

Zur Technikgeschichte des Digitalbegriffs von der Türklingel zum Computer 1837 – 1945

Robert Dennhardt 2008

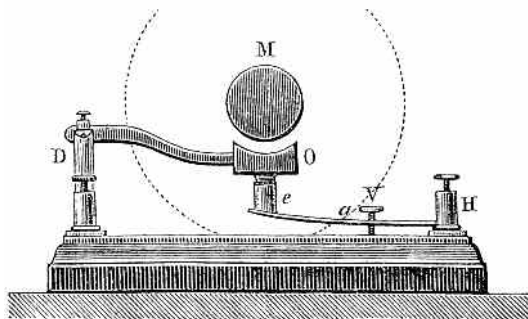


Abb. 161.

CONFIDENTIAL CANCELLED
Memorandum, Acting Secretary of
e, dated Aug. 2, 1960
524-77

DIGITAL COMPUTATION FOR
A.A. DIRECTORS

~~CONFIDENTIAL~~

April 23, 1942

Introduction

Computing mechanisms have been classified as "analog" or as "pulse" computers. The latter term seems to me less descriptive than the term "digital". All directors in use now are of the former type; that is the value of each variable in the computation is represented in the mechanism by the magnitude of a physical quantity such as length, voltage, speed, etc. It has been suggested from time to time that digital calculation, such as that performed by adding and calculating machines might be used in the A. A. director, with advantage.

Die Frau denkt analog, der Mann digital. Ich habe keine Ahnung, was das bedeutet. Aber ich behaupte es einfach mal.

Vico von Bülow, Schluss der Rede zur Verleihung des 4. Kulturpreises Deutsche Sprache in Kassel am 30.10.2004.

Digital ist ein gutes Adjektiv, Digital- bzw. das Digitale ein lausiges Hauptwort.

Frei nach Latour, Die Hoffnung der Pandora, Fr./M. 2002, S. 233.

Warum scheint der Begriff des Digitalen und mithin des Digitalcomputers sowohl technisch als auch epistemologisch in Texten zur Kultur- sowie Technik- und Mediengeschichte des Computers derart problematisch? Oder anders formuliert, warum kann das eigentlich Problematische des Digitalbegriffs in diesen Texten nicht ausdrücklich formuliert werden? These: In sämtlicher Literatur der Computergeschichte herrscht eine gewisse Indifferenz bezüglich der verschieden skalierten Funktionsbeschreibungen und Terminologien einzelner Teile oder der gesamten Rechenmaschine und ihrer analogen, diskreten oder digitalen Eigenschaften. Kurz, das Digitale schrieb stets eine gesamte Technologie an, das Analoge dagegen verschiedene apparative Dispositive bestimmter Synchronisationstechnologien.

Was danach das Digitale an sich sei, unabhängig jedweden technischen für-sich-Seins, soll hier nicht beantwortet werden, wohl aber, wie es zu der ontologisch vermeinten und wissenschaftsgeschichtlich sedimentierten Dichotomie analog-digital kommen konnte. Einen prominenten Vorschlag zur Untersuchung dieses Begriffspaares machte beispielsweise der Philosoph Nelson Goodman in seinem Buch *Sprache der Kunst* von 1976. In dem Kapitel *Analog und digital* brachte er zum Ausdruck, dass der jeweilige Bedeutungsumfang der Begriffe analog und digital um einiges zu groß sei und deshalb ihr Bedeutungsinhalt zu klein.¹ Um den Bedeutungsumfang zu verringern bzw. den Begriffsinhalt zu vergrößern, sei es notwendig, mannigfache Bedeutungsunschärfen von beiden Begriffen zu lösen und stattdessen ihren Bedeutungsinhalt genauer zu differenzieren. Vor allem aber machte Goodman darauf aufmerksam, dass es einfacher sei, die vermeintlich technologische Differenz analog-digital zu *illustrieren* als sie zu *definieren*:

Der oben zuerst beschriebene Druckmesser ist ein klares und elementares Beispiel für das, was man einen Analogcomputer nennt. Der Pfennigzähler, der Zahlen zeigt, ist ein einfaches Beispiel für das, was man als Digitalcomputer bezeichnet; und eine gewöhnliche Uhr, in der gebräuchlichsten Weise gelesen, vereinigt in sich Ana-

1 Dieser Sachverhalt bezieht sich auf die so genannte Reziprokregel des Begriffs der allgemeinen Sprachphilosophie. Danach verhält sich der Bedeutungsumfang eines Begriffs umgekehrt proportional zum Bedeutungsinhalt dieses Begriffes: Begriffsinhalt = 1/Begriffsumfang. Vgl. Frege 1988, xxi, 77, 106. Schmidt 1919, 45. Schmidt 1934, 67. Eisler 1913, 567. Eisler 1927, 175.

