



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica  
Superior d'Enginyeria  
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

# **Arqueologia informàtica: disseny i implementació d'un comptòmetre amb Scratch**

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria Informàtica

*Autor:* Joan Antoni Garcia Canut

*Tutor:* Xavier Molero Prieto

Curs 2015-2016



# Resum

El present treball es focalitza en el disseny i implementació de la primera calculadora mecànica impulsada per tecla, el comptòmetre. Per al seu disseny i implementació s'utilitza el llenguatge de programació Scratch desenvolupat pel MIT. Una vegada el comptòmetre implementat, està disponible a la pàgina web del Museu d'Informàtica de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica amb l'objectiu de col·laborar amb el museu per a la difusió cultural i preservar el patrimoni digital. Al mateix temps, es dona a conèixer la potència del llenguatge de programació Scratch, un llenguatge senzill, didàctic i que no hi cal cap requisit mínim previ.

Respecte a la memòria, primer es realitza un repàs dins del marc històric i social al que pertany el comptòmetre. Després es profunditza amb el comptòmetre per a conèixer com funciona el seu mecanisme, per a què s'utilitza, quins models es fabricaren i el tipus d'operacions aritmètiques. Per acabar, es dissenya i s'implementa el comptòmetre amb Scratch amb l'objectiu de donar la mateixa funcionalitat que un comptòmetre d'aquella època.

**Paraules clau:** arqueologia informàtica, comptòmetre, programació, Scratch, Museu d'Informàtica, patrimoni digital, calculadora mecànica

---

# Resumen

El presente trabajo se centra en el diseño e implementación de la primera calculadora mecánica impulsada por tecla, el comptómetro. Para su diseño e implementación se utiliza el lenguaje de programación Sctach desarrollado por el MIT. Una vez el comptómetro implementado, está disponible en la página web del Museo de Informática de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática con el objetivo de colaborar con el museo para la difusión cultural y preservar el patrimonio digital. Al mismo tiempo, se da a conocer la potencia del lenguaje de programación Scratch, un lenguaje sencillo, didáctico y que no necesita ningún requisito mínimo previo.

Respecto a la memoria, primero se realiza un repaso dentro del marco histórico y social al que pertenece el comptómetro. Después se profundiza con el comptómetro para conocer cómo funciona, para qué se utiliza, qué modelos se fabricaron y el tipo de operaciones aritméticas. Para finalizar, se diseña y se implementa el comptómetro con Scratch con el objetivo de dar la misma funcionalidad que un comptómetro de aquella época.

**Palabras clave:** arqueología informática, comptómetro, programación, Scratch, Museo de Informática, patrimonio digital, calculadora mecánica

---

# Abstract

The current work is focused on the design and implementation of the first mechanical calculator driven by key, the Comptometer. In this work I have used Scratch programming language for their design and implementation developed by the MIT. The comptometer will available in the web site of the Computing

Museum of the Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica with the objective to collaborate with the museum for the cultural diffusion and save the digital heritage. In the same time, also demonstrate the power of the Scratch programming language, an easy language, didactic that does not need previous minimum requirement.

In the memory, first is analyzed a review within the historical and social context that comptometer belongs. After we will discover how comptometer works, their main use, the comptometer models and the arithmetical operations. By last, the comptometer is designed and implemented with the main goal to provide the same functionality that a comptomter in that time.

**Key words:** computer archeology, comptometer, programming, Scratch, Computer Museum, digital heritage, mechanical calculator

---



# Índex

---

<b>Índex</b>	<b>v</b>
<b>Índex de figures</b>	<b>vii</b>

---

<b>1 Introducció</b>	<b>1</b>
1.1 Motivació . . . . .	1
1.2 Objectius . . . . .	1
1.3 Estructura de la memòria . . . . .	2
1.4 Notes sobre la bibliografia . . . . .	3
<b>2 Context històric i social</b>	<b>5</b>
2.1 Dorr Eugene Felt: l'inventor . . . . .	5
2.2 Felt & Tarrant: la companyia . . . . .	7
2.3 Operadors i escoles . . . . .	10
2.3.1 Operadors dels comptòmetres . . . . .	10
2.3.2 Escoles d'aprenentatge . . . . .	13
2.4 Els clients . . . . .	13
2.5 La competència al comptòmetre . . . . .	14
2.6 Màrqueting del comptòmetre . . . . .	16
<b>3 El comptòmetre</b>	<b>27</b>
3.1 Introducció . . . . .	27
3.2 Operacions . . . . .	27
3.2.1 La suma . . . . .	28
3.2.2 La multiplicació . . . . .	28
3.2.3 La resta . . . . .	28
3.2.4 La divisió . . . . .	29
3.3 Mecanisme del teclat . . . . .	29
3.3.1 El teclat . . . . .	30
3.3.2 Indicadors decimals . . . . .	30
3.3.3 Inhibidors de la resta . . . . .	31
3.3.4 Les tecles . . . . .	31
3.3.5 La palanca de segment i de bloqueig . . . . .	32
3.3.6 La palanca de parada . . . . .	33
3.3.7 La tecla controlada . . . . .	33
3.4 Mecanisme del registre . . . . .	34
3.5 Models . . . . .	39
3.5.1 La caixa Macaroni . . . . .	39
3.5.2 Model amb carcassa de fusta . . . . .	40
3.5.3 Model A . . . . .	40
3.5.4 Model B . . . . .	40
3.5.5 Model C . . . . .	41
3.5.6 Model D . . . . .	42

3.5.7	Model E	43
3.5.8	Model F	43
3.5.9	Model H	44
3.5.10	Model J	45
3.5.11	Model K	45
3.5.12	Model M	46
3.5.13	Model 3D11	46
3.5.14	The SuperTotalizer	46
3.6	Comptòmetre del Museu d'informàtica	47
<b>4</b>	<b>Programació amb Scratch: disseny del comptòmetre</b>	<b>53</b>
4.1	¿Què és Scratch?	53
4.1.1	Usuaris d'Scratch	54
4.1.2	Scratch Day	54
4.1.3	La Fundació Scratch	55
4.1.4	El projecte Scratch	56
4.1.5	Scratch i el pensament computacional	57
4.2	Perquè utilitzem Scratch?	58
4.3	Entorn de Programació	58
4.3.1	Per on començar?	58
4.3.2	Àrea de disseny i execució	59
4.3.3	Àrea d'objectes	60
4.3.4	Àrea de programes, escenaris i sons	61
4.3.5	Blocs d'instruccions	61
4.3.6	Barra de menús i eines	63
4.4	El comptòmetre implementat amb Scratch	63
4.4.1	Disseny del comptòmetre	65
4.4.2	La palanca de reiniciar	65
4.4.3	Els registres	65
4.4.4	Els inhibidors de la resta	70
4.4.5	Les tecles	70
4.4.6	Els indicadors decimals	70
4.4.7	Exemples d'operacions al comptòmetre	70
<b>5</b>	<b>Pàgina web del museu d'informàtica de l'ETSINF</b>	<b>91</b>
5.1	Implementació i organització de la web	91
<b>6</b>	<b>Conclusions</b>	<b>95</b>
6.1	Consideracions finals	95
6.2	Treball futur	96
	<b>Bibliografia</b>	<b>97</b>
<hr/>		
	Apèndix	
	<b>A Patent</b>	<b>99</b>

# Índex de figures

---

1.1	El comptòmetre	2
2.1	Dorr Eugene Felt	5
2.2	<i>Macaroni box</i>	6
2.3	Robert Tarrant	7
2.4	La fàbrica Felt & Tarrant CO	8
2.5	El comptògraf	8
2.6	Nova seu de la fàbrica <i>Felt &amp; Tarrant CO</i> .	9
2.7	Monedes d'or cel·lebrant el 50 aniversari del comptòmetre	10
2.8	Operadora	11
2.9	Manual d'instruccions	11
2.10	Taula d'equivalències decimals	12
2.11	Retall per al reclutament d'operadors jòvens	13
2.12	Escoles d'instrucció d'operadors a Liverpool	14
2.13	William S. Burroughs	15
2.14	Màquina de càlcul de Burroughs	15
2.15	Un dels primers retalls del comptòmetre	16
2.16	Retall del Harper's Magazine Adversiter	17
2.17	Retall de l'any 1896 al Harper's Magazine Adversiter	17
2.18	Retall de l'any 1904	17
2.19	Il·lustració d'operadors a la premsa.	18
2.20	Publicitat: Utilitza el comptòmetre a canvi d'un sou a l'any 1911	19
2.21	Retall de l'any 1912 a l'American Magazine	20
2.22	Cartell publicant la novetat de la tecla controlada a l'any 1913	21
2.23	Retall del The Saturday a l'any 1914	22
2.24	Retall de premsa a l'any 1917	23
2.25	Il·lustració d'operadors i el comptòmetre a l'any 1918	24
2.26	Retall d'una oficina a l'any 1924	24
2.27	Retall del 50è aniversari del comptòmetre a la premsa	25
3.1	Operació de la multiplicació	29
3.2	Esquelet metàl·lic dels teclats	30
3.3	Teclat format per 12 columnes	31
3.4	Indicadors decimals	31
3.5	Inhibidors de la resta	32
3.6	Tecles del comptòmetre	32
3.7	Palanca de segment i bloqueig	33
3.8	Palanca de parada	33
3.9	Botó d'alliberament	34
3.10	Mecanisme de la tecla controlada en la suma	35
3.11	Mecànica del model F	35

3.12	Palanca	36
3.13	Recorregut al polsar les tecles 9 i 1	36
3.14	Actuador de columna	36
3.15	Engranatge de pinyó	37
3.16	Engranatge acumulador	37
3.17	Fiador-trinquet	37
3.18	Moviment de l'acumulador	38
3.19	Moviment del numeral	38
3.20	<i>Caixa Macaroni</i>	39
3.21	Model amb carcassa de fusta	40
3.22	Model A	41
3.23	Model B	41
3.24	Model C	42
3.25	Model D	42
3.26	Model E	43
3.27	Model F	44
3.28	Model H	44
3.29	Model J	45
3.30	Model K	45
3.31	Model M	46
3.32	Model 3D11	47
3.33	Model ST	47
3.34	Comptòmetre del museu	48
3.35	Columnes del Model J	48
3.36	Inhibidors de la resta i indicadors decimals del model J	49
3.37	Botó d'alliberament del model J	49
3.38	Part frontal del model J	50
3.39	Part lateral del model J	50
3.40	Número de sèrie del model J	51
3.41	Patent del model J	51
4.1	Activitat d'usuaris amb Scratch	53
4.2	Eslògan d'Scratch	54
4.3	Distribució per edats de nous usuaris d'Scratch	55
4.4	Scratch Day	55
4.5	Scratch Foundation	56
4.6	Mitchel Resnick	57
4.7	Panel d'Scratch	59
4.8	Àrea de disseny i execució	60
4.9	Barra superior de l'àrea de disseny i execució	60
4.10	Àrea d'objectes	61
4.11	Àrea de programes, escenaris i sons	62
4.12	Àrea d'escenaris	62
4.13	Àrea de sons	63
4.14	Bloc d'Esdeveniments	64
4.15	Barra de menú i eines	64
4.16	Pantalla d'inici	66
4.17	Secció «Un poc d'història»	67
4.18	Secció «Instruccions»	68

---

4.19 Emulador del comptòmetre . . . . .	68
4.20 Palanca de reiniciar amb Scratch . . . . .	69
4.21 Palanca implementada amb Scratch . . . . .	69
4.22 Registre inicial . . . . .	70
4.23 Registre amb Scratch . . . . .	71
4.24 Inhibidors de la resta amb Scratch . . . . .	72
4.25 Codi dels inhibidors amb Scratch . . . . .	72
4.26 Tecla número 3 implementada amb Scratch . . . . .	73
4.27 Bloc de restar a la tecla implementada amb Scratch . . . . .	74
4.28 Bloc de sumar a la tecla implementada amb Scratch . . . . .	75
4.29 Indicadors decimals amb Scratch . . . . .	76
4.30 Codi dels indicadors decimals . . . . .	76
4.31 Exemple d'una suma amb Scratch . . . . .	77
4.32 Exemple d'una multiplicació amb Scratch - Part I . . . . .	78
4.33 Exemple d'una multiplicació amb Scratch - Part II . . . . .	79
4.34 Exemple de restar 876 - 543 amb Scratch - Part I . . . . .	80
4.35 Exemple de restar 876 - 543 amb Scratch - Part II . . . . .	81
4.36 Exemple de restar 765 - 493 amb Scratch - Part I . . . . .	82
4.37 Exemple de restar 987 - 965 amb Scratch . . . . .	83
4.38 Exemple de restar 456 - 78 amb Scratch . . . . .	84
4.39 Exemple de restar 7654 - 3200 amb Scratch . . . . .	85
4.40 Exemple de dividir $225 \div 53$ amb Scratch - Part I . . . . .	86
4.41 Exemple de dividir $225 \div 53$ amb Scratch - Part II . . . . .	87
4.42 Exemple de dividir $225 \div 53$ amb Scratch - Part III . . . . .	88
4.43 Exemple de dividir $225 \div 53$ amb Scratch - Part IV . . . . .	89
5.1 Interfície gràfica de WordPress . . . . .	92
5.2 Secció del comptòmetre a la pàgina web del museu . . . . .	93



---

---

# CAPÍTOL 1

## Introducció

---

El present treball està enfocat a l'arqueologia informàtica, concretament la màquina de càlcul denominada comptòmetre. Aquesta màquina va suposar un nou canvi amb el càlcul a l'àmbit del comerç. A partir d'aquest capítol, es desenvolupa la motivació del treball, així com els objectius que es volen aconseguir.

### 1.1 Motivació

---

L'arqueologia informàtica [15] pretén analitzar, dissenyar i comprendre el funcionament de màquines, dispositius, computadors, que en èpoques passades foren importants per al desenvolupament industrial i humà. L'arqueologia informàtica també està relacionada amb l'objectiu de l'estudi de l'època en que aquestes màquines foren creades, els seus inventors, l'àmbit d'aplicació, avantatges i inconvenients i les raons per les quals foren creades.

L'estudi, implementació i el disseny en l'arqueologia informàtica es podria bifurcar en dos rames:

1. La primera rama amb la implementació del maquinari i programari de l'aparell a tractar.
2. La segona rama, amb la divulgació i preservació patrimonial que es pretén realitzar a la pàgina web del Museu d'Informàtica de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica [13].

El Museu d'Informàtica<sup>1</sup> de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica de la Universitat Politècnica de València fou inaugurat oficialment l'11 de desembre del 2001 i des de la seua inauguració fins a l'actualitat ofereix un recorregut a través de les últimes dècades de la història de la informàtica.

### 1.2 Objectius

---

Els objectius del present treball es poden resumir en els punts corresponents:

---

<sup>1</sup>Pàgina web accessible en: <http://museo.inf.upv.es/es/>

1. Es pretén introduir en l'època en la qual fou creat el comptòmetre (veure figura 1.1), així com el seu inventor i tot allò relacionat amb el comptòmetre amb aquell marc històric.
2. Analitzar l'estructura interna, dissenys, funcionament i els tipus d'operacions que es poden realitzar al comptòmetre.
3. Mostrar els diferents models que aparegueren en aquell marc històric i com van evolucionar millorant cada vegada més el funcionament del comptòmetre.
4. Implementar un emulador del comptòmetre amb el llenguatge de programació Scratch<sup>2</sup>. Al mateix temps es mostren exemples de les operacions aritmètiques realitzades a l'emulador.
5. Inserir l'emulador del comptòmetre a la pàgina web del museu d'informàtica per a col·laborar amb la difusió cultural.

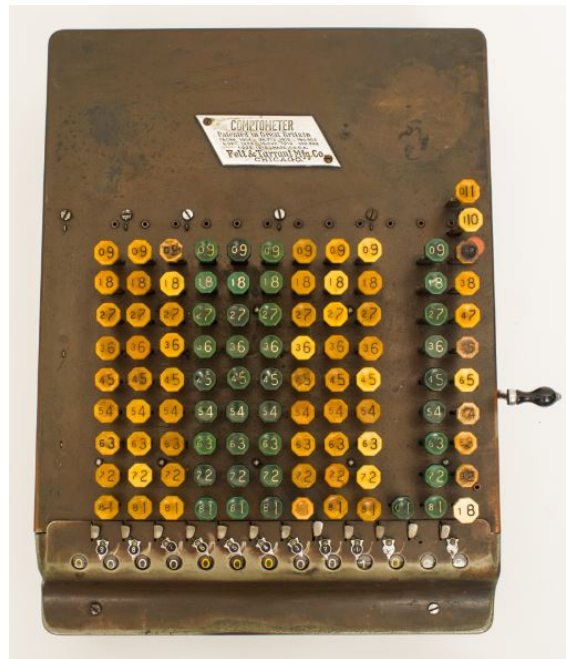


Figura 1.1: El comptòmetre [5], objecte a estudiar en aquest treball.

