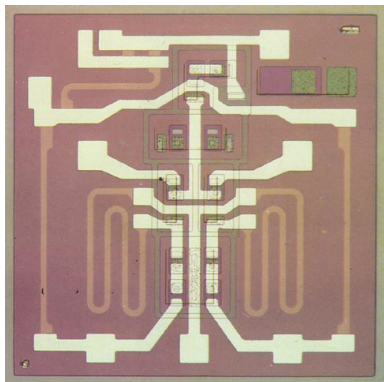


Schéma électrique du principe CMOS

En 1963, Frank Wanlass chez Fairchild montra que les circuits logiques combinant transistors MOS (dits de canal p et canal n) dans une configuration symétrique (Complémentaire) s'approchent d'une consommation de puissance nulle en mode veille.

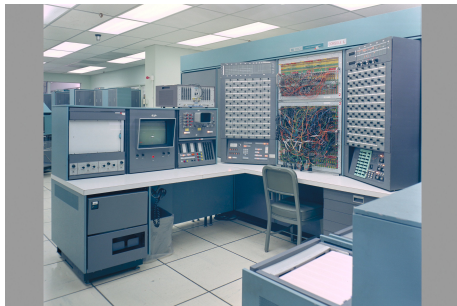
On parle de technologie **CMOS**.



AOP $\mu A702$

Crédit : Smithsonian Chip Collection

En 1963, Bob Widlar chez Fairchild inventa le premier **amplificateur opérationnel** (AOP) en circuit intégré monolithique.



EAI 8800

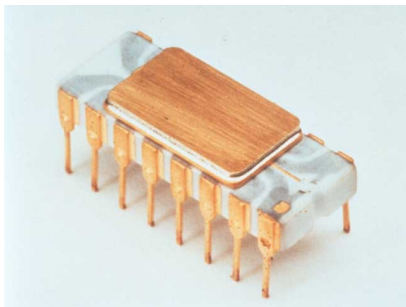
Crédit : Analogmuseum.org

En 1965, existait l'EAI 8800, un des premiers calculateurs analogiques (ordinateur).



AGC
Crédit : NASA

En 1969, la mission Apollo 11 qui mena les premiers hommes sur la Lune, comporta l'Apollo Guidance Computer, le premier ordinateur embarqué fabriqué à partir de IC : <https://www.youtube.com/watch?v=g0PIXvjTasI>



Intel 4004

Enfin, en 1971 Intel fabriqua le premier microprocesseur commercialisé, le "4004".

Bibliographie

- 1 H. Lilien. *Une brève histoire de l'électronique* (Vuibert, 2003).
- 2 A. Sedra. *Circuits microélectroniques* (Deboeck, 2016)
- 3 A. Malvino. et D. Bates. *Principes d'électronique* (Dunod, 2021)
- 4 <https://computerhistory.org/>
- 5 <http://smithsonianchips.si.edu/>