log- und Digitalcomputer [je nach systemischer Skalierung der Betrachtung]. Aber es fällt leichter, den Unterschied zwischen analogen und digitalen Maschinen oder Systemen zu illustrieren als ihn zu definieren, und einige geläufige Vorstellungen darüber irrig. Natürlich hat ein digitales System eigentlich nichts mit Digits und ein Analogsystem nichts mit Analogie zu tun. [...] Da man sich wahrscheinlich nicht von traditionellen Ausdrücken *analog* und *digital* trennen wird, besteht die beste Verfahrensweise vielleicht in dem Versuch, sie von Analogie und Digits und einer Fülle ungenauer Redeweisen zu trennen und mit Hilfe von Dichte und Differenziertheit zu unterscheiden – obwohl diese keine Gegensätze darstellen.²

Widersprüchliches über die scheinbare Opposition analog-digital wird anhand der beiden folgenden Textstellen anfänglich illustrativ deutlich. Eine Sanduhr ist insofern keine Analoguhr, als dass die Sandkörner diskret gezählt werden können und bei einer digitalen *Zeigeruhr* die Zeit kontinuierlich abgelesen werden kann. Bei jedweder Begriffsbestimmung und Analyse der Termini werden also die systemische und diskursive Skalierung der Beschreibungen sowie ihr wissenschaftsgeschichtlicher Kontext zu bedenken sein.

*Die Sanduhr*³

Recht ist es, aber in den Wüsten fand die Zeit anderen Stoff, weich und gewichtig, der ausersonnen zu sein scheint, damit durch ihn der Toten Zeit gemessen werde.

Also entsteht das allegorische Gerät der Striche in den Lexika, der Gegenstand, den graue Antiquare verbannen werden in die Aschenwelt.

[...]

Der Sand der Zyklen ist der gleiche, und unendlich die Geschichte dieses Sands; unverletzlich klafft so die Ewigkeit, ein Abgrund unter deinem Glück und Schmerz.

*Die Digitaluhr*⁴

Ich fühle mich betrogen. [...] Allein schon das Wort »digital«. Kalt wie Stahl ist das. Als die Uhren einfach immer im Kreise gingen, war alles anders. Kein Anfang, kein Ende. [...] Jetzt trage ich den ganzen Rest meines Lebens am Handgelenk. Alle Sekunden und Zehntelsekunden sind einprogrammiert. [...] Ich sehe einen blinkenden Punkt vor mir, der keine Linie hinterlässt. [...] Ich denke an das eleatische Paradoxon. [...] Es gibt keinen Strich, der von Dauer wäre. [...] Der Zyklus ist durchbrochen. Die Zeit der Wiederholungen ist vorbei. [...] Doch diese Uhr hier raubt mir die Zeit. Vor meinen Augen. Die Zahlen sind die Zahlen von Toten.

Weitere Literatur zur Einführung

- F. Hartmann: *Mediologie. Ansätze einer Medientheorie der Kulturwissenschaften*, Wien 2003.
 L. Manovich: *The Language of New Media*, MIT Press, Massachusetts 2001.
 C. Pias: *Cybernetics – Kybernetik. The Macy-Conferences 1946 – 1953*, Bd. 1, Berlin 2003.
 M. Pröse: *Chiffriermaschinen und Entzifferungsgeräte im Zweiten Weltkrieg. Technikgeschichte und informatikhistorische Aspekte*, Dissertation, 2004.
 M. Schröter: *Analog/Digital – Opposition oder Kontinuum?*, Bielefeld 2004.
 M. Serres: *Thesaurus der exakten Wissenschaften*, Frankfurt am Main 2001.
 C. Shannon: *Communication in the Presence of Noise*, in: Proceedings of the I.R.E., Vol. 37, No. 1, January 1949.

2 Goodman 1995, 154.

3 Borges 2003, 259f.

4 Gaarder 1997, 165f.

Eine Begriffsgeschichte des Digitalen mit Unterbrecherkontakt⁵, wie er bis heute in jeder elektrischen Türklingel weiterlebt zu beginnen, ist sinnvoll, weil sich gerade in diesem Apparat die für die Untersuchung entscheidenden Akteure erstmals vereinen und wissenschaftsgeschichtlich zusammendenken lassen – der elektrische Strom, der diskrete Takt und die Rückkopplung.