### 1.3 Estructura de la memòria

---

Per a la realització de la memòria s'ha dividit el seu contingut en 7 capítols i un índex de figures.

Capítol 1: Aquest primer capítol tracta sobre la motivació pel qual es realitza el treball i els objectius que es pretenen realitzar.

Capítol 2: Tracta el context històric i social de l'època en que es va fabricar el comptòmetre.

---

<sup>2</sup>Pàgina web accessible en: <https://scratch.mit.edu/>



Capítol 3: Aquest és un dels capítols on es focalitza el treball. S'expliquen les diferents operacions que pot realitzar el comptòmetre. La seua mecànica interior per a comprendre el seu funcionament i els diferents models que es fabricaren des del primer fins l'últim comptòmetre.

Capítol 4: L'altre capítol important del treball pertany a la programació amb el llenguatge Scratch d'un comptòmetre. S'explica el codi necessari el qual està format el comptòmetre. A més d'explicar també el llenguatge Scratch i la seua interfície.

Capítol 5: Una vegada el comptòmetre ja programat amb Scratch, s'insereix a la pàgina web del Museu d'Informàtica de la ETSINF per a la seua difusió del patrimoni digital.

Capítol 6: L'últim capítol tracta sobre els objectius que s'han aconseguit amb el treball, a més de les consideracions finals i un possible treball futur a partir d'aquest.

Per últim, s'ha afegit un apèndix on es pot consultar informació addicional sobre la patent del mecanisme del teclat on detalla que Dorr Eugene Felt és el principal inventor d'aquest mecanisme.

## 1.4 Notes sobre la bibliografia

---

Respecte a la bibliografia, cal dir que la major informació sobre el comptòmetre i tot el relacionat amb aquest treball ha sigut a través de la xarxa. Llevat de manuals d'instruccions del comptòmetre editats per la pròpia companyia Felt & Tarrant CO.

La bibliografia es pot dividir amb tres blocs importants. Un bloc és el que ocupa el capítol 2 on es parla del context històric i social del comptòmetre. La major part d'aquest primer bloc s'ha trobat a través de la xarxa, en concret a la pàgina web<sup>3</sup> d'un col·leccionista i apassionat de màquines antigues. En aquest cas es va centrar en el comptòmetre, on durant aquestos anys de vida de la pàgina web ha anat compilant informació i actualitzant-la fins que l'any 2007 per motius externs va tindre que deixar de gestionar-la.

El segon bloc, consta d'algunes seccions del capítol 3. En concret el mecanisme del teclat [4], els models i les quatre operacions del comptòmetre: suma, resta, multiplicació i divisió. La major part de les instruccions sobre les operacions aritmètiques s'han trobat als manuals [7, 8, 9] editats per Felt & Tarrant CO i a una pàgina web<sup>4</sup> on explica els diferents mètodes per a realitzar aquest tipus d'operacions.

El tercer bloc en concret el capítol 4, el forma la programació d'Scratch i l'emulador del comptòmetre. M'han servit de gran ajuda per a programar amb Scratch diversos exemples als tutorials<sup>5</sup> de Frank Sabaté, Eugeni Catalán [2] i Francesc

---

<sup>3</sup>Pàgina web accessible en: <http://members.cruzio.com/~vagabond/ComptHome.html>

<sup>4</sup>Exemple de les quatre operacions aritmètiques del comptòmetre accessible a través de: <http://public.beuth-hochschule.de/hamann/compto/index1.html>

<sup>5</sup>Vídeos per a iniciar-se a la programació amb Scratch: <http://www.codemads.com/category/videos/>

Balagué [1]. També m'ha servit de gran ajuda per a completar el capítol de la programació amb Scratch les pròpies pàgines webs de la plataforma, en concret la de la fundació Scratch [18] i la web de l'Scratch Day [17].

Un recurs important obtingut a Internet ha sigut la patent del mecanisme del teclat del comptòmetre [6], on es pot consultar els seus esquemes i les peces empleades en el seu funcionament. La patent ha sigut aconseguida gràcies al servici que proporciona l'empresa Google per a l'accés de una gran quantitat de patents.

---

## CAPÍTOL 2

# Context històric i social

---

En aquest capítol es descriu el context històric i social de l'època en la que pertany el comptòmetre, així com el seu inventor, Dorr Eugene Felt<sup>1</sup> i la companyia on treballava. A més es tracten els problemes que sorgiren a la competència, operadors i escoles per ensenyar-se a utilitzar el comptòmetre i la publicitat a la premsa.

### 2.1 Dorr Eugene Felt: l'inventor

---

Nascut al comtat de Rock, Wisconsin el 18 de març del 1862, Dorr Eugene Felt (veure figura 2.1) va créixer en una granja en la que la seua educació formal va acabar després d'un any a l'escola secundària. A l'edat de 14 anys treballava a un taller mecànic a Beloit, on va ser educat amb la seua formació de mecànic. Per l'any 1882 es va traslladar a la gran ciutat de Chicago, per a assegurar-se el treball i millorar amb el seu interès amb el disseny de màquines mecàniques.



**Figura 2.1:** Dorr Eugene Felt (1862-1930) fou l'inventor del comptòmetre.

Primer va treballar en un equip de manteniment en Pullman Company, on al poc de temps es va convertir en cap de l'equip de manteniment abans d'anar-se'n a provar sort com a venedor de màquines. Ràpidament va tornar al taller de

---

<sup>1</sup>Biografia consultada a la pàgina web: <http://members.cruzio.com/~vagabond/Man.html>

màquines però en aquest cas al Ostrander & Huke on va prendre notes sobre com una màquina estava planificada per a fer diferents profunditats de tall. Aquesta idea li va fer servir per a pensar que amb una màquina semblant podrien aplicar-se aquestes notes per a una màquina de càlcul. Un concepte únic en aquell temps però que no va poder posar en marxa la seua idea fins passar un any després.

Quan el treball al Ostrander & Huke anà cap avall Felt se n'anà a treballar a A. B. Lawther. En aquesta nova empresa quedaren impressionats amb Felt gràcies a un invent de l'empresa passada, un elevador. Li oferiren un lloc de treball a canvi de qualsevol invent que els pogueren resultar profitós per a ells. A finals de 1884, Felt va construir el primer model (veure figura 2.2) en brut del que seria el comptòmetre. Un comptòmetre primitiu que estava format per bandes de goma, punxons de carn com els de la carnisseria, grapes i una caixa de macarrons que serviria com a base i carcassa del comptòmetre.



**Figura 2.2:** La caixa de macarrons va ser el model més primitiu del comptòmetre.

Ostrander que era el propietari de l'antiga empresa on treballava Felt li va suggerir comprar la part de l'empresa de Lawther. Diners que van ser finançats pel cosí d'Ostrander, Chauncy W. Foster. Aquest capital de risc, uns 800 dòlars, van ser suficients per a finançar els materials per a construir les primeres màquines de Felt.

Durant els dos anys següents va anant perfeccionant el primer disseny del comptòmetre per complir tots els seus requisits de rendiment i fiabilitat i afegint un mecanisme de metall però conservant la carcassa de fusta. Curiosament, l'invent de la primera patent va ser assignada a Felt i Foster.

En algun moment d'aquest període, Robert Tarrant (veure figura 2.3), que era propietari d'un taller mecànic a Chicago, es va interessar per Felt i el seu primer model del comptòmetre. Li va proporcionar un espai al seu taller mecànic i uns 5 000 \$ per a materials i peces.

Dorr Eugene Felt va morir d'un infart el 7 d'agost de 1930, acumulant unes 46 patents nacionals i 25 patents estrangeres quasi totes relacionades amb el comp-



**Figura 2.3:** Robert Tarrant, soci de Felt. Col·laborà amb ell colze a colze durant anys en el comptòmetre.

tòmetre. Ell fou un inventor, fundador i durant tota la seua vida CEO<sup>2</sup>, una combinació única que molts pocs (com per exemple Henry Ford o Bill Gates) han aconseguit.

## 2.2 Felt & Tarrant: la companyia

---

Dos anys després de la seua arribada a Chicago, Dorr Eugene Felt va dissenyar el primer model primitiu que es convertiria en el comptòmetre. Es van necessitar dos anys més per a perfeccionar el disseny i completar el seus estàndards de rendiment i fiabilitat. Mentrestant, Felt havia estat treballant a diversos tallers mecànics de Chicago on finalment Felt i Tarrant es van associar per acabar de perfeccionar el comptòmetre i acabaren fundant el 28 novembre del 1887 la Felt & Tarrant Mfg. Company<sup>3</sup> (veure figura 2.4).

A meitat de l'any 1887, huit màquines foren construïdes per la companyia i quatre foren instal·lades a les oficines del U. S. Treasury. Aquest acte va ser un gran colp de màrqueting de gran importància per a la companyia. Les altres restants quatre màquines foren adquirides per empreses de l'àrea de Chicago.

A partir d'aquest moment les empreses que compraren comptòmetres van ser obligades a instruir operadors per a poder utilitzar les màquines eficaçment. Un operador ben preparat per a poder utilitzar les màquines era una peça important per a l'èxit de l'empresa.

---

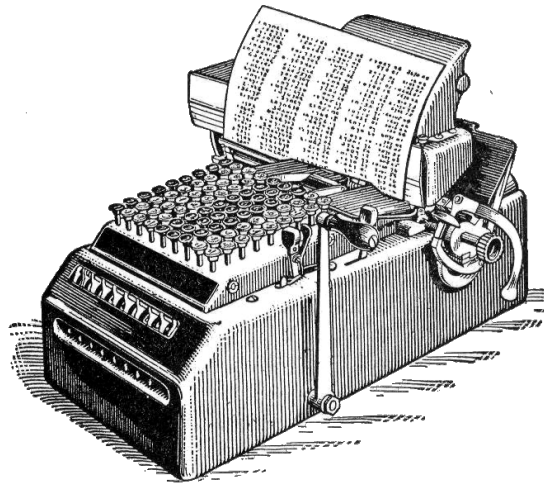
<sup>2</sup>Chief Executive Office (Director Executiu)

<sup>3</sup>La informació sobre la companyia Felt & Tarrant s'ha trobat a la pàgina web: <http://members.cruzio.com/~vagabond/Company.html>



**Figura 2.4:** Fàbrica de la companyia Felt & Tarrant, Chicago any 2002.  
A la dreta es pot veure la signatura: «Felt & Tarrant MANFG. CO,  
Adding and Calculating Machines COMPTOMETER»..

Paral·lelament li va eixir un competidor a Felt, Wm. S. Burroughs havia inventat una màquina que es basava en llistes de sumes. Aquest fet va suposar un rival directe per a la companyia de Felt & Tarrant. Ràpidament Felt i Tarrant, es donaren compte de que era necessari introduir una funció de llistat al comptòmetre. Així que es posaren en feina per a buscar una manera de combinar una llista impresa amb la velocitat de la tecla polsada del comptòmetre..



**Figura 2.5:** Disseny del comptògraf de Felt. El comptògraf era com un comptòmetre però amb la incorporació d'un mecanisme d'impressió per a poder imprimir les tecles que es polsaven.

Dos anys més tard, l'11 de juny de 1889 se li va concedir una patent per al comptògraf [5]. El comptògraf (veure figura 2.5) era un comptòmetre amb un mecanisme d'impressió. Fou més que una màquina calculadora amb un conjunt de tecles, per tant, era més lenta i complicada d'utilitzar. Va ser el primer disseny de màquina amb registre afegit ideada per a l'ús individualitzat d'impressió i



aquesta idea feia la seua impressió molt llegible. El primer comptògraf fou venut als comerciants i fàbriques del National Pittsburgh Bank.

Felt & Tarrant construïren dos comptòmetres i comptògrafs al llarg de la dècada de 1890. En 1902, Comptograph Company fou creada per a fabricar comptògrafs tot i que va tenir un èxit inicial a Europa, aquesta tancaria les portes a principis de la Primera Guerra Mundial.

Entre els anys 1904 i 1908, les vendes del comptòmetre augmentaren i al tindre més demanda, van haver de construir una fàbrica més gran (veure figura 2.6). Aquesta seu sols va fabricar els models A i B de comptòmetre. L'increment de les vendes del comptòmetre culminaren després de fabricar el model F en 1915. Aquest nou model va triomfar gràcies a la seua nova funció de detecció d'errors i correcció, anomenada la tecla controlada. En poc menys de 5 anys, més de 42 000 exemplars d'aquest model foren venuts i va suposar un moment clau per a la companyia, estaven en l'òrbita dels negocis als EEUU. Al voltant de l'any 1920 la companyia Felt & Tarrant ja tenia 100 venedors treballant a temps complet.



Modern Reinforced Concrete Factory Recently Built for Manufacturing Comptometers

**Figura 2.6:** «Moderna fàbrica de formigó reforçat recentment construïda per a la fabricació de comptòmetres.» Ubicada al bloc 800 del Paulina St., Chicago

A principis de l'any 1926 introduïren el model J amb cap característica nova en el seu disseny. No obstant això, es va convertir en la columna vertebral de l'empresa i es va mantindre en producció durant quasi 40 anys.

En 1930 quan Felt va faltar, l'empresa ja contava amb uns 850 empleats i amb més de 3 milions de dòlars en vendes. La companyia introduiria una varietat de màquines però cap amb l'estil únic i elegant dels models de caixa de sabates. En 1936 va ser l'aniversari d'or, 50 anys del comptòmetre i la companyia va celebrar aquest aniversari amb anuncis en color i especialment amb monedes d'or (veure figura 2.7).

Uns problemes fiscals a l'any 1946 obligaren a 11 accionistes a eixir en borsa. En 1957 el nom de Felt & Tarrant va desaparèixer i la companyia començà a cotitzar en la borsa de Nova York amb el nom de Comptometer Corporation. Uns anys més tard es fusionaria amb la Victor Machine Company per a formar la Comptometer Corp i finalment desaparèixer a mesura que anaren solucionant els problemes econòmics.



Figura 2.7: 50 aniversari del comptòmetre: «The Golden Anniversary.»

## 2.3 Operadors i escoles

Els operadors<sup>4</sup> foren la peça fonamental per a fer funcionar correctament el comptòmetre. Una persona qualsevol no era capaç de poder realitzar les diferents operacions que es podien fer al comptòmetre, així que es necessitava d'un operador preparat acadèmicament a escoles on solament instruïen operadors.

### 2.3.1. Operadors dels comptòmetres

Els operadors (veure figura 2.8) eren treballadors perfectament preparats per a poder utilitzar correctament el comptòmetre. Era tanta la demanda que Felt va d'haver d'obrir escoles per a realitzar cursos i proporcionar als operadors els coneixements necessaris per a executar els seus comptòmetres. Així es crearia una societat entre operador i màquina per a garantir l'èxit durant dècades. En termes d'avui en dia, els operadors serien part del maquinari i programari.

La preparació dels operadors [20] començava en conceptes bàsics del funcionament de la màquina, amb una gran quantitat d'exercicis pràctics (veure figura 2.9) de sumes per a desenvolupar velocitat i força amb els dits. Després, als estudiants els ensenyaven els procediments per a la resta, multiplicació i divisió, a més de càlculs de percentatges, proporcions i inclús arrels quadrades.

Als països de la Commonwealth la formació es realitzava en càlculs de monedes esterlines, unitats i problemes típics on es podien trobar en el dia a dia en les indústries. Als estudiants se li proporcionaven gràfics i taules d'equivalències

<sup>4</sup>S'ha consultat informació sobre els operadors a la següent pàgina web: <http://members.cruzio.com/~vagabond/Operators.html>





Figura 2.8: Operadora practicant amb el comptòmetre.

(veure figura 2.10) per ajudar-los a la conversió d'unitats, però s'esperava que a la llarga els estudiants foren capaços de recordar aquestos factors amb la pràctica.

Al final del curs, es realitzava un test on les preguntes d'aquest examen final eren una vertadera prova per a mostrar les habilitats adquirides per part dels estudiants durant tot el curs. En total hagueren de realitzar 25 preguntes en un temps de 40 minuts.