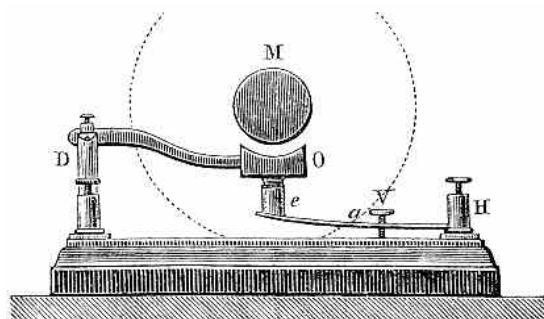


Abb. 161.

Abbildung 1: Unterbecherkontakt. *D* und *H* bilden einen Stromkreis, dessen Teil der Elektromagnet *M* ist. Nach dem Einschalten zieht *M* den Balken *O* nach oben, wobei sein Kontakt mit *e* unterbrochen wird. Da nun kein Stromfluss mehr möglich ist, besitzt der Elektromagnet keine anziehende elektromagnetische Kraft mehr, *O* fällt durch sein Eigengewicht unten. Dabei wird der Kontakt mit *e* wieder geschlossen und der Prozess beginnt von vorne.

Bezüglich der Suche nach den hinreichenden Bedingungen zur Bestimmung eines Elektrisch-Digitalen kann der Unterbrecherkontakt eindeutig als Ursprungsapparat angeschrieben werden. Seine Systemzustände lassen sich innerhalb verschiedener Diskurse äquivalent beschreiben. Mechanisch beschreibt der Balken *O* eine kontinuierliche Bewegung, die der eines Pendels analog ist. Elektromagnetisch lassen sich diskrete Zustände bezüglich des Verhältnisses von Magnetfeldstärke und Stromfluß unterscheiden anhand des geschlossenen oder offenen Stromkreises. Mithilfe des logischen Diskurses schließlich symbolisiert das diskrete Öffnen und Schließen des Unterbrecherkontakts die binäre Opposition Null und Eins. Anders gesagt, je systemisch kleinskalierter der Diskurs ist, mithilfe dessen über diese Apparatur gesprochen wird, desto eher lässt sie sich als etwas Digitales anschreiben. Wenn sich Pages Vibrating interruptor danach symbolisch als binär-diskretes, elektromechanisches Pendel beschreiben lässt, dann ist der Unterbrecherkontakt ein digitaler Apparat insofern, als dass er nicht weniger als den elektrisch-digitalen Takt implementiert.

Am zweiten Juni 1919 machten die französischen Ingenieure Henri Abraham und Eugène Bloch in ihrem Aufsatz *Sur la mesure en valeur absolue des périodes oscillations électriques de haute fréquence* darauf aufmerksam, dass, so maßgeblich die gegenwärtige Röhrentechnologie für die drahtlose Telegrafie sein mag, Stimmgabel-Röhrengeneratoren und elektrische Schwingkreise aufgrund ihrer systemischen und physikalischen Grenzen nur einen kleinen Frequenzbereich abzudecken vermögen. Vor allem sei die Genauigkeit der Einstellung ihrer Eigenfrequenzen nur auf ein Hundertstel begrenzt. Um zum einen höhere Frequenzen messen und erzeugen zu können, wie sie in der drahtlosen Telegrafie nach 1915 nötiger denn je wurden, und zum anderen möglichst prä-

5 Abbildung 1 zeigt den Unterbrecherkontakt „Elektromagnetischer Hammer“ des deutschen Ingenieurs Neff von 1839. Der erste Unterbecherkontakt „Vibrating armature“ wurde von Ch. G. Page bereits 1837 vorgestellt. Seine Zeichnungen sind jedoch kaum lesbar.

zise und konstante Frequenzwerte bei elektrischen harmonischen Oszillatoren zu ermöglichen, schlugen die beiden Ingenieure eine alternative Experimentalschaltung vor, die sie deshalb *Multivibrateur* (Multivibrator) nannten, weil sie je nach Wahl der elektronischen Bauelemente Widerstand und Kondensator verschiedenste harmonische Schwingungen samt Oberwellen produzieren konnte.

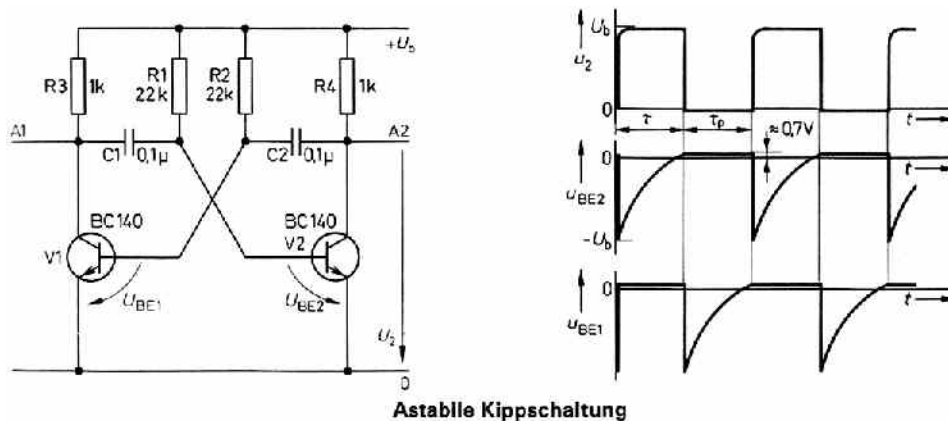


Abbildung 2: Multivibrator bzw. Astabiler Multivibrator oder Astabile Kippschaltung nach Abraham und Bloch (1917) in moderner Standarddarstellung.

Entscheidend für eine Wissensgeschichte der Synchronisationstechnik Taktgen ist die Einsicht, dass der Multivibrator analog zum elektrisch-digitalen Takt des Unterbrecherkontaktes einen elektronisch-digitalen Takt bzw. einen binär-diskreten elektronischen Takt generiert, der nur die zwei Zustände des geschaltet- oder gesperrt-Seins jeweils einer der beiden Röhren zulässt. Hernach stellt er gegenüber dem Unterbrecherkontakt insofern ein neues Paradigma der Synchronisationstechnologien dar, als dass sein Takt nicht mehr verschiedene harmonische Oszillatoren als „parallele Einheiten aufwendig synchronisiert“⁶, sondern unabhängig von ihnen einen solchen produziert. Auf diese Weise wurde es möglich, einen anderen Oszillator wie eine Stimmgabel auf ein Tausendstel ihrer Eigenfrequenz genau zu vermessen oder zu eichen. Der Multivibrator inaugurierte somit nicht mehr und nicht weniger als den maschinellen Takt des elektronischen Digitalcomputers und dessen universale informationstragende und sich gleichsam in ihm und durch ihn wiederholende identische Differenz von Null und Eins. Es ist genau dieser Takt, der noch heute sämtliche in Registern zusammengeschaltete taktflaken- oder taktzustandsgesteuerte Flipflops synchronisiert. Ein Flipflop ein bistabiler Kippschalter, bei dem statt der beiden Kondensatoren zwei Widerstände geschaltet sind.

Auf der Suche nach einem medien- und technikgeschichtlichen Epistemon des Digitalen lässt sich der technologische Modus des Digitalen in erster Näherung durch einen prozessualen Begriff der Digitalisierung besser beschreiben, weil

6 Kassung 2005, 266: „Es werden nicht parallele Einheiten aufwendig synchronisiert, sondern alles nacheinander abgearbeitet – ähnlich dem industriellen Fließband.“ (Vgl. Wolfgang Coy, Der diskrete Takt der Maschine, in: Georg Christoph Tholen, (u. a. Hg.), Zeitreise. Bilder/ Maschinen/ Strategien/ Rätsel, Basel 1993.

sich für das Flipflop informationstheoretisch formulieren lässt: Diese Schaltung digitalisiert Informationen, indem sie binär-diskrete Daten elektronisch zählt, speichert und somit auch adressiert, um sie für die eigentliche Computierung bedeutsam zu machen. Systemisch ausgedrückt, wird dabei jedwedes Außen des Digitalcomputers zum Innen. Somit ist das Flipflop *die* apparative Schnittstelle der elektronischen Datenverarbeitung. In diesem Sinne war eine der ersten Nennungen des Terminus *Bit* (Binary digit) als allgemeine binär-diskrete Maßeinheit der Informationstheorie in Claude Shannons *A Mathematical Theory of Communication* von 1948 sowohl apparativ als auch technologisch folgerichtig, weil mit diesem Terminus die Messung bzw. Vermessung von zu computierender Information definiert wurde. Shannon sprach bezüglich seiner allgemeinen Theorie über zu vermessende und zu computierende Informationen jedoch ausdrücklich von Speichern (store), nicht von Zählen oder Takten.