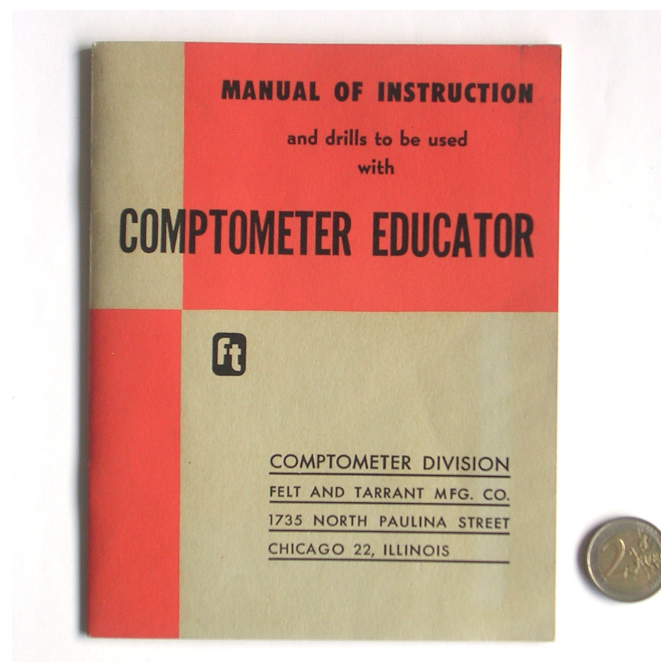
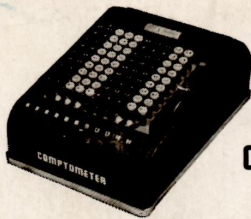


Figura 2.9: Manual d'instruccions del comptòmetre: «Comptometer Educator»



**DECIMAL EQUIVALENTS OF  
COMMON FRACTIONS**  
TO BE USED IN CONNECTION  
WITH THE  
**COMPTOMETER**  
REG. U. S. PAT. OFF.  
ADDING-CALCULATING MACHINE

4ths		6ths		8ths		12ths		16ths	
1	.25	1	.1667	1	.125	1	.0833	1	.0625
2	.5	2	.3333	2	.25	2	.1667	2	.125
3	.75	3	.5	3	.375	3	.25	3	.1875
		4	.6667	4	.5	4	.3333	4	.25
		5	.8333	5	.625	5	.4167	5	.3125
		6		6	.75	6	.5	6	.375
				7	.875	7	.5833	7	.4375
						8	.6667	8	.5
						9	.75	9	.5625
<b>64ths</b>						10	.8333	10	.625
1	.0156	22	.3438	43	.6719	11	.9167	11	.6875
2	.0313	23	.3594	44	.6875			12	.75
3	.0469	24	.375	45	.7031			13	.8125
4	.0625	25	.3906	46	.7188			14	.875
5	.0781	26	.4063	47	.7344			15	.9375
6	.0938	27	.4219	48	.75	<b>32nds</b>			
7	.1094	28	.4375	49	.7656	1	.03125	17	.53125
8	.125	29	.4531	50	.7813	2	.0625	18	.5625
9	.1406	30	.4688	51	.7969	3	.09375	19	.59375
10	.1563	31	.4844	52	.8125	4	.125	20	.625
11	.1719	32	.5	53	.8281	5	.15625	21	.65625
12	.1875	33	.5156	54	.8438	6	.1875	22	.6875
13	.2031	34	.5313	55	.8594	7	.21875	23	.71875
14	.2188	35	.5469	56	.875	8	.25	24	.75
15	.2344	36	.5625	57	.8906	9	.28125	25	.78125
16	.25	37	.5781	58	.9063	10	.3125	26	.8125
17	.2656	38	.5938	59	.9219	11	.34375	27	.84375
18	.2813	39	.6094	60	.9375	12	.375	28	.875
19	.2969	40	.625	61	.9531	13	.40625	29	.90625
20	.3125	41	.6406	62	.9688	14	.4375	30	.9375
21	.3281	42	.6563	63	.9844	15	.46875	31	.96875
						16	.5		

COMPLIMENTS OF  
**COMPTOMETER DIVISION**  
FELT & TARRANT MFG. CO.  
1735 NORTH PAULINA STREET  
CHICAGO 22, ILLINOIS

FORM 29 (OVER) PRINTED IN U.S.A.

Figura 2.10: Taula d'equivalències del comptòmetre:  
«Decimal Equivalents of Common Fractions»

### 2.3.2. Escoles d'aprenentatge

Al poc de temps de posar al mercat els primers comptòmetres, l'empresa de Felt es va posar en marxa en formar operadors per al control dels comptòmetres (veure figura 2.11). Aquesta ensenyança es convertiria en una part important del negoci. Posaren en funcionament escoles<sup>5</sup> especialitzades en 1905 per a formar operadors ràpids i eficients.



**Figura 2.11:** Publicitat del col·legi Bryant & Stratton College per a instruir operadors. «The Business World is Looking for Trained Young Men and Women.» Aquest col·legi estava reclutant a operadors per al món dels negocis.

A mesura que la popularitat del comptòmetre augmentava, també augmentava la demanda d'operadors i el sistema d'escoles va créixer a un ritme ràpid. Quan les vendes eren internacionals, es van establir centres de formació arreu del món (per exemple, veure figura 2.12). A finals de la dècada de 1920 hi havia més de 100 escoles sols en Estats Units i altres 50 escoles en altres països que formaven al voltant de 20 000 operadors per any.

## 2.4 Els clients

La companyia Felt & Tarrant ràpidament va aconseguir clients<sup>6</sup> d'empreses i d'institucions importants com ara bancs i l'exèrcit nord-americà. A continuació es detallen les grans transaccions que van aconseguir Felt & Tarrant CO.

Les primeres 4 màquines van ser venudes al departament del U.S. Treasury al 1887. Altres tres van ser venudes a l'Equitable Gas Light & Fuel Co, The Chicago

<sup>5</sup>Informació consultada a la pàgina web: <http://members.cruzio.com/~vagabond/Schools.html>

<sup>6</sup>Tota la informació sobre els clients principals s'ha consultat a la pàgina web: <http://members.cruzio.com/~vagabond/Customers.html>



Gas Light & Coke Co. i a la companyia Albert Dickenson & Co. Aquest conjunt forma les set de les huit primeres màquines venudes. Més enllà de fronteres nord-americanes, el govern colonial britànic de l'Índia en va comprar sis i la República de San Salvador en comprà més de huit.

Es pensa que Felt va arribar a un acord comercial per a intercanviar comptòmetres a canvi de la fusta de caoba necessària per a les seues carcasses de models primitius. Per l'any 1904, uns 102 comptòmetres del model A van ser venuts al Marshall Field & Co i 86 a la U.S. Navy per a poder realitzar grans càlculs en computacions d'enginyeria. Durant els anys següents el comptòmetre es va imposar en quasi totes les grans empreses als Estats Units i en l'estranger.

## 2.5 La competència al comptòmetre

La competència<sup>7</sup> entre els fabricants del mercat de màquines d'oficina a finals de segle XIX i XX va ser molt forta però cap fou tan enèrgica com la que va existir entre Felt & Tarrant i Burroughs. Tres judicis es van produir on Burroughs va guanyar la primera, Felt & Tarrant la segona i al final un empat.

William S. Burroughs (veure figura 2.13), va ser un empleat de banca a St Louis. Va fabricar la primera màquina sumadora i presentà la patent quasi al mateix temps que el prototip del primer comptòmetre patentat per Felt en gener de l'any 1885. És per això que quan Felt va perfeccionar el mecanisme interior del teclat en els models més avançats, va presentar la patent número 982 417 [6] d'aquest mecanisme per a evitar còpies per part de Burroughs. Els quinze anys

<sup>7</sup>La competència del comptòmetre s'ha consultat a la pàgina web: <http://members.cruzio.com/~vagabond/Competitors.html>



Figura 2.12: Alumnes de l'escola a Liverpool ensenyant-se a utilitzar el comptòmetre.

següents es lliuraria una pugna entre aquestes empreses creades per a la mateixa finalitat però amb dissenys diferents.



**Figura 2.13:** Burroughs (1857-1898) fou el primer i únic competidor del comptòmetre.

La batalla final amb Burroughs va anar més enllà després de la mort de Felt. Burroughs era el clar competidor principal de la companyia Felt & Tarrant en una pugna per ser líder en el mercat de la calculadora impulsada per tecla.

Ambdues calculadores van ser desplaçades per l'ús general dels primers ordinadors. Felt & Tarrant pasaren a ser Comptometer Corporation per problemes fiscals i foren absorbides per la Victor Adding Machine Company en 1961 després de no haver superat els problemes econòmics amb èxit després de la Segona Guerra Mundial.

Burroughs va continuar amb força dominant el negoci de màquines d'oficina (veure figura 2.14) després d'haver acumulat uns 450 productes per separat. Quan els equips d'empreses gegants aparegueren, van arrasar aquest camp i foren considerats superiors respecte als seus competidors de baix nivell.



**Figura 2.14:** La màquina de càlcul impulsada per tecla de Burroughs.

No obstant això, el domini del mercat d'IBM en ordinadors centrals dugueren a la companyia de Burroughs a fusionar-se amb Sperry Rand com a UNISYS Corp en 1986. Però aquesta és una altra història...

## 2.6 Màrqueting del comptòmetre

La publicitat impresa es va convertir en un factor important per a promocionar al mercat el comptòmetre de Felt. L'objectiu principal es trobava en revistes de subministres d'oficina. S'han trobat diferents retalls a la xarxa, com per exemple, aquest parla sobre el comptòmetre com a una màquina calculadora semblant a la màquina d'escriure (veure figura 2.15). Altres pertanyen a la revista Harper's Magazine Advertiser: (veure figures 2.16 i 2.17).

Retalls que parlen sobre les vendes del comptòmetre a diferents negocis (veure figura 2.18), els nous aparells que aparegueren a les oficines (veure figura 2.19), anuncis on incitaven a la gent a ensenyar-se a utilitzar el comptòmetre a canvi d'un sou (veure figura 2.20). Un extracte del American Magazine (veure figura 2.21), un dels primers pòsters a colors (veure figura 2.22) del comptòmetre on anunciaven el mecanisme de la tecla controlada que s'utilitzava per a corregir errors al pulsar les tecles. Una taula de balanços de comptes del The Saturday (veure figura 2.23) dels beneficis d'utilitzar el comptòmetre, un retall (veure figura 2.24) on es parla de l'estalvi anual de 84 000\$ i més extractes de revistes com les de les figures 2.25 i 2.26 . Destacar l'anunci del 50è aniversari (veure figura 2.27) del comptòmetre a l'any 1936.



**Figura 2.15:** Retall de l'any 1892. «Opera amb tecles com una màquina d'escriure.» Al retall apareixen les diferents operacions que es poden fer al comptòmetre: sumes, restes, multiplicacions, divisions, calcular interessos, descomptes...



HARPER'S MAGAZINE ADVERTISER.



### The COMPTOMETER Performs All Arithmetical Problems

Connected with accounting and scientific computation at a saving of sixty per cent of time. It insures absolute accuracy and relieves all mental strain. Foots scattered items just as well as regular columns. Many, after trying one Comptometer, have purchased two, three and four.

Potomac and Sandstone Co., Potomac, N. V., writes: "It is an easy problem to say that the Comptometer enables one man to do the work of two."  
 Messrs. Martin D. Steevers & Co., Board of Trade, Chicago, write: "The greatest assistance ever rendered for the bookkeeper."  
 Pamphlet Free.

BRANCH OFFICE: 54 Franklin Street, New York.

Felt & Tarrant Mfg. Co., 52 to 56 Illinois Street, CHICAGO.

Figura 2.16: Retall de l'any 1894. «El comptòmetre realitza tots els problemes aritmètics.» Era comú vendre el comptòmetre a la premsa indicant que aquest realitzava tot tipus d'operacions.

HARPER'S MAGAZINE ADVERTISER.

### The Great Arithmetic Machine.



The Wilmot & Hobbs Mfg. Co., Bridgeport, Conn., writes: "It fully substantiates your claim for it, as to accuracy, rapidity and durability."

Scottish Union and National Ins. Co., Hartford, Conn., writes: "Our operator, while not an expert, is steadily improving and is now able to accomplish what two men can do mentally in the same time."

H. Holdenauer & Son, Creameries, Lebanon, Wis., writes: "Inclosed we send you our check for \$15.00 to balance bill for Comptometer. If anything is worth its weight in gold it is the Comptometer."

Will save five times its cost. Over fifty have bought a second after buying a first.

It is now in use in over a thousand Counting Rooms, and in the offices of six Governments. Insures accuracy, saves 80% of time and affords entire relief from mental strain.

The Comptometer is operated by Keys like a Typewriter. Performs Addition, Subtraction, Multiplication, Division, Interest, Percentage, Discount, etc.

Write for 60 Days Trial Offer.

Felt & Tarrant Mfg. Co., 52 to 56 Illinois Street, CHICAGO.  
 BRANCH OFFICE: 54 Franklin Street, New York.

Figura 2.17: «La gran màquina aritmètica.» Segons al retall, les empreses estalviaven un 60% de temps gràcies al comptòmetre. També apareixen les operacions que es poden realitzar al comptòmetre.

### Rapid Mechanical Calculation



The New Model Comptometer solves all Arithmetical Problems instantly and noiselessly. Our new model has a light uniform key touch and registers instantly at one stroke as many keys in separate columns as the hand can reach.

Samples of Duplicate Orders in different lines of business:

Marshall Field & Co., Chicago, Ill.	102
U. S. Navy Department	86
Carnegie Steel Co., Pittsburg, Pa.	38
N. Y. C. & Hudson River R. R. Co., New York City	26
Prudential Insurance Co., Newark, N. J.	20
Simmons Hardware Co., St. Louis, Mo.	15
Pittsburg Coal Co., Pittsburg, Pa.	13

It will save its cost in a single year by the saving of time it effects.

Send for literature and Special Trial Offer.

FELT & TARRANT MFG. CO., 52 to 56 ILLINOIS ST., CHICAGO

Figura 2.18: Retall de l'any 1904. «Càlcul mecànic ràpid. El nou model del comptòmetre es capaç de realitzar qualsevol tipus de problema aritmètic de manera instantània i silenciosa.»

## OFFICE APPLIANCES



**You Can Add 100 Items a Minute** with the Comptometer after you have used it a few months, and you can do it quicker and easier than you now add thirty items mentally. The Comptometer is twice as fast as any other adding machine. It is simple to learn and easy to operate, and the longer you use it the greater speed you acquire.



**ADD** ← **Comptometer** → **DIVIDES**  
**MULTIPLIES** ← **No A Class By Itself** → **SUBTRACTS**

Adds scattered items, checks, cross-footings as readily as straight columns—no writing whatever.  
**MULTIPLIES, DIVIDES, SUBTRACTS**  
 Practically any problem in business computation can be solved on the Comptometer in the time it takes to write down the figures to get ready to solve it mentally. You simply read the figures and strike the keys. With a Comptometer you can take a trial balance daily as easily as you balance your cash-book. Wouldn't it mean much to you to know that your books constantly balance? Try it at our expense, U. S. or Canada. Write for free trial offer and literature.

Felt & Tarrant Mfg. Co., 861 North Paulina Street, Chicago, Ill.

**Figura 2.19:** Retall de l'any 1909. «Aparells d'oficina.» El retall indica que es podien sumar 100 números per minut. També que era el doble de ràpid que qualsevol màquina sumadora.



*It Will Pay You to Use a  
Comptometer*



*Because—*

It's a good adding machine—has twice the speed of any other.

It is the easiest and fastest machine for all multiplications and divisions in business accounting.

Its dead-sure accuracy prevents mistakes.

It is easily operated—you touch the keys, the machine does the rest.

It has no lever to pull after each item; no carriage to handle; no ribbon to replace.

It would seem impossible for us to do the work we are now doing without the Comptometer.  
Younglove Lumber Co.,  
Johnstown, N. Y.

Ask for our booklet "Rapid Mechanical Calculation" describing its uses in nearly every line of business; or, better still, write for a machine on free trial.

*Comptometer*

ADDS MULTIPLIES DIVIDES SUBTRACTS

FELT & TARRANT MFG. CO.  
1724 N. Paulina St. CHICAGO, ILL.

Figura 2.20: «Et pagarem si utilitzes un comptòmetre.» Els motius són: perquè és una bona màquina sumadora, és fàcil i ràpid realitzar multiplicacions i divisions, evita errors (« Sols tens que tocar les tecles, la màquina farà la resta»).

THE AMERICAN MAGAZINE 33



“Mr. Jones, the bill clerk says he is ready to begin extending his bills and he wants the Comptometer.”

“Tell him he’ll have to wait until I finish checking my postings.”

“All right, but how about Mr. Brown—he says to tell you he’s been holding up some percentage work for two or three days, waiting for a chance at the machine?”

“Well, I won’t keep it long but there’s nothing doing until I get through.”



This is typical of what happens in offices where they understand the Comptometer—where its value has been demonstrated by use on all kinds of figure work—addition, multiplication, division and subtraction.

A fair example of how it works out in actual experience is presented in the following letter:

Buffalo, N. Y.