Zwei Jahre zuvor, also kurz nach Fertigstellung des ENIAC, veröffentlichten Burks, Goldstine und von Neumann den Aufsatz *Preliminary discussion of the logical design of an electronic computing instrument*, in dem das Flipflop in jenem Shannonschen Sinne als *das* binäre Schaltelement zur elektronischen Speicherung von Informationen gepriesen wurde. Zwar verwendeten sie ebenso das historisch unscharfe *or* für die Namensgebung. Der technologische Modus des Digitalen wurde aber hinreichend beschrieben als binäres Zählen und Speichern. Wenn diese beiden Synchronisationstechniken den Autoren zufolge apparativ gleichursprünglich sind, dann bedeutet der Status des Digitalen in zweiter Näherung eine bestimmte diskrete Ökonomie der Registrierung oder genauer Adressierung von Bits:

The most common forms of storage in electrical circuits are the flip-flop *or* trigger circuit. [...] *The flip-flop again is truly a binary device.* [...] Each stage of a dynamic accumulator consists of a binary counter for registering the digit and a flip-flop for temporary storage of the carry. [...] This principle has already demonstrated its usefulness in the ENIAC.⁷

Um über diese zweite Näherung hinaus Aussagen über den epistemologischen Status des Digitalen machen zu können, ist es notwendig, der Genese der in der Technikgeschichte des Computers allgegenwärtigen Dichotomie *Analog-Digital* nachzuspüren. Die Vermutung, der Status des Digitalen beziehe sich auf eine diskrete Ökonomie der Adressierung, muss dann anhand der wichtigsten ersten Rechenmaschinen geprüft werden. Die Frage lautet also: Was sind die essentiellen Unterschiede zwischen Computern, die von ihren Erbauern oder von Historikern als analoge, digitale, als mehr oder weniger beides bzw. als weder noch beschrieben wurden? Oder lässt sich gar eine Genealogie derart ausmachen, wonach das Digitale aus dem Analogen hervorging?

Die Spur legte eine Fußnote. In Williams Asprays *Computing Before Computers* von 1990 wurden die Begriffe analog und digital verglichen, indem der technische Begriff *analog* einem anderen gegenübergestellt wurde, um eine

7 Burks 1946. Hervorhebung von mir.

technologische bzw. epistemologische Opposition zu initiieren. Ein apparatives Beispiel dieser Sinnstiftung ist der etablierte Terminus *Analog-Digital-Wandler*, kurz A/D-Wandler, wobei die Opposition analog-digital dabei synonym für kontinuierlich-diskret im lediglich technischen Sinne verwendet wird, d. h. A/D kann genauso gut für *Analog-Diskret* stehen. Obwohl eine solche Gleichsetzung für die gesamte Computergeschichte rückwirkend überaus bedeutsam war, machte Aspray keine Quellenangaben als Beleg für seinen Gebrauch. Auch wenn der Autor danach nicht genauer bestimmen konnte, was einen Digitalcomputer ausmacht und das Digitale innerhalb eines solchen Computerprinzips sei, stellte er fest, dass der ABC (Atanasoff-Berry-Computer) und der ENIAC *digital* rechneten. Diese Feststellung war jedoch nur möglich, weil Aspray stillschweigend Atanasoffs deskriptiven Begriff *direct* durch *digital* ersetzte:

If Atanasoff is the inventor of the electronic digital computer, as the courts judged in 1973, then it is in the restricted sense outlined here. At the same time [...] Mauchly had only *vague and ill-defined* ideas about how to use vacuum tubes to build circuits that could perform digital calculation. Atanasoff, by contrast, was skilled at circuit design and had a thorough understanding of the difference between electronic circuits used for *analog as opposed to digital* applications.⁷ [Endnote] 7. Indeed, Atanasoff was the first to use the word “analogue” to describe that type of computer [ABC]; “digital” was first used by George Stibitz in 1942.⁸

Das Wort *analog* verwies also gerade nicht auf irgendein ontologisches Gegenstück zu digital, sondern allein auf Atanasoffs funktionale Beschreibung, wonach elektronische Analogien von physikalisch-mathematischen Prozessen im Sinne einer Repräsentation computiert wurden und nicht im Sinne eines Gegenstücks zu einer irgendwie zu definierenden digitalen Simulation. Der zitierten Fuß- bzw. Endnote 7 zufolge soll schließlich der Mathematiker George Robert Stibitz den Begriff *Digital* als Terminus zur prinzipiellen Unterscheidung von Analogcomputern geprägt haben. Trotz der offensichtlich historischen Brisanz einer solchen Aussage, vermochte weder Aspray noch irgend ein anderer der bisher zitierten Autoren, eine Quelle oder gar ein Zitat hierfür anzugeben.

Analogcomputer addierten kontinuierlich sich verändernde Spannungswerte,

8 Aspray 1990, 239 und 247. Am 16. April 1942 fand die *Conference on Electronic Fire Control Computers* statt. Hierfür verfasste Stibitz einen umfassenden *Report on electronic predictors for anti-aircraft fire control*, in dem er zwei grundsätzliche Klassen von Rechnersystemen unterschied – das *impulse system* und das *direct system* (Abb. 3 a, b). Allerdings wies Stibitz zugleich darauf hin, dass in der Praxis eine solche Unterscheidung rein akademischer Natur sei, weil eine tatsächlich gebaute Maschine wahrscheinlich stets beide Eigenschaften aufwies und das Bestimmen solcher Eigenschaften in Wieners Sinne von der systemischen Skalierung der Funktionsbeschreibung abhinge. Nach Abschluss dieser Konferenz verfasste Stibitz am 23. April 1942 das achtseitige Memorandum *Digital Computation For A. A. [Anti Aircraft] Directors*, von dem das Deckblatt und der erste Absatz in der Abbildung 5 abgebildet sind, um der Bedeutung dieses Dokumentes sowohl für die Kultur- als auch Technikgeschichte des Digitalbegriffs gerecht zu werden.

die wiederum einen nächsten Rechenschritt bedingten. Das von Stibitz im April 1942 als *Direct-System* (Abb. 3 b) beschriebene addierte nun nicht kontinuierliche sich ändernde Spannungswerte an den jeweiligen Kontaktpaaren A und B, sondern aus ihnen erzeugte binäre Spannungswerte für die logischen Werte Null und Eins bzw. in Werte aus Nullen und Einsen diskretisierte Spannungswerte. Die Schlussfolgerung ist, dass die Unterscheidung analog-digital nicht durch das Verwenden von binären Signalen hinreichend definiert ist, sondern durch die Art und Weise ihres Verarbeitungsprozesses. Vor allem ging Stibitz explizit auf den ökonomischen Aspekt des Verwendens des binären Zahlensystems ein und prägte damit den Terminus *Binary places* als technologische Antizipation des Begriffs *Bit* im Sinne einer bestimmten *Hardware*, ohne das Wort tatsächlich niederzuschreiben. Die entscheidende Modifikation beschrieb Stibitz als Erweiterung des Impulssystems (Abb. 3a), indem die binären Impulse nicht gleichzeitig über die Datenleitungen zur Addierung kommen wie beim *Direct-System*, sondern nacheinander als so genannter *Number train* über einzelne Datenleitungen (Abb. 3 c). Das Verarbeiten des aus Nullen und Einsen bestehenden *Number train* übernahmen dann *Multivibrator counters* (Abb. 4), die nichts anderes sind als Binärzähler, bestehend aus Flipflops.

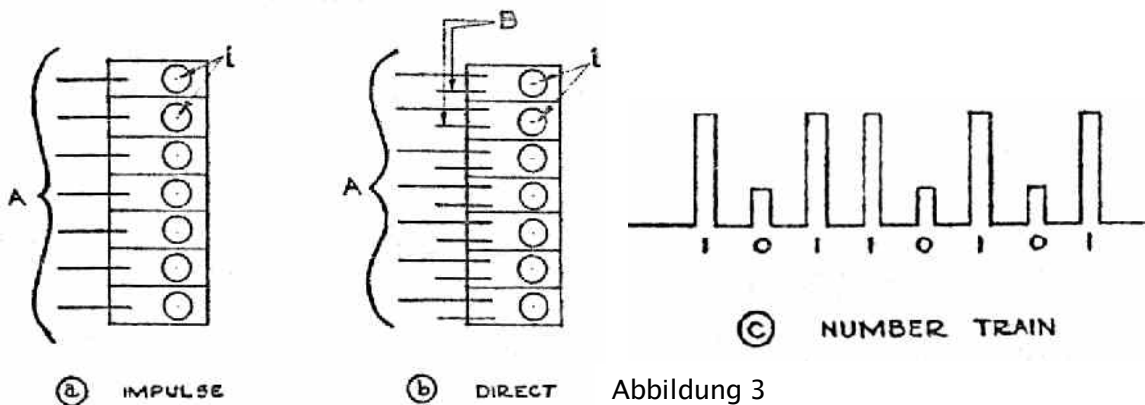


Abbildung 3

In dem danach zu entwerfenden *Complete computer* sollten Stibitz zufolge die Vorteile beider Systeme zum Einsatz kommen, wobei das zentrale Rechenelement eine Zählerschaltung sei, bestehend aus *Multivibrator counters*. Ein solcher Computer wäre dann gleichzeitig signalumwandelnd analog, weil kontinuierliche Signale am Eingang diskretisiert würden und computierend digital, weil einzig mittels Flipflop-Zähler und -Speicher gerechnet würde. Betrachtet man jedoch nur das Rechenwerk allein, welches ein mittels *Number train* modifiziertes *Impulse-System* darstellte, dann beschrieb Stibitz als erster einen elektronischen Digitalcomputer vollständig.