“At the time we purchased our first Comptometer we found it difficult to get any of our people to take hold of it. Finally one of our clerks discovered that it was a good thing, and it was not very long before several of our people began to use it with the result that in a short time they were scrapping among themselves as to who should get the machine: and to keep peace in the family we were obliged to get another one. Both machines are now busy most of the time. We use them in a variety of ways. Since we have used the machine in our Invoicing Department we have practically no trouble in having invoices returned on account of errors in figuring, which was the case formerly. We can certainly recommend it most highly for any kind of figuring.”

PRATT & LETCHWORTH CO.

*It won't cost you anything to have a Comptometer put in your office on trial. If you don't choose to keep it send it back.*



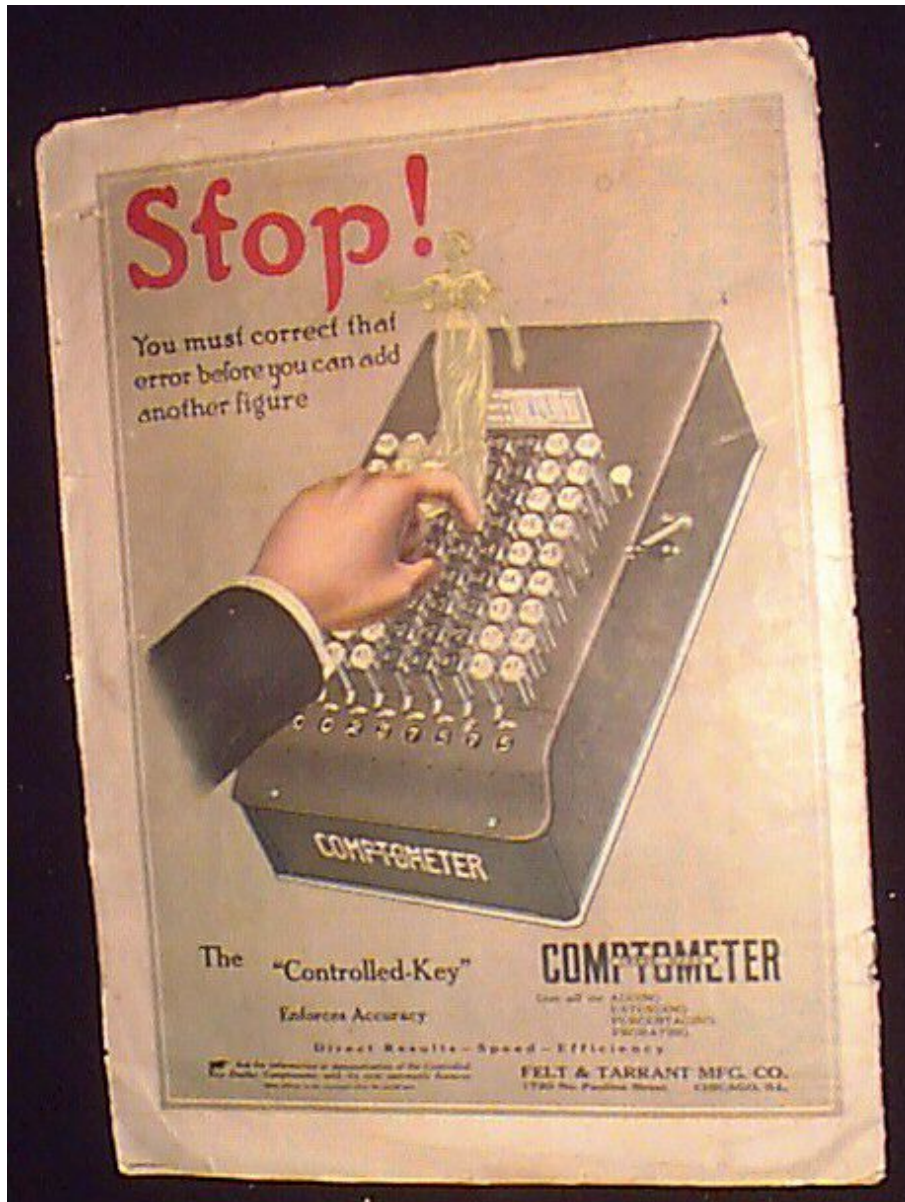
Not much enthusiasm at first—a little prejudice maybe, but once it is realized how much wearisome labor it saves—how easy it is to operate—what satisfaction and economy in its rapid work and sure accuracy, then they are all after the Comptometer when there is any figuring to do.

The result is greater efficiency all around—fewer errors, lighter work, less expense. No need to take hearsay evidence for it—try it for yourself.

**Felt & Tarrant Manufacturing Co.**  
1719 N. Paulina Street    ::    ::    ::    Chicago, Ill.

When writing to advertisers please mention THE AMERICAN MAGAZINE.

**Figura 2.21:** Descriu l’opinió positiva d’un oficinista a l’hora d’utilitzar el comptòmetre al seu treball: «El resultat d’utilitzar el comptòmetre és magnífic. És ràpid i eficient, lleuger i barat.»



**Figura 2.22:** «Para! Cal corregir l'error abans de pulsar altra tecla.» Tal com mostra el cartell, al detectar l'error primer has de pulsar la tecla que ha originat l'error.

66 THE SATURDAY

## Quick Work on Trial Balance

LEDGER PAGE  
MONTH

DEBITS					CREDITS					
DATE	BL. LF.	JOURNAL	PARTNER CHECKS	TOTAL	BALANCE	TOTAL	CASH	CHEQUE	JOURNAL	VOUCHER RECEIPTS
1				8000		8000				
2				1000		9000				
3				1000		8000				
4				1000		7000				
5				1000		6000				
6						6000				
7						6000				
8						6000				
9						6000				
10						6000				
11						6000				
12						6000				
13						6000				
14						6000				
15						6000				
16						6000				
17						6000				
18						6000				
19						6000				
20						6000				

Form used by a prominent electrical concern in connection with the Comptometer on trial balance.

"How long does it take you to get your trial balance?" asked the president of a large electric concern of his branch manager.

Summoning the bookkeeper, the manager asked: "Are your postings and balance sheets all completed up to date?"

Being assured they were, the manager, turning to the president, said:

"All right, I can give you the balance for any day you name within *two minutes*."

"Well, what was it on the 17th of this month?"

In exactly one minute and ten seconds the bookkeeper returned and reported the balance on that date . . . and there were fourteen ledgers in the office, at that.

The secret of this quick action was the combination of the Comptometer with the Daily Ledger Control and Comptometer Sub-Total Sheets—a combination that is as simple as it is effective. Does away with all need of the posting slip or check figure. Mail the coupon for explanation of how it works out in every-day practice.

# Comptometer

## Adding and Calculating Machine

### "Leading the Bookkeepers out of Bondage"—FREE

This intensely interesting booklet tells the story of the development of mechanical addition and calculation by Doer E. Felt, the pioneer of the adding machine industry, inventor and perfecter of the Comptometer—why Mr. Felt, with both listing and key-driven machines to sell, definitely adopted the key-driven principle because of its marked superiority in speed and range of service—shows how the Comptometer saves a world of time and labor on adding, billing and inventory extensions, estimates, the divisions of cost and percentage, and all the other figure work of accounting.

**FELT & TARRANT MFG. CO.**  
 1723 N. Paulina St., Chicago, Illinois

Please send me, free of charge, literature illustrating and describing your method of Daily Ledger Control—also a free copy of "Leading the Bookkeepers Out of Bondage."

Name: \_\_\_\_\_

Business: \_\_\_\_\_

Address: \_\_\_\_\_

**FELT & TARRANT MFG. CO.**  
 1723 N. Paulina Street, Chicago, Illinois

Figura 2.23: «Un treball ràpid en la comptabilitat.» Es mostra la fotografia del llibre major de comptabilitat d'una empresa on es registren els actius, passius i el capital. La finalitat era mostrar que el comptòmetre era eficaç al món dels negocis.







Figura 2.25: « El comptòmetre destaca com a líder dels negocis.» El comptòmetre va ser una eina principal per al món de la comptabilitat.

**Picking the right machine**

Practical selection of figuring machine equipment—selection based on a careful examination of the nature of each kind of work to be handled—insures the maximum of economy in figure work. How this method of selection worked out in a practical way with the Fuller Brick Company

— a name which is the publicized standard, synonymously for “good books”—is handsomely stated by E. S. Mason, Office Inspector, in these words:

“Used within the last year or two we give no special attention to the selection of our figuring machine equipment. Choice of machines was left largely to individual preference of the persons using them. As a result of an analysis of our figure work, we finally worked on the Comptometer as standard equipment for it. We then brought Comptometer operators together from several departments into a central calculating department. This move has worked out splendidly.”

Many other concerns have adopted this plan of work analysis with equal success. Why not invite a Comptometer man to come in and explain the plan in detail. It involves no cost, no contract or obligation on your part.

HELP & TARRANT MFG. CO., 150 N. PAULINE STREET, CHICAGO, ILLINOIS

**CONTROLLED KEY**  
**Comptometer**  
ADDING AND CALCULATING MACHINE

Figura 2.26: «Triar la màquina adequada.» Les empreses ho tenien clar, si volien avançar i destacar entre les empreses rivals, hagueren de triar la màquina adequada, en aquest cas el comptòmetre.







---

---

## CAPÍTOL 3

# El comptòmetre

---

El comptòmetre era capaç de realitzar operacions com sumes, restes, multiplicacions i divisions. A continuació es descriuen les seues operacions així com els mecanismes del teclat i del registre que foren essencials per al seu correcte funcionament. A més es descriuen els diferents models de comptòmetres fabricats per Felt & Tarrant des del seu model primitiu (la caixa Macaroni) fins l'últim (el The Supertotalizer). Per acabar, en l'última secció es descriu el comptòmetre del propi museu d'informàtica.

### 3.1 Introducció

---

El comptòmetre és el descendent directe de la màquina de tecla polsada de Thomas Hill, patentat als Estats Units en 1857 i de la Pascalina que fou inventada per Blaise Pascal a França l'any 1642. Sols canviant les rodes d'entrada de la Pascalina per les columnes de tecles de Hill, el comptòmetre va ser inventat. La principal similitud entre la Pascalina i el comptòmetre era l'ús del complement a 9 en les operacions de restar.

Va ser fabricat en l'any 1887 als Estats Units i fou la primera calculadora mecànica de tecla polsada. Aquest invent va ser tot un avanç per al càlcul del comerç, ja que era una calculadora que era capaç de realitzar càlculs ràpidament mitjançant la pulsació de diverses tecles al mateix temps utilitzant tants dits com els que eren requerits. El comptòmetre era capaç de realitzar càlculs com sumes, restes, multiplicacions i divisions amb el seu teclat. El comptòmetre va ser la primera calculadora impulsada per tecles amb la rapidesa i fiabilitat suficients per aportar beneficis econòmics significatius amb el tractament de les dades empresarials.

### 3.2 Operacions

---

El comptòmetre és una màquina on la seua operació aritmètica principal era la suma, ja que a partir d'aquesta es podien realitzar restes, multiplicacions i divisions. Al polsar cada tecla, el seu valor és transferit immediatament al registre total (sense la necessitat de polsar la tecla Enter com a les màquines comunes).

Un usuari avançat com era el cas d'operadors formats acadèmicament per a saber utilitzar correctament el comptòmetre, fàcilment podia realitzar sumes, restes mitjançant sumes de números en complement a 9 i multiplicacions mitjançant sumes repetides. Al llarg de la vida del comptòmetre, diversos manuals d'instruccions d'operacions de comptòmetres foren publicats per a instruir als operadors en l'ús correcte de les operacions. Alguns d'aquests manuals també contenien instruccions d'operacions inclús per a la divisió i l'arrel quadrada.

### 3.2.1. La suma

La suma com s'ha dit abans en l'apartat anterior es l'operació aritmètica base del comptòmetre. És a dir, a partir de la suma es poden fer les altres operacions aritmètiques. Per a realitzar operacions de sumes, sols cal polsar les tecles dels números que es desitgen sumar i el propi mecanisme del comptòmetre ja agregarà el valor de la tecla polsada al registre total. Els valors s'han d'introduir d'esquerra a dreta incloent tots els zeros.

### 3.2.2. La multiplicació

La multiplicació és tan sols una repetició d'operacions de sumes però amb el desplaçament de columnes. Sols és necessari polsar les tecles del multiplicador tantes vegades com el número que correspon en cada xifra del multiplicand. En la figura 3.1 es mostra un exemple de la tècnica de la multiplicació.

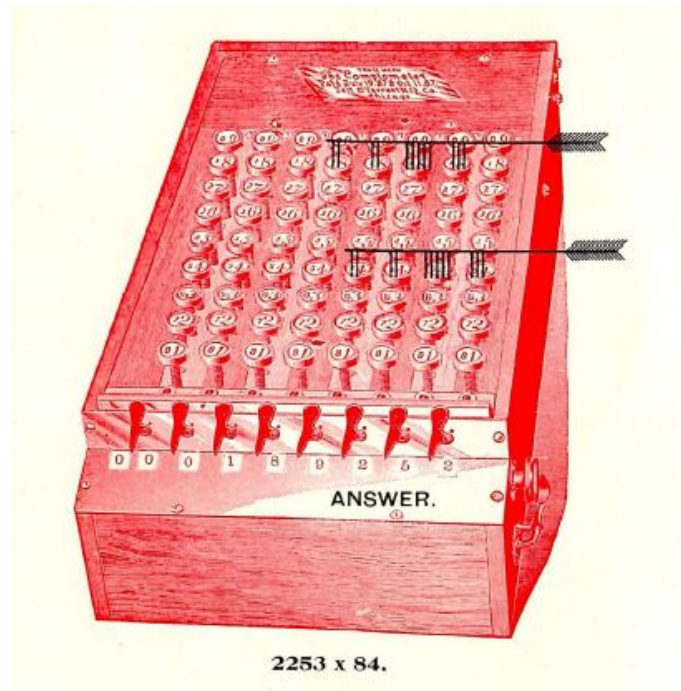
El mètode de la multiplicació era molt comú en càlculs de quantitat de pes i preus unitaris. En les empreses financeres com ara bancs i companyies d'assegurances, l'operació de la multiplicació no va cobrar molta importància.

### 3.2.3. La resta

La resta al comptòmetre era un mètode on s'utilitzava la suma amb complement a 9. Per a restar s'utilitzen els inhibidors de restes, unes peces metàl·liques que serveixen per a eliminar el préstec si hi existeix de la resta i sols es polsen una vegada en cada operació de restar.

Per a restar dos números, primer s'introdueix el minuend. A continuació es polsa l'inhibidor de la resta situat en la primera xifra del minuend. Després s'introdueix el subtrahend però a complement a 9 (números menuts a les tecles) i l'última xifra del subtrahend s'introdueix però restant-li 1. Al mètode de la resta es poden trobar diferents dificultats a l'hora de restar número, a continuació s'indiquen les més importants:

1. Quan el número 9 aparega al subtrahend, no s'ha de polsar ninguna tecla a la columna a la que pertany el número 9, ja que no hi existeix la tecla amb el número 9 menut.
2. Quan el número 9 aparega a la primera xifra del subtrahend, tampoc s'ha de polsar ninguna tecla en aquesta columna.



**Figura 3.1:** Es vol multiplicar  $2253 \times 84$ , per tant sols s'utilitzen les tecles del multiplicador (en aquest exemple, 84). Primer polsarem la tecla 4 i utilitzarem quatre columnes, ja que el número de xifres del multiplicant son quatre. La primera tecla amb el número 4 es polsa 3 vegades, la segona tecla 5 vegades, la tercera i quarta 2 vegades. Després desplaçem la columna a l'esquerra i polsem la tecla 8 amb el mateix procediment d'abans.

3. Quan el subtrahend té menys xifres que el minuend, es substitueixen per zeros (tecla 0 menuda) fins a completar les xifres que falten.
4. Quan el subtrahend acaba en 0, se li resta 1 a l'últim número que no siga igual a 0 i ja acabaria l'operació de la resta.

### 3.2.4. La divisió

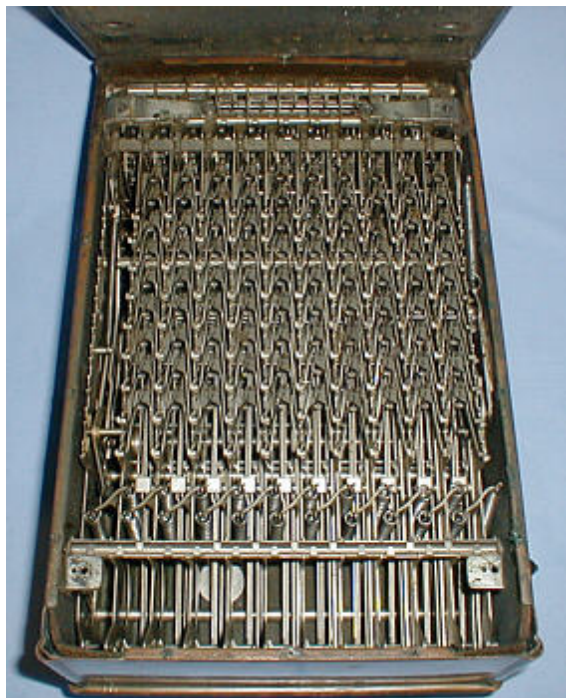
La divisió al comptòmetre és el procés de trobar la quantitat de vegades que un número està contingut en un altre. Per a realitzar les divisions s'utilitzen restes successives amb la mateixa tècnica del complement a 9.

La divisió acaba quan el divisor és major que el dividend i es queda separat el quocient del residu. Per a separar el quocient del residu s'utilitza el indicador decimal que s'ha d'activar al principi de la divisió en la primera xifra del dividend (com l'inhibidor de la resta). Els números que queden a l'esquerra de l'indicador decimal és el quocient i els de la part dreta és el residu.

## 3.3 Mecanisme del teclat

El mecanisme del teclat estava format per peces molt minucioses les quals estan en contacte les unes amb les altres per a donar al comptòmetre la finalitat de realitzar càlculs d'una manera eficaç i fiable. Tots els models (menys els primi-

tius) tenien en part el mateix esquelet metàl·lic (veure figura 3.2), llevat d'algunes modificacions en models més avançats que incorporaren funcions com la tecla controlada o teclats implementats amb més de 10 columnes i tecles. A continuació, es destaquen les parts més importants i visibles que es poden trobar als teclats dels comptòmetres.



**Figura 3.2:** Connectades les unes amb les altres, cada columna té el seu propi mecanisme. Totes elles juntes formen l'esquelet metàl·lic dels comptòmetres.

### 3.3.1. El teclat

Els teclats dels comptòmetres estan dissenyats per columnes de tecles on per cada columna tenen una tecla per cada número. Aquests números van de l'1 fins al 9 amb l'absència del número zero. Les tecles tenen forma octogonal en les que es representen els números corresponents a cada tecla, a més d'un segon número de tamany més menut que representa el seu complement a 9 per a utilitzar-lo en l'operació de la resta. En alguns models, les columnes estan codificades per colors segons posicions per ajudar a col·locar ràpidament els dits de l'operador.

Els teclats més usuals eren els que estaven formats per 8, 9 o 10 columnes. Per altra banda hi havien teclats (veure figura 3.3) formats per 12, 16 o fins inclús 20 columnes. La raó de que un comptòmetre tinguera més de 10 columnes era per a poder realitzar càlculs amb monedes esterlines, monedes de l'Índia i longituds i pesos universals. Per altra banda, les tres columnes de la dreta tenien tecles fins el número 11, tot açò per a realitzar càlculs amb penics i centaús.

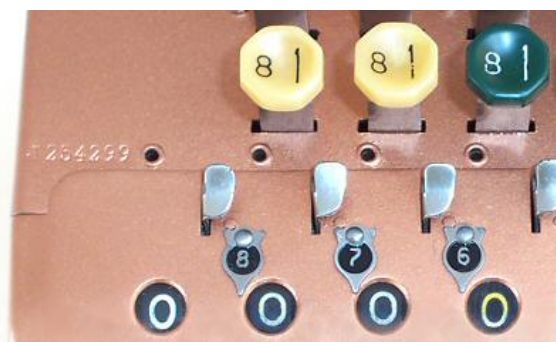
### 3.3.2. Indicadors decimals

Baix del número 1 de cada columna, es troben els indicadors decimals (veure figura 3.4) amb el seu número corresponent de la columna a la que pertanyen.



**Figura 3.3:** Model F format per 12 columnes per a poder realitzar principalment càlculs amb lliures esterlines.

Tal com indica el seu nom, serveix com a indicador decimal quan aquest es trobe en posició vertical que substitueix al punt o coma que normalment s'utilitza.



**Figura 3.4:** Serveixen per a simular el punt o coma en operacions amb decimals.

També es poden utilitzar en les operacions de divisions per a separar del quocient respecte del residu. Registres per darrere del indicador senyalen el residu de la divisió i registres per davant del indicador senyalen el quocient.

### 3.3.3. Inhibidors de la resta

Utilitzades a l'hora de calcular restes, aquestes menudes peces metàl·liques (veure a la figura amb un requadre en roig 3.5) serveixen per a eliminar el préstec de la resta. Col·locant la peça cap al davant, segons models, aquestes permeten realitzar l'operació de la resta sense mostrar en el registre total el préstec si hi existeix. Si no s'utilitza aquest inhibidor, el préstec es mostraria a l'últim dígit del registre total situat a l'esquerra.

### 3.3.4. Les tecles

Les tecles (veure figura 3.6) són uns dels components del teclat que han anat evolucionant al llarg dels diferents models de comptòmetres existents. Els mo-





**Figura 3.5:** Eliminaven el préstec a l'hora de realitzar operacions de restes.

dels coneguts com els de «carcassa de fusta» tenien les tecles redones recobertes de metall però a partir del model A, les tecles ja adoptaven la forma octogonal. Aquesta forma característica ja no es modificaria al llarg de la vida dels comptòmetres.



**Figura 3.6:** Tecles amb la forma típica octogonal i els seus números menuts amb el seu complement a 9.

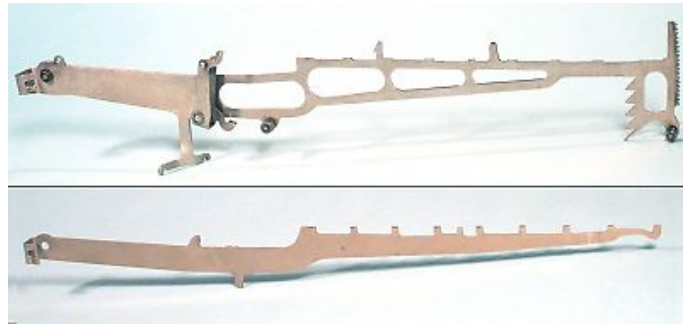
Un dels models que va modificar el material de fabricació de les tecles va ser el model C. Aquest model, va traure al mercat una versió lleugera del seu model, anomenada C-Light. Tenia les tecles de cel·luloide que eren més lleugeres que les metàl·liques.

### 3.3.5. La palanca de segment i de bloqueig

La palanca de segment (veure figura 3.7) és la responsable d'indicar els números al registre de cada columna. Per cada columna del teclat del comptòmetre existeix una palanca de segment on sobre aquesta es col·loquen les tecles de l'1 fins a la tecla 9.

La palanca de bloqueig (veure figura 3.7) és una palanca auxiliar que funciona en conjunt amb la palanca de segment i les tecles per a iniciar el mecanisme de



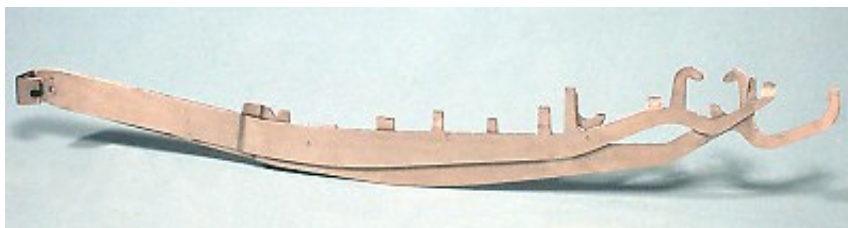


**Figura 3.7:** La palanca de segment (figura superior) s'encarrega de moure el registre dependent de la tecla polsada mentre que la palanca de bloqueig (figura inferior) bloqueja les columnes del teclat quan s'activa el mecanisme de clau controlada.

la tecla controlada. Les dos palanques estan situades una al costat de l'altra però estan perfilades per a evitar el fregament entre metall i metall de cada palanca.

### 3.3.6. La palanca de parada

La palanca de parada (veure figura 3.8) està formada per un par de palanques juntes que es troben paral·leles a les palanques de segment i de bloqueig. La palanca interior opera les tecles par de les columnes i l'altra palanca opera les tecles imparells de les columnes. La funció principal de la palanca de parada és detindre la palanca de segment quan una tecla es polsada per a poder mostrar-la al registre de la columna.



**Figura 3.8:** La palanca de parada deté la palanca de segment per a parar el registre i mostrar el número correcte.

### 3.3.7. La tecla controlada

La tecla controlada [7] és un sistema de control automàtic que evita errors de funcionament provocats per alguna pulsació de tecla incompleta (el recorregut es queda a la meitat, no s'ha polsat amb la pressió adequada, s'ha polsat repetidament la tecla abans d'hora...). Aquest mecanisme, instantàniament bloqueja totes les columnes del teclat excepte la columna i tecla en la que s'ha produït l'error. Per a solucionar l'error sols cal polsar la tecla causant de l'error, a continuació polsar el botó d'alliberament (veure figura 3.9) i continuar amb l'operació.

En operacions de sumar (veure figura 3.10) quan s'activa aquesta senyal d'error, l'ús d'aquest mecanisme és tan simple com tornar enrere a l'última tecla polsada i a partir d'ací tornar a l'operació que s'estava realitzant. Per a resoldre

l'error, es completa tot el recorregut de la seua pulsació fins al fons i es polsa el botó d'alliberament. Una vegada realitzats aquestos passos es pot continuar a l'operació tornant a pulsar la tecla correctament.

En operacions de multiplicacions i divisions, el mecanisme de seguretat impedeix que l'error provocat pel polsament incorrecte de la tecla es mostre al registre sense que l'operador ho sàpiga. Gràcies a aquest mecanisme, es podia detectar l'error i corregir-lo immediatament sense perdre la operació que s'estava realitzant. Degut a la velocitat del comptòmetre, era més simple i més ràpid cancel·lar i solucionar el problema que parar i fer l'operació de nou.

### 3.4 Mecanisme del registre

Per explicar la part mecànica [10] del comptòmetre, servim d'exemple el model F (veure figura 3.11). Aquest model té implementat el teclat amb 8 columnes de 9 tecles cadascuna. Les tecles de cada columna són suportades per una palanca (veure figura 3.12) i el recorregut de cada tecla (al pulsar-la) depèn de la seua posició ja que per a cada tecla la palanca té assignada una profunditat de recorregut diferent.

El recorregut de les tecles quan pressionen la palanca és proporcional al seu valor. Per exemple, el recorregut de pulsar la tecla 9 (veure figura 3.13) és més gran que si polsem la tecla 1 (veure figura 3.13). Quan es solta la tecla, la palanca s'impulsa cap amunt fins tornar al seu estat inicial.

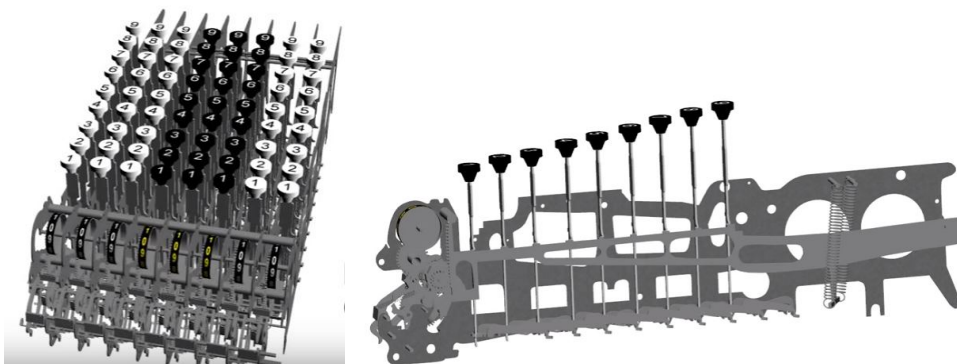
La part extrema de la palanca, anomenada actuator de columna (veure figura 3.14), està formada per dents menudes que giren un engranatge de pinyó (veure figura 3.15) que al mateix temps impulsa un engranatge conegut com a acu-



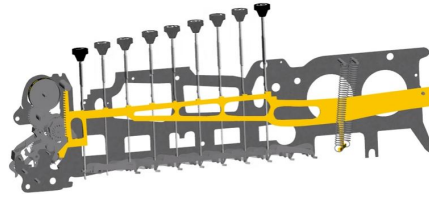
**Figura 3.9:** El botó d'alliberament permet continuar amb l'operació després de corregir l'error de pulsació de tecla.



**Figura 3.10:** «Després de corregir l'error de pulsació de tecla polsa el botó roig d'alliberament y continua sumant».



**Figura 3.11:** Mecànica vista des de la part frontal i la part lateral.

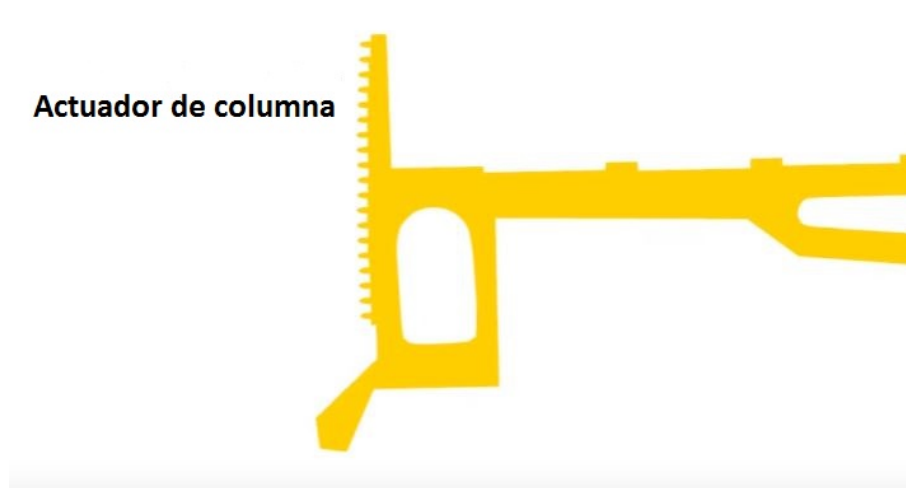


**Figura 3.12:** La palanca controla el recorregut de cada tecla al polsar-la.



**Figura 3.13:** El recorregut de polsar la tecla 9 (figura esquerra) és més gran comparat al recorregut si polsem la tecla 1 (figura dreta).

mulador (veure figura 3.16) a través d'un mecanisme de reforç i trinquet. Aquest mecanisme (veure figura 3.17) a la vegada impedeix que l'acumulador es moga en sentit descendent.



**Figura 3.14:** L'actuator de columna està format per dents menudes.

L'acumulador de columna sols gira durant el recorregut en sentit ascendent (veure figura 3.18) de la palanca i al mateix temps impulsa un numeral (veure figura 3.19), és a dir, el valor guardat a l'acumulador. A banda, també impulsa el mecanisme de seguretat per a evitar que el conjunt d'engranatges continue en moviment en un moment no desitjat.

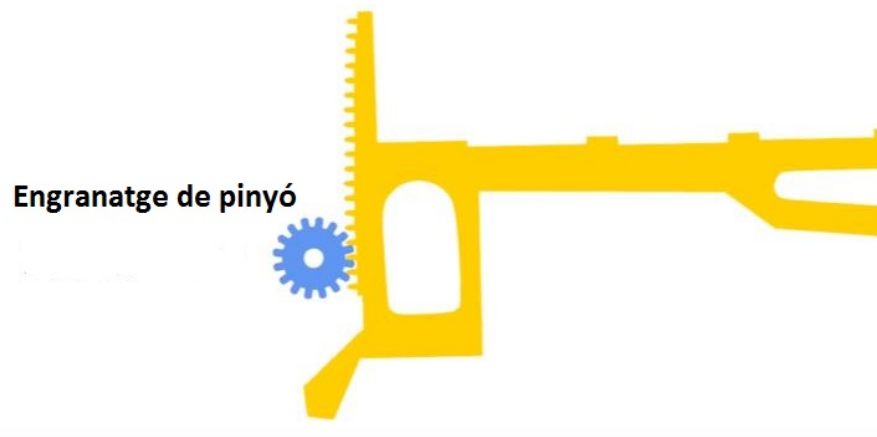


Figura 3.15: L'engranatge de pinyó és el responsable de fer funcionar l'acumulador.