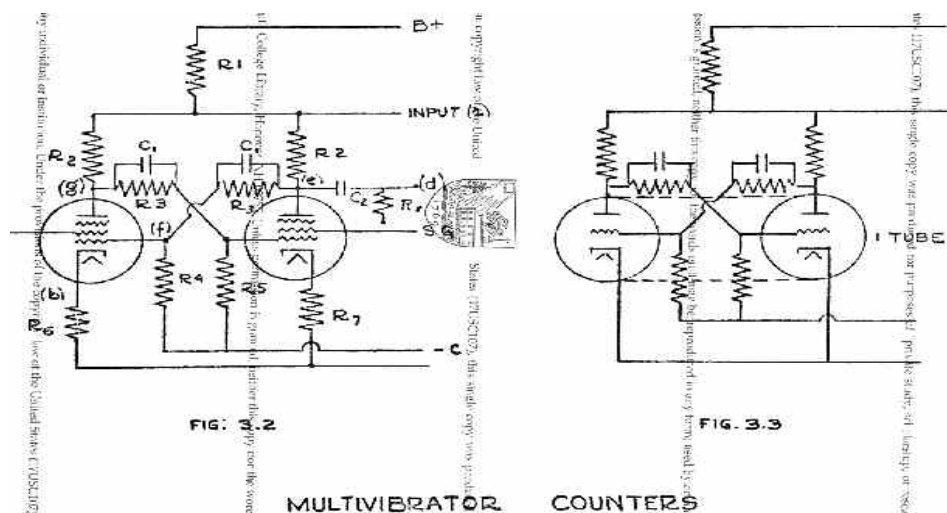
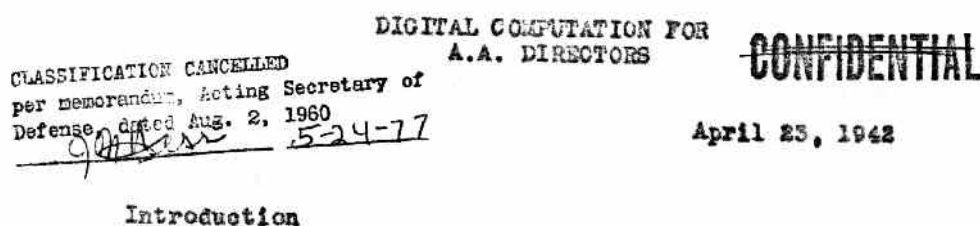


Abbildung 4: Die Herkunft des Terminus *Multivibrator Counter* wird von Stibitz mit keinem Wort erwähnt. Die Funktion *Counter* bedeutet 1-Bit-Schieberegister. Unzitiert ist also der astabile *Multivibrator* von Abraham und Bloch von 1917 (Abb. 2). Der Unterschied zwischen Multivibrator und Flipflop (L. B. Turner 1920) besteht einzig in der Wahl der Rückkoppelglieder, d.h. Kondensatoren beim Multivibrator, Widerstände beim Flipflop bzw. bistabilen Kippglied sowie je ein Kondensator und Widerstand beim monostabilen Kippglied bzw. Monoflop oder Zeitschalter (D. Gábor 1927). Die Kondensatoren dienen hier zur Schaltbeschleunigung.

Zu Beginn seines eine Woche später verfassten neunseitigen Memorandums kritisierte Stibitz explizit die bis dato gebräuchliche allgemeine Computerdifferenzierung in *analog* und *pulse*, wie er sie selbst noch im oben zitierten *Report on electronic predictors for anti-aircraft fire control* vertrat. Zum einen hielt Stibitz den Terminus *digital* für adäquater als den Terminus *pulse*, nicht zuletzt aufgrund des Verarbeitens von ausschließlich zwei diskreten Spannungswerten für die logischen Zustände Null und Eins, die wiederum einen zu verarbeiten *Number train* formierten. Zum anderen glaubte er, dass das alleinige digitale Computieren aufgrund der symbolischen Vereinfachungen und implizit breiteren Anwendungsmöglichkeiten der auf diese Weise funktionierenden Computer einen großen Fortschritt bedeutete. Eine etymologische oder ähnlich philologische Begründung gab Stibitz nicht:



Computing mechanisms have been classified as "analog" or as "pulse" computers. The latter term seems to me less descriptive than the term "digital". All directors in use now are of the former type; that is the value of each variable in the computation is represented in the mechanism by the magnitude of a physical quantity such as length, voltage, speed, etc. It has been suggested from time to time that digital calculation, such as that performed by adding and calculating machines might be used in the A. A. director, with advantage.