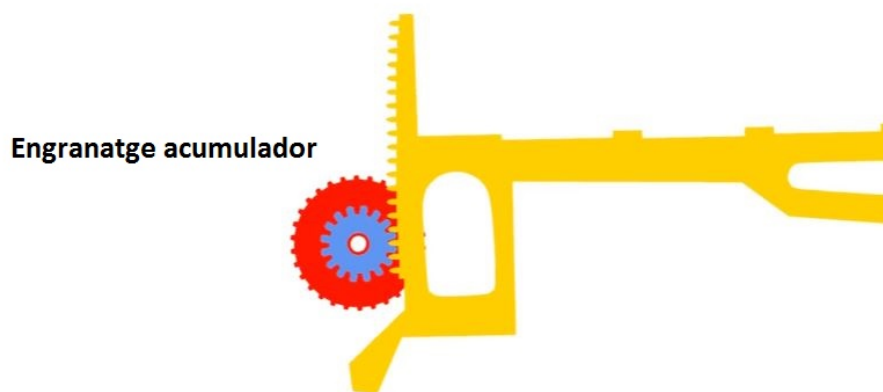


Figura 3.16: L'acumulador és el responsable de mostrar el valor numèric.

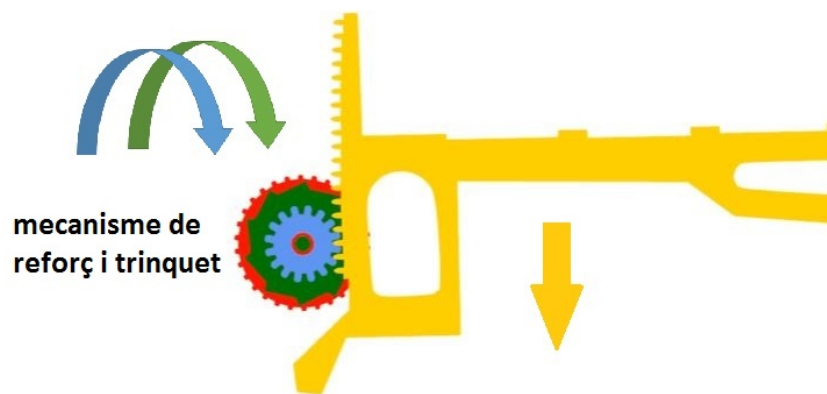


Figura 3.17: El mecanisme de reforç i trinquet impedeix a l'acumulador moure's en sentit descendent.

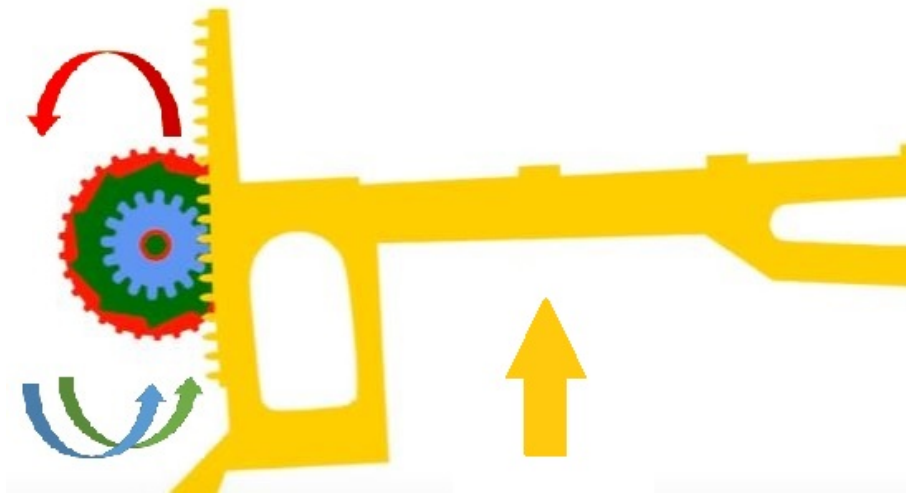


Figura 3.18: L'acumulador es mou quan la palanca es mou en sentit ascendent.

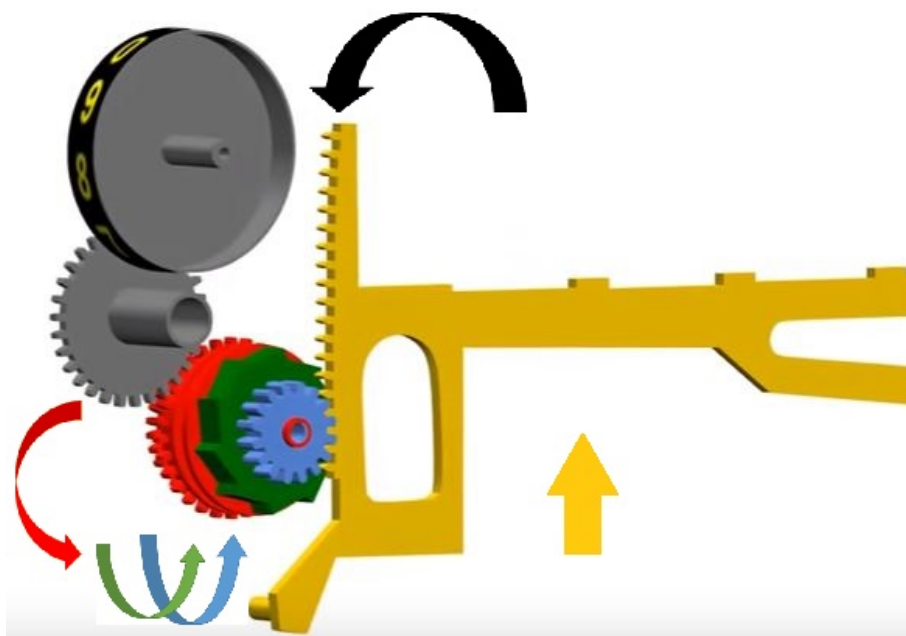


Figura 3.19: Moviment de tot l'engrenatge quan la palanca es mou en sentit ascendent.

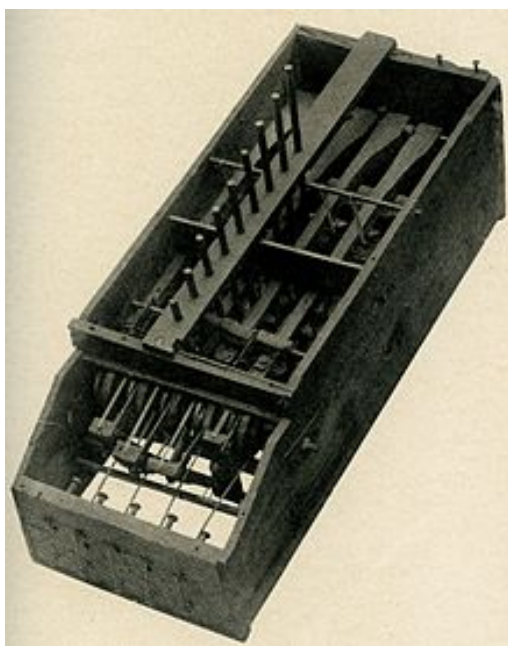


## 3.5 Models

Des del primer model conegut com la «caixa de macarrons» fins l'últim model abans de la mort de Felt, es produïren al voltant d'uns 15 models<sup>1</sup> de comptòmetres. Alguns d'ells tenien la seua segona versió, amb millores que feren garantir l'ús fiable i correcte del comptòmetre o models amb més columnes i tecles per a un ús especial. A partir del model E en el que es va introduir el mecanisme de tecla controlada, l'èxit que tingueren els comptòmetres al mercat es va augmentar considerablement formant part com una de les millors màquines de càlcul de tecla polsada de l'època. A continuació es descriuen els models [19] més destacats de la factoria Felt & Tarrant.

### 3.5.1. La caixa Macaroni

Durant les vacances de cap d'any del 1884, Dorr Eugene Felt va decidir començar la construcció del model de fusta. Per a seleccionar la carcassa d'aquest model, va anar a una tenda de queviures i seleccionà aquella que millor mida tenia per a la carcassa. Resulta que aquella caixa era una caixa de macarrons (veure figura 3.20), per això el nom d'aquest model s'anomenà Caixa Macaroni.



**Figura 3.20:** La *Caixa Macaroni* va ser el model primitiu del comptòmetre.

Les tecles estaven formades per pinxos de carn de la carnisseria, les guies principals formades per grapes d'una ferreteria i una varietat de bandes elàstiques que s'utilitzarien per als molls. Aquest únic model actualment es pot trobar al Museu Smithsonian, Washington, D.C.

<sup>1</sup>Diferents models consultats a la pàgina web: <http://members.cruzio.com/~vagabond/Models.html>

### 3.5.2. Model amb carcassa de fusta

Aquest model va ser fabricat durant els anys 1887-1903. És el model (veure figura 3.21) més simple i primitiu dels comptòmetres d'aquesta família. Tota la seua carcassa era de fusta, tal com indica el seu nom, i les tecles eren de forma octogonal i de metall. A més tenia incorporada una palanca per a reiniciar els registres a zero. Aquesta idea ja quedaria implantada per a la resta de models posteriors. Els primers exemplars es poden trobar al museu Smithsonian, Washington, D.C sense número de sèrie. Aproximadament uns 90 comptòmetres d'aquest model s'han adquirit per mans privades i d'aquestes la de menor número de sèrie que es conserva és la 61.



**Figura 3.21:** El model amb la carcassa de fusta més simple dels comptòmetres.

### 3.5.3. Model A

Aquest model es va posar a la venda durant l'any 1904 i van estar fabricant-se fins l'any 1906 on el primer comptòmetre tenia com a número de sèrie el 15 000. Actualment se sap que hi haurà uns 20 comptòmetres en bon estat inclús arribant a poder ser més. Es fabricaren entre 2 000 o 3 000 comptòmetres del model A (veure figura 3.22).

El model A va ser dels primers models amb carcassa de ferro a convertir-se en un model estàndard per a la resta dels models de «caixa de sabata»<sup>2</sup>. Amb aquest, les tecles de l'anterior model es van substituir per tecles de metall planes. Una nova característica va ser la funció que permetia a les tecles de diferents columnes ser polsades a la vegada per a realitzar càlculs. Aquesta funció va fer de la multiplicació una operació pràctica per als comptòmetres.

### 3.5.4. Model B

Aquest model [19] es va posar al mercat durant l'any 1906, amb el seu primer número de sèrie el 25 000. En el model B (veure figura 3.23) just baix de les tecles

<sup>2</sup>S'anomenaren així pel seu disseny semblant a una caixa de sabates



**Figura 3.22:** El model A va ser el primer model amb la carcassa de ferro.

amb el número 1, hi han col·locats uns punters decimals, a més d'inhibidors per evitar el préstec d'una resta quan es realitzaven operacions de restar.



**Figura 3.23:** Model B.

El moviment de la palanca (reiniciar els registres a 0) era molt sorollós en aquest model i va ser un dels inconvenients a les oficines quan hi havien diversos comptòmetres utilitzant-se al mateix temps.

### 3.5.5. Model C

És conegut també com a C-Regular (veure figura 3.24). El primer comptòmetre a la venda tenia com a número de sèrie el 35 000 i vint mesos després va passar a ser anomenat C-Light, una versió més lleugera que la anterior amb el seu primer número de serie el 40 000.

Aquest model va sofrir modificacions menors respecte als models anteriors. Es feren a partir de la sèrie 40 000 i el seu teclat estava fabricat per tecles de cel·luloide, més lleugeres per a substituir les tecles de composició emprades anteriorment.



Figura 3.24: Model C.

### 3.5.6. Model D

A primera vista, pot semblar que és exactament igual que al model F però no ho és. La primera diferència és la tecla de control que normalment es troba al costat de la tecla número 9 de la primera columna. La segona diferència és que el model D (veure figura 3.25) és 1kg més lleuger que el model F, açò es deu a que les seues 8 columnes tenen 113 grams menys de pes. El model D [19] es deixaria de fabricar per l'absència de la tecla controladora, ja que era una peça molt important en el disseny dels models més avançats dels comptòmetres.



Figura 3.25: Model D.

### 3.5.7. Model E

El model E (veure figura 3.26) es va fabricar en l'any 1913 i el seu èxit no va ser l'esperat. Va eixir al mercat amb un dels primers anuncis de color i va aparèixer a la contraportada de la revista dominical del diari Chicago Record-Herald al 1913. Sembla que va resultar ser massa car i massa difícil de fabricar, a més que el manteniment va ser tot un problema ja que el recobriment de les tecles imparells es trencaven fàcilment després d'uns mesos d'ús.

No obstant això va ser el primer model en incorporar el mecanisme de la tecla controlada, que era capaç de detectar i corregir pulsacions incompletes, com per exemple no polsar la tecla fins al final del seu recorregut. Aquest mecanisme bloquejava tot el teclat menys la columna i la tecla en la que s'havia produït l'error. Una vegada detectada la tecla causant de l'error, es tornava a polsar de manera correcta i es polsava un botó, anomenat botó d'alliberament. Quan l'error ja estava solucionat ja es podia continuar operant.

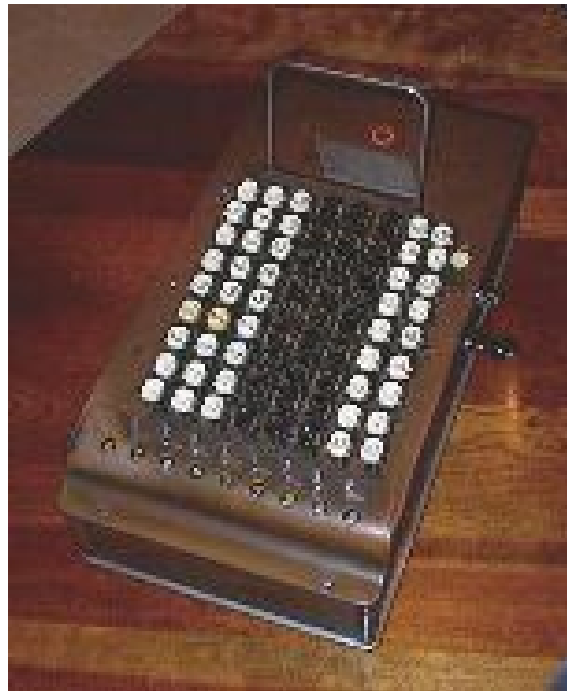


Figura 3.26: Model E.

### 3.5.8. Model F

El model F (veure figura 3.27) era una continuació dels models A i E. Fou el primer model en el que s'arribaren a produir més de 40 000 unitats en un període de 5 anys. Aquest model es molt similar al model E però tenia una millora en el mecanisme de la tecla controlada. Potser la raó principal per la gran popularitat d'aquest model al llarg de la seva vida útil.





Figura 3.27: Model F.

### 3.5.9. Model H

El model H (veure figura 3.28) va ser el primer model fabricat després de la Primera Guerra Mundial. És fàcil de diferenciar respecte als models anteriors ja que a la seua part frontal i posterior apareix el logotip de «Comptometer». Va tindre un gran èxit entre els seus usuaris i es fabricaren dispositius mecànics d'aquest model fins l'any 1926.



Figura 3.28: Model H.

Respecte a les característiques del model, la palanca de reiniciar permet a l'operador posar a zero el registre amb un sol moviment del dit menut sense alterar la posició de les mans sobre el teclat. Una altra millora a destacar va ser la instal·lació de senyals tàctils i visuals (en polsar les tecles i posar registre a zero). Aquestes millores, milloraren la velocitat i precisió de l'operador però incrementaren el cost extra en la implementació del mecanisme, com per exemple l'increment d'1cm de la part frontal. El suport a aquestos canvis donaren pas a un dels manuals tècnics més sofisticats que mai s'havien produït fins aquell moment per a dispositius mecànics.



### 3.5.10. Model J

El model J (veure figura 3.29) va ser l'últim disseny de caixa de sabata que es va fabricar. Va aparèixer per primera vegada el febrer de 1926 començant la seua producció pel número de sèrie 245 000. El model J [14, 19] va estar en fabricació fins començar la Segona Guerra Mundial.



Figura 3.29: Model J.

Va ser un model amb la intenció de substituir el model H. Es distingeix a simple vista el color verd de les seues tecles que substituïren les de color negre de models anteriors. A pesar de que el model J no tenia noves característiques importants, molts dels seus aspectes operacionals foren millorant i van ser acceptats al final dels anys vint.

### 3.5.11. Model K

Aquest model [19] elèctric fou introduït durant la meitat de la dècada de 1930 i va tindre un èxit notable, ja que els models mecànics eren molt fàcils d'operar i menys costosos de mantindre.



Figura 3.30: Model K.

La principal diferència (veure figura 3.30) respecte als anteriors models es el canvi del seu disseny de carcassa exclusivament per acomodar els canvis necessa-

ris del mecanisme elèctric. Totes les restants característiques que es poden trobar en aquest model són les mateixes que als models anteriors.

### 3.5.12. Model M

Fabricat justament abans de la Segona Guerra Mundial, el model M (veure figura 3.31) té un nou disseny de carcassa de la caixa amb una forma més simètrica i redona. A més, la carcassa està recoberta de metall i pintada de color verd obscur.



Figura 3.31: Model M.

A diferència dels anteriors models que tenen la palanca per a reiniciar els registres a zero al costat de la carcassa, en aquest model es troba també a la dreta però a la part superior del comptòmetre. Els registres que no s'utilitzaven quan es realitzaven càlculs quedaven ocults mitjançant unes persianes amb el relleu d'un zero. El primer registre a partir d'aquest relleu estava marcat amb color roig.

### 3.5.13. Model 3D11

Durant la primavera de 1950, Felt & Tarrant va fabricar el model 3D11 (veure figura 3.32) com a successor del Model M. Tenia un mecanisme de control d'errors redissenyat que permetia a l'operador mantindre els seus dits sobre les tecles quan es corregira un error. En altres paraules, el mecanisme de control d'errors funcionava de manera pseudo-automàtica. L'estil de la caixa no va canviar gran cosa respecte a la carcassa del model M i la carcassa del model 3D11 era més lleugera.

### 3.5.14. The SuperTotalizer

El SuperTotalizer (veure figura 3.33) va ser fabricat en la dècada del 1930 i consistia en un registre total secundari extra davant del registre total primari. No sols era capaç de contar ràpidament grans quantitats de números, sinó que també es podien realitzar càlculs paral·lelament als dos registres totals al mateix temps. Per a reiniciar els registres del SuperTotalizer [3] es realitza tirant de la palanca de metall menuda de la part davantera a l'esquerra.



Figura 3.32: Model 3D11.

El registre frontal s'activa de forma independent amb la finalitat d'acumular el total d'una sèrie de càlculs. La part frontal de la caixa és 7,62 *cm* més gran per poder acomodar el mecanisme addicional.



Figura 3.33: Model SuperTotalizer.

## 3.6 Comptòmetre del Museu d'informàtica

---

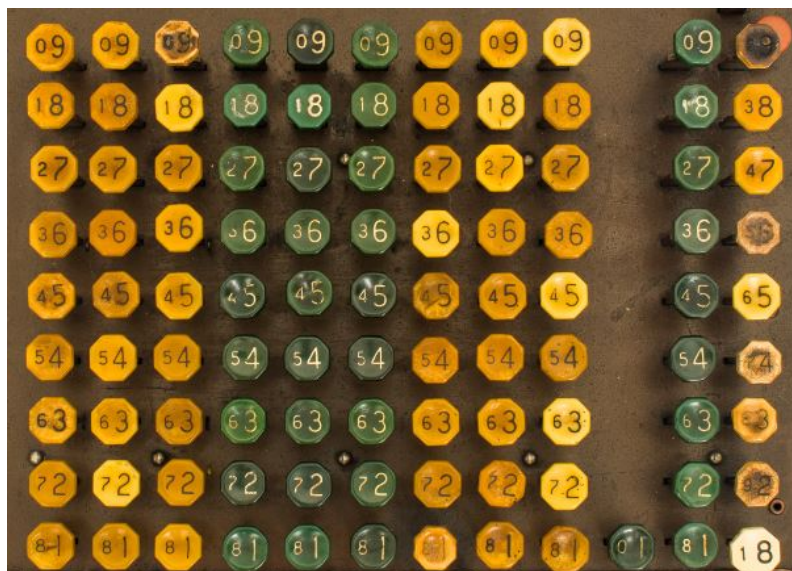
Per a aquesta secció he utilitzat el comptòmetre disponible al museu d'informàtica. Es tracta del model J (veure figura 3.34 ) fabricat a finals de 1925 principis del 1926 però disponible a la venda a partir de febrer del mateix any. Respecte al model J com s'ha dit en apartats anteriors, va ser l'últim model en adoptar la clàssica forma de caixa de sabata.

Es fàcil de reconèixer que es tracta del model J pels dos colors groc i verd visible a les seues columnes (veure figura 3.35 ), que substituïren els colors clàssics del negre i blanc vistos en models anteriors.

Altres característiques que es poden trobar són els inhibidors de les restes (veure figura 3.36 ) utilitzats per a no mostrar el préstec en operacions de restes i



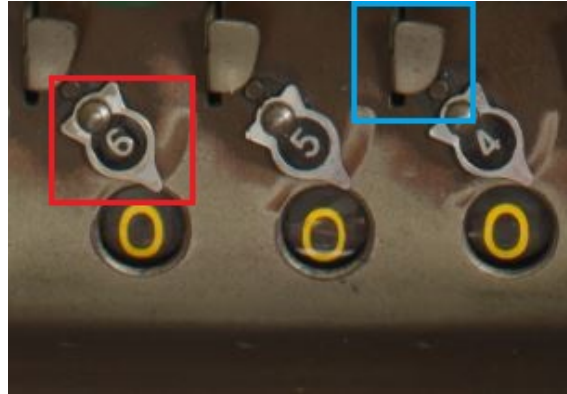
**Figura 3.34:** El comptòmetre del museu pertany al model J. Va ser l'últim model amb forma de caixa de sabata.



**Figura 3.35:** El model J es fàcil de reconèixer gràcies a les columnes pintades amb els colors groc i verd.



els indicadors decimals (veure figura 3.36 ) que substitueixen al clàssic punt o coma decimal. Per altra banda, els indicadors també s'utilitzen a les operacions de divisions, per a separar el quocient del residu. Una altra característica important es el botó d'alliberament de color roig (veure figura 3.37 ). Aquest s'utilitzava en el mecanisme de clau controlada per a corregir errors en pulsacions de tecles.



**Figura 3.36:** Els inhibidors (rectangle blau) eren utilitzats en les restes mentre que els indicadors decimals (rectangle roig) a més d'utilitzar-los en operacions decimals, eren de gran utilitat en divisions.



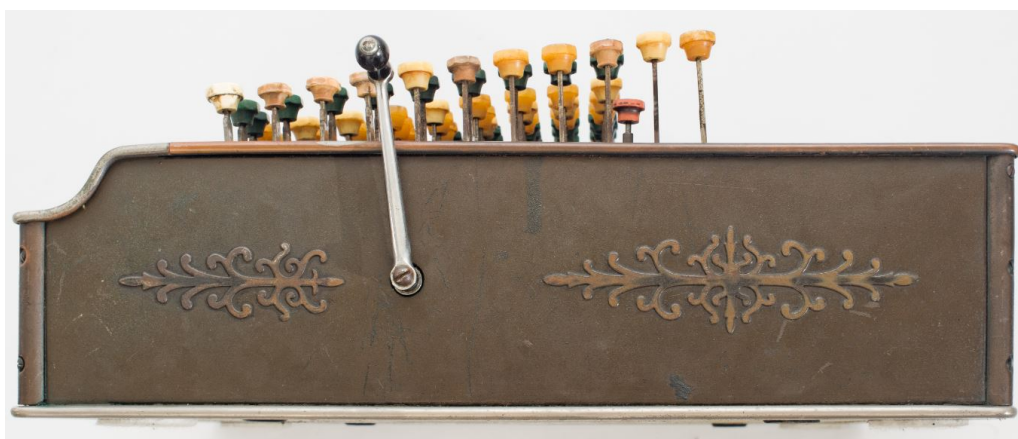
**Figura 3.37:** Després de corregir l'error de pulsació de tecla, es polsava el botó d'alliberament per a continuar amb la operació.

Respecte al disseny del model J del museu, podem trobar la paraula «Comptometer» (veure figura 3.38) gravada amb relleu a la part frontal del comptòmetre i altres figures gravades amb relleu que serveixen d'adorn als laterals del comptòmetre (veure figura 3.39).

Altres detalls importants del model J és el número de sèrie de fabricació (veure figura 3.40) situat a la part esquerra del teclat. Aquest model té com a número



**Figura 3.38:** El gravat a la part frontal del comptòmetre sols era exclusiu als models H, J i K.



**Figura 3.39:** Aquest tipus d'adorn als laterals dels comptòmetres ja era comú a partir del model B.



de sèrie el J250842 i si recordem l'apartat anterior que tracta sobre el model J, la producció d'aquest model va començar pel número 245 000. L'altre detall el trobem a la part superior del comptòmetre. Es tracta sobre el identificador de la patent «Comptometer» (veure figura 3.41).



**Figura 3.40:** La producció del model J va començar pel número de sèrie 245 000, aquest pertany al 250 842.



**Figura 3.41:** La majoria dels models tenien a la part superior el número de la patent corresponent.



---

## CAPÍTOL 4

# Programació amb Scratch: disseny del comptòmetre

---

Aquest capítol descriu la programació amb Scratch, així com la seua interfície i els diferents espais i continguts que es podem trobar a l'hora de treballar amb Scratch. A més, es mostra el comptòmetre programat amb Scratch que és un dels objectius del treball.

### 4.1 ¿Què és Scratch?

---

Scratch es un llenguatge de programació educatiu gratuït que fou desenvolupat pel *Lifelong Kindergarten Group* [16] en el Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT) amb més de 9 milions d'usuaris registrats i 12 milions de projectes compartits. Es utilitza per més de 150 països i disponibles en més de 40 idiomes. A la figura 4.1 es pot veure l'activitat d'usuaris.

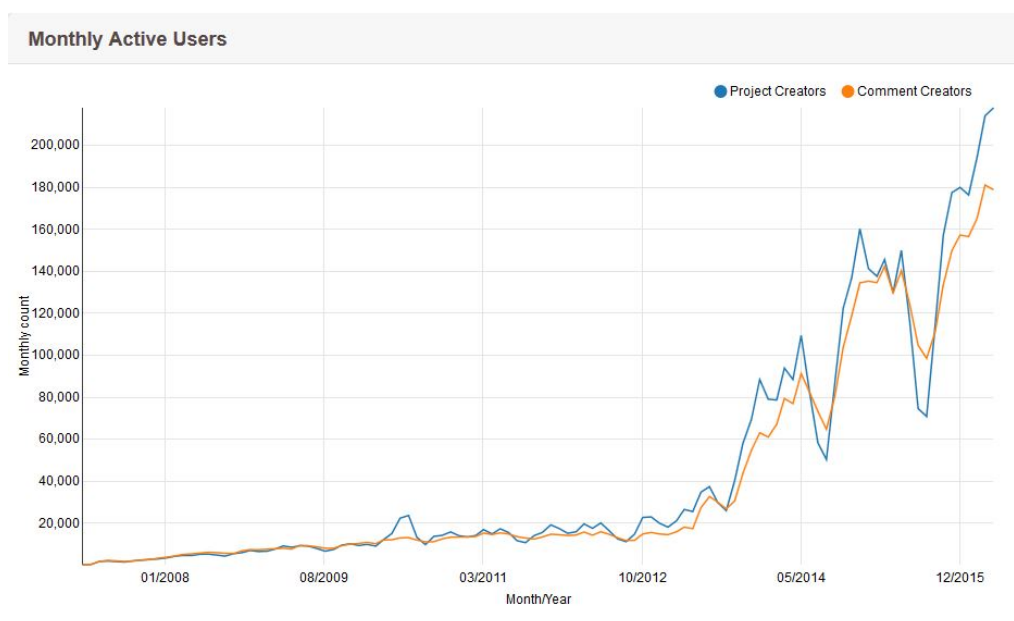


Figura 4.1: Increment d'usuaris en aquest llenguatge de programació.

Per altra part, també és una comunitat en línia on pots crear les teues pròpies històries interactives, jocs, animacions... i compartir les teues creacions amb tots els usuaris. Al dissenyar i programar projectes d'Scratch, els jòvens i xiquets aprenen a pensar, raonar sistemàticament i a treballar col·lectivament.

Scratch està dissenyat per a ser divertit, educatiu i fàcil d'aprendre. Té eines per a crear històries interactives, jocs, art, simulacions i molt més. Inclús té el seu propi editor d'imatges i editor de so incorporat.

Els usuaris del programa en Scratch deuen d'arrastrar els blocs de la part central i unir-los als altres blocs per a formar un trencaclosques. Varies estructures de blocs s'anomenen scripts. Aquest mètode de programació es coneix com a programació d'agafar i soltar (*drag-and-drop programming*). L'eslògan d'Scratch (veure figura 4.2) recull aquest mètode de programació:



Figura 4.2: «Imaginar, Crear, Jugar, Compartir, Reflexionar.»

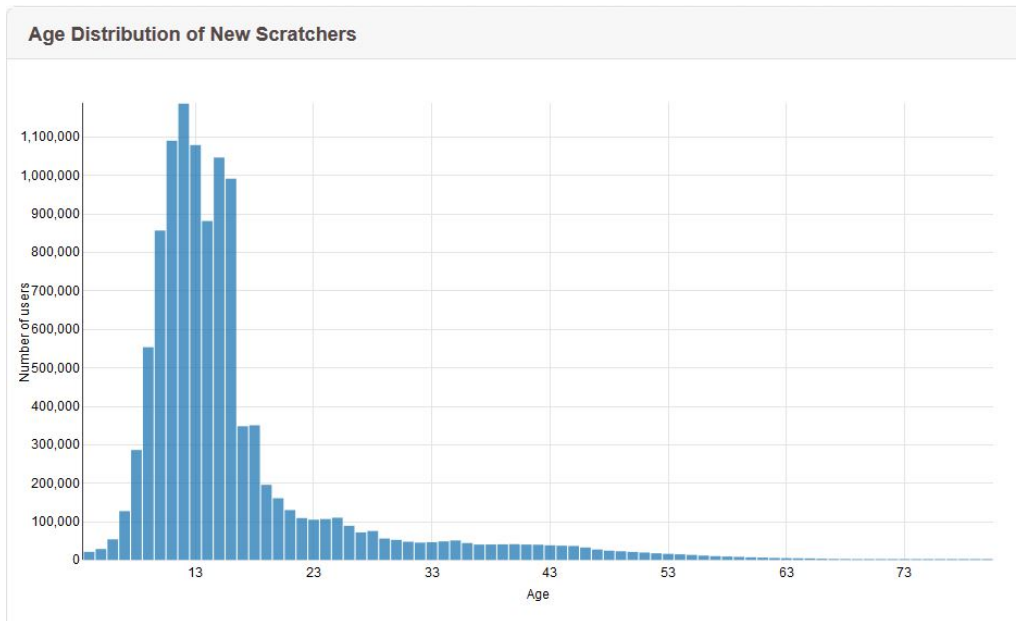
#### 4.1.1. Usuaris d'Scratch

Scratch és utilitzat en escoles de tothom per aprendre programació bàsica a xiquets, però també s'utilitza fora de l'àmbit de l'escola. Està dissenyat especialment per a edats de 8 i 16 anys però també és utilitzat per persones de qualsevol edat. Tan com xiquets i adults aprenen de la programació fonamental gràcies a Scratch i després ja adquireixen una base sòlida per a començar a programar en altres llenguatges de programació. A la figura 4.3 es pot veure la distribució en edats:

#### 4.1.2. Scratch Day

L'Scratch Day [17] és una xarxa global d'activitats on es celebra el dia del Scratch. Aquest any va ser el 14 de Maig i consisteix en que jòvens i adults es reuneixen per a competir amb els seus projectes i aprendre els uns dels altres. No obstant, com diu a la pàgina web, qualsevol dia es pot organitzar un Scratch Day a la comunitat creada per tu mateixa.

Per als que no puguem participar en el Scratch Day o no tenen cap activitat prop, tenen a la seua disposició el fòrum dedicat a aquest dia. A la figura 4.4 es



**Figura 4.3:** La figura mostra les edats que més predominen en l'ús d'Scratch

pot veure un exemple de les comunitats on participaren el passat 14 de Maig a l'Scratch Day.



**Figura 4.4:** La figura mostra les ciutats o poblacions on celebraren l'Scratch Day.

### 4.1.3. La Fundació Scratch

Scratch és un llenguatge basat en blocs i una comunitat en línia creada pel Lifelong Kindergarten Group del MIT Media Lab. La plataforma Scratch fa que programar siga fàcilment partint de zero per als jòvens i no jòvens els seus projectes, jocs, animacions i simulacions, per a després compartir les seues creacions amb la resta d'usuaris.

La fundació Scratch [18] rep donacions per part d'usuaris anònims, corporacions, fundacions... tenen un fons per ajudar a tota la comunitat d'Scratch on inclouen el desenvolupament de noves tecnologies, esdeveniments i la difusió de

recursos d'aprenentatge. Crear, connectar i compartir es l'eslògan de la fundació Scratch (veure figura 4.5).