Abbildung 5

Neben dem Titel und der Einführung sei nun jene Passage der dritten Seite zitiert, in der Stibitz erstmals allgemein die Klasse der *Digital Computer* ausrief, ohne eine positive Definition hierfür angeben zu können. Anders gesagt, er konnte nur formulieren, warum Digitalcomputer keine Analogcomputer sind:

Digital Computers introduce a consideration not found in kinematic analog computers, namely, the ordering of computation steps in time [*number train*, Stibitz 1942a, 40, Fig. 3.1 c]. In a *vague sense*, therefore, digital computation is dynamic in character, but so far as I know no theory exists, which permits useful analogies to be made.⁹

Stibitz selbst war sich also nicht sicher, wie eine solche allgemeine Terminologie zu verstehen sei oder wie sie in eine umfassende symbolische und technologische Theorie vom Computer einzuordnen sei. Denn prinzipiell waren alle bis dahin gebauten Computer entsprechend ihrer Funktionsweise Analogcomputer im eigentlichen bzw. systemisch grobskalierten Sinne, auch wenn sie in Abhängigkeit einer je feineren systemischen Skalierung und diverser Diskretisierungsmodi auch binäre Rechenmaschinen darstellten. Kurzum, sie wurden stets gebaut, um ein ganz bestimmtes physikalisches System, wie beispielsweise eine Flugbahn abzubilden, um wiederum eine technische Apparatur wie beispielsweise ein Flugabwehrgeschütz zu manipulieren. Im zweiten Absatz der ersten Seite befürwortete Stibitz demzufolge die Notwendigkeit einer allgemeinen sowohl technisch-apparativen als auch technologisch-symbolischen Zusammenschau der gegenwärtigen und vor allem noch zu entwerfenden Computerarchitekturen:

Object of Note. [...] The need of a general survey is evident, when we remember that present computers are all of one kind, and the methods of computation used in them are methods which have been chosen to fit analog computers.¹⁰

Eine notwendige oder gar hinreichende Bedingung zur eindeutigen Unterscheidung der beiden Computerklassen konnte er jedoch nicht formulieren. Sein mittels *Number train* zu modifizierender binär-diskreter Impulsrechner gehörte, wie er selbst feststellte, noch eher in die Klasse der Analogrechner, insofern er sowohl analoge Eigenschaften der Signalumwandlung und -weitergabe als auch digitale Eigenschaften des Rechnens und Speicherns besaß. Im Sinne eines Begriffskontinuums beschrieb Norbert Wiener die Unterscheidung *analog-digital* während einer Diskussion mit Kollegen auf einer der Macy-Konferenzen auch noch 1949 als unscharf und irreführend, weil es stets darauf ankäme, *wie* man auf die Apparatur schaut oder *was* man sehen möchte, d. h. innerhalb welchem Diskurs oder anhand welcher systemischen Skalierung über die Apparatur gesprochen wird:

I want to make a distinction between the digital and analogic. The distinction is not sharp. Every digital device is really an analogical device which distinguishes region

9 Stibitz 1942b, 3. Hervorhebungen von mir.

10 Stibitz 1942b, 1.

of attraction rather than by a direct measurement. In other words, a certain time of non-reality pushed far enough will make any device digital.¹¹

Sowohl Stibitz' als auch Atanasoffs Rechenmaschinen wurden für sehr spezielle Aufgaben konzipiert und nicht in einer endgültigen Version gebaut. Atanasoffs ABC löste Differentialgleichungssysteme nach dem Gaußschen Eliminationsverfahren und Stibitz' Computer sollten zuvorderst Flugbahnen in Echtzeit berechnen und vorhersagen. Der ENIAC von 1945 war dagegen einigermaßen freiprogrammierbar. Schlussfolgernd definiert die Eigenschaft der Freiprogrammierbarkeit bzw. die nicht eindeutige Zweckgebundenheit den Digitalcomputer zwar notwendig, aber nicht hinreichend.

Die Herkunft des Terminus' Digitalcomputer konnte somit zwar geklärt und der Inhalt des Digitalbegriffs vergrößert bzw. schärfer formuliert werden. Bezüglich des allgemeinen Sprachgebrauchs und des wissenschaftlichen Jargons bleiben beispielsweise folgende Fragen dennoch virulent, weil *analog* nicht das Gegenteil von *digital* ist: Warum gibt es elektronische Musik einerseits, aber digitale Medien andererseits. Und wenn es auch elektronische Medien gibt, was bedeutet der eventuelle Unterschied? Wissens-, technik- und begriffsschichtliche Untersuchungen lassen sich hier anknüpfen.

11 Pias 2003, 158.