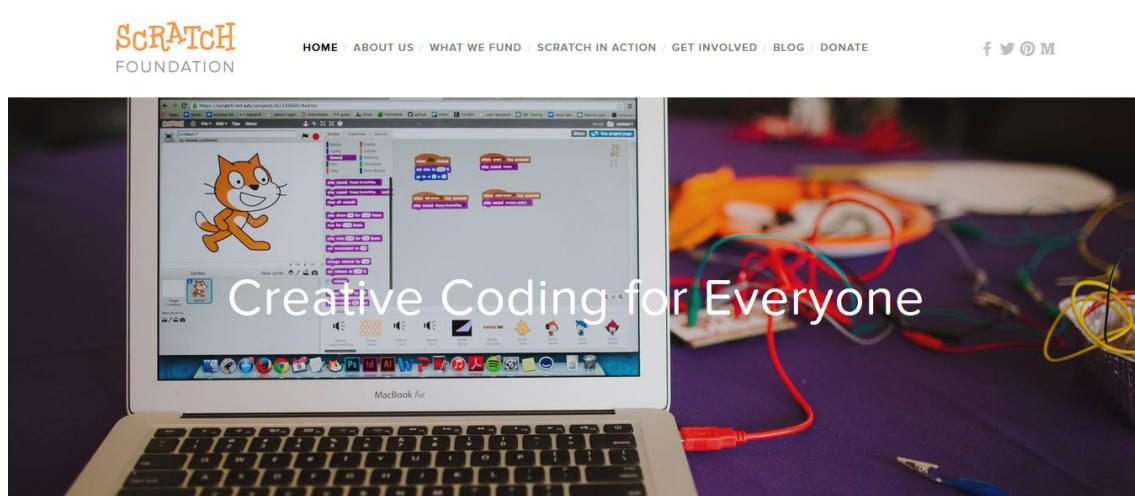


Figura 4.5: La figura mostra la pàgina principal de la web de la fundació.

#### 4.1.4. El projecte Scratch

Scratch és una plataforma multimèdia que es centra en usuaris inexperts o iniciats en el món de la programació. A mesura que desenvolupen els seus coneixements sobre la programació, augmenten el seu pensament creatiu, el raonament i el treball en equip. Tot el contingut de la plataforma i el projecte és accessible a través de la pàgina web oficial<sup>1</sup>.

El projecte Scratch va nèixer durant l'any 2003, com s'ha dit anteriorment amb el grup d'investigació Lifelong Kindergarten del MIT, liderat pel nord-americà Mitchel Resnick (veure figura 4.6). El projecte va sorgir a partir dels pensaments dels integrants del grup. Aquests pensaven en la importància que tenia per als xiquets creure aprenent a dissenyar i expressar-se ja que tots no disposaven de les mateixes oportunitats. El grup buscava desenvolupar una plataforma per a que tots els xiquets pogueren desenvolupar les seues capacitats intel·lectuals. Per això, es van centrar en la idea de Seymour Papert i el seu concepte de programació en blocs de Lego, la mateixa idea en que es centra la programació amb Scratch.

Scratch és un projecte de codi obert. ¿Què significa açò? Significa que l'equip que està darrere d'Scratch elabora la totalitat del projecte estàndard per a després alliberar el seu codi. D'aquesta forma la comunitat pot experimentar amb el desenvolupament de noves extensions i modificacions del programa. En març de l'any 2007 la pàgina web d'Scratch va ser completament redissenyada per a introduir el concepte social en la plataforma. A partir d'aquest moment els usuaris poden compartir i visualitzar els projectes de tots els usuaris de la comunitat, coneguts pel nom d'scratchers.

<sup>1</sup><https://scratch.mit.edu/>



### 4.1.5. Scratch i el pensament computacional

El pensament computacional o també conegut com a computational thinking, és un concepte definit per Jannete M. Wing [21] com a «Processos de pensament involucrats en formular problemes i trobar solucions de forma que estiguen representades per a que puguin ser realitzades per un agent que processa informació, humà o maquinari.»

El pensament computacional amb Scratch tracta d'establir conceptes com seqüències, paral·lelismes, iteracions, dades, operadors, esdeveniments i condicionals. No sols pretén establir conceptes, sinó que també pretén adaptar diferents pràctiques del pensament computacional que són:

- La recerca de solucions: divideix i guanyaràs.
- Provar i depurar: és necessari provar i corregir errors, no tot ix a la primera.
- Reutilitzar: Es poden reutilitzar parts, no sempre s'ha de començar des de zero.
- Abstraure, modular i modelitzar: Es creen models per a gestionar la complexitat.

Aquestes pràctiques estan enfocades al procés de pensar i aprendre, centrant-se més en com estàs aprenent que amb el què estàs aprenent. Aquest concepte va ser utilitzat per Seymour Papert en l'any 1996, i no sols s'aplica a la informàtica, sinó que també s'aplica a diferents disciplines existents.

Scratch ajuda a l'aprenentatge mitjançant el pensament computacional, ja que està enfocat a activitats de disseny. Per ajudar a resoldre aquestes activitats, s'ofereixen una àmplia gama d'eines.



**Figura 4.6:** Resnick, líder del grup d'investigació Lifelong Kindergarten i creador de la plataforma Scratch.

## 4.2 Perquè utilitzem Scratch?

---

La programació amb Scratch és molt diferent a la resta de llenguatges de programació que es coneixen avui en dia. Els motius pels que Scratch es diferencia amb els altres llenguatges són els següents:

- **Facilitat d'ús:** Scratch permet programar a tot tipus d'usuaris ja siguin experts programadors o iniciats en el món de la programació. Per tant, proporciona un sistema format per l'arrastrament de blocs que poden connectar-se entre sí per afegir funcionalitat al programa. Açò evita que l'usuari necessiti coneixements en altres llenguatges de programació.
- **Ensenyança per a usuaris:** Scratch conté a través de la xarxa una gran quantitat de tutorials [12] i llibres sobre el seu ús, novetats i aprenentatges. A més, a la seua pàgina web l'usuari es pot mantindre informat de les diferents notícies i actualitzacions de l'entorn d'Scratch..
- **Editor online i offline:** La pàgina web d'Scratch té el seu propi editor online per a programar en qualsevol lloc. A més té la seua pròpia versió d'escriptori que es pot aconseguir a través de la seua pàgina web.
- **Codi compartit:** L'usuari pot compartir el seu programa a través de la pàgina web i qualsevol usuari el pot visualitzar i inclús fer la seua pròpia versió a partir d'aquest.
- **Gratuït:** Scratch és una eina totalment gratuïta per a tots els usuaris i està disponible en molts idiomes entre els que es troben el català, l'espanyol, l'anglès...

## 4.3 Entorn de Programació

---

En aquesta secció s'expliquen com estan organitzats les diferents àrees dins de l'editor de la pàgina web d'Scratch. En cada àrea es detalla les principals funcions i utilitats.

### 4.3.1. Per on començar?

Com s'ha dit abans, l'entorn de programació està o en versió d'escriptori (offline), o mitjançant l'editor online disponible a la pròpia web d'Scratch. Per aquest treball he triat la versió online. Una vegada registrats, podem accedir a l'entorn de disseny i programació, tal com mostra la figura 4.7 a continuació:

1. Àrea de disseny i execució.
2. Àrea d'objectes: Conté a més, animacions, actors o escenaris.
3. Àrea de programes, fons i sons: Conté a més fons per a utilitzar amb el disseny i sons.

- (a) Àrea de programes.
  - (b) Àrea d'escenaris.
  - (c) Àrea de sons.
4. Blocs d'instruccions. Poden ser de 8 tipus:
- (a) Moviment: Relacionat amb el moviment d'objectes.
  - (b) Aspecte: Modifiquen l'estat i aspecte dels objectes.
  - (c) So: Es poden reproduir sons, gravar-los i fer-los sonar, o fer parlar als objectes.
  - (d) Llapis: Es pot elegir color, grossor i fer que l'objecte dibuixi qualsevol cosa.
  - (e) Dades: Es poden crear variables o llistes que contenen valors.
  - (f) Esdeveniments: Contenen instruccions d'iniciar el programa quan es polsa alguna tecla o objecte. També si es rep un missatge al programa.
  - (g) Control: S'encarreguen del que han de fer els objectes i fins a quan.
  - (h) Sensors: S'utilitza per a detectar si es gasta el ratolí, es pressiona alguna tecla...
  - (i) Operadors: Es fan servir operacions com sumes, restes, multiplicacions, divisions, comparar variables...
  - (j) Més blocs: Pots crear el teu propi bloc o bé utilitzar maquinari addicional.
5. Barra de menús i eines: A partir d'aquestes es pot crear un nou programa, guardar, baixar...entre altres.

### 4.3.2. Àrea de disseny i execució

En aquesta àrea (veure figura 4.8) es visualitzen els escenaris, objectes o actors que es troben en cada moment actuant segons les indicacions del programa. Ens

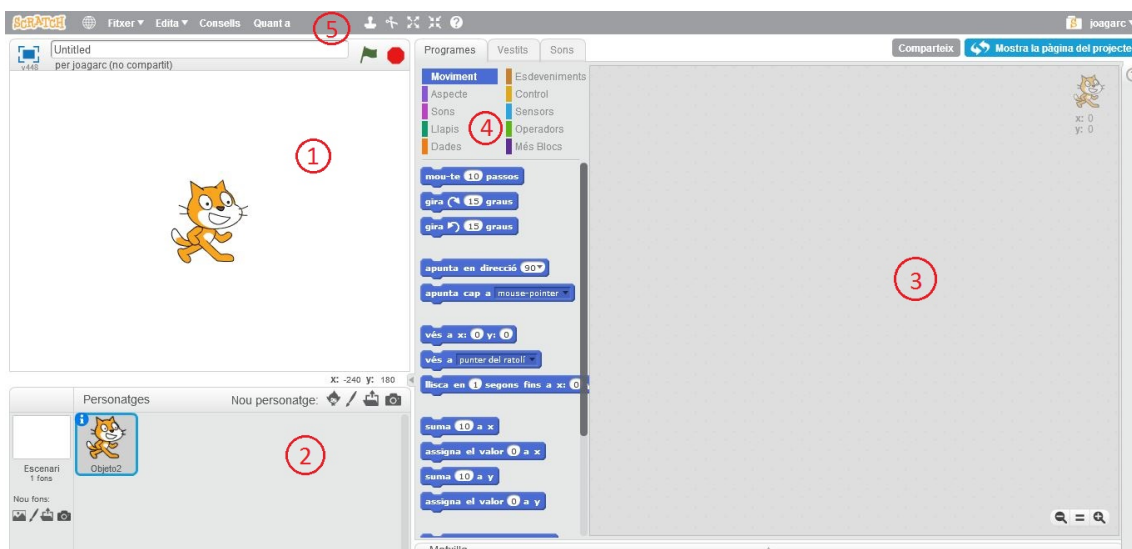
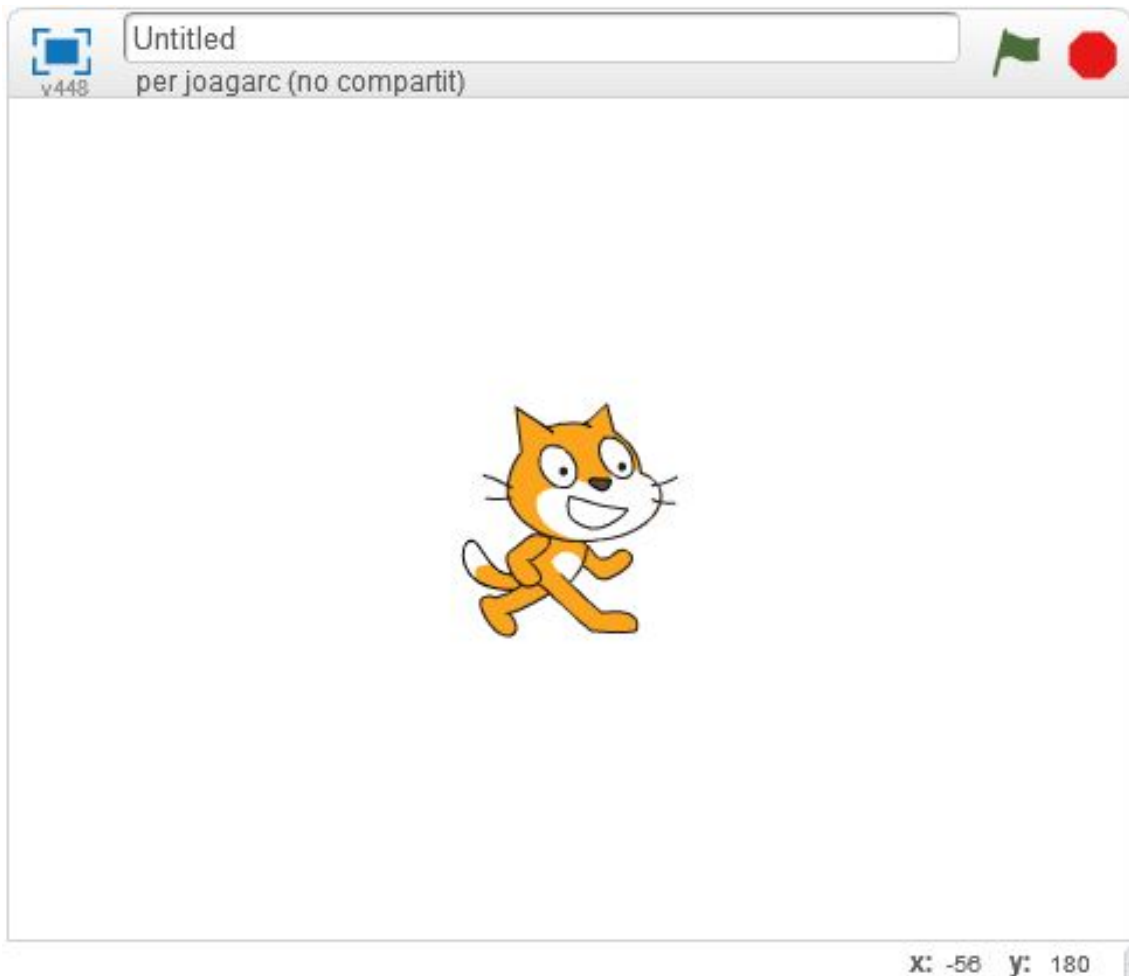


Figura 4.7: La figura mostra les diferents àrees que formen la interfície d'Scratch.

mostren els objectes en temps de disseny per orientar-nos en el disseny on en tot moment tenim les coordenades de la posició del ratolí. A la part superior, podem veure el nostre projecte a pantalla completa i posar nom al nostre projecte.



**Figura 4.8:** En aquesta àrea es mostren els objectes, escenaris i vestits que intervenen en el programa.

L'execució dels programes es poden iniciar fent clic a la bandera verda, o bé detindre el programa fent clic sobre el botó d'stop en roig tal com mostra a continuació la figura 4.9 següent:



**Figura 4.9:** Les opcions que es poden fer en aquesta barra superior d'esquerra a dreta són: ampliar l'àrea, escriure el nom al projecte, començar l'execució o detindre l'execució.

### 4.3.3. Àrea d'objectes

Aquesta àrea (veure figura 4.10) es tracta de l'àrea dels escenaris i actors que s'encarreguen de fer dins de l'àrea de execució allò que s'ha programat per a

cadascú d'ells. Conté els objectes que s'han creat amb el editor propi o els objectes que tenim guardats als nostre ordinador. D'altra banda també es pot seleccionar un objecte de la biblioteca pròpia d'Scratch o agafar un objecte des de la càmera.



**Figura 4.10:** En aquesta àrea apareixen tots els objectes que utilitzem al nostre programa.

El mateix ocorre amb el disseny del fons. Es pot dibuixar un fons des del propi editor, utilitzar un fons ja editat a la biblioteca d'Scratch, carregar un fons des de l'ordinador o seleccionar un fons des de la càmera.

#### 4.3.4. Àrea de programes, escenaris i sons

Aquesta gran àrea la podem dividir en tres subàrees que són: l'àrea de programes, escenaris i sons.

1. Àrea de programes: Aquest espai (veure figura 4.11) està designat per als blocs d'instruccions que formaran el programa. La idea és construir petits conjunts d'instruccions que formaran els programes per cadascun dels objectes o escenaris.
2. Àrea d'escenaris: S'obri un nou espai (veure figura 4.12) on podrem editar el fons o objectes que hem triat o bé fer un de nou. És un editor semblant a l'editor tradicional de Windows amb moltes eines per l'edició o creació.
3. Àrea de sons: A l'última subàrea (veure figura 4.13) podrem seleccionar un so de la pròpia biblioteca, gravar un nou so per la nostra part o bé carregar un des del nostre ordinador. Es pot editar i incloure efectes al so.

#### 4.3.5. Blocs d'instruccions

En aquest espai es troben les instruccions on poder donar als objectes la seua funcionalitat per tal de que els programes es comporten de la manera que es vol. Estan ordenats per colors i per temàtica.

Les instruccions tenen forma de blocs de construcció o contenidors que es fan encaixar els uns amb els altres. S'arrosseguen des de l'àrea de programes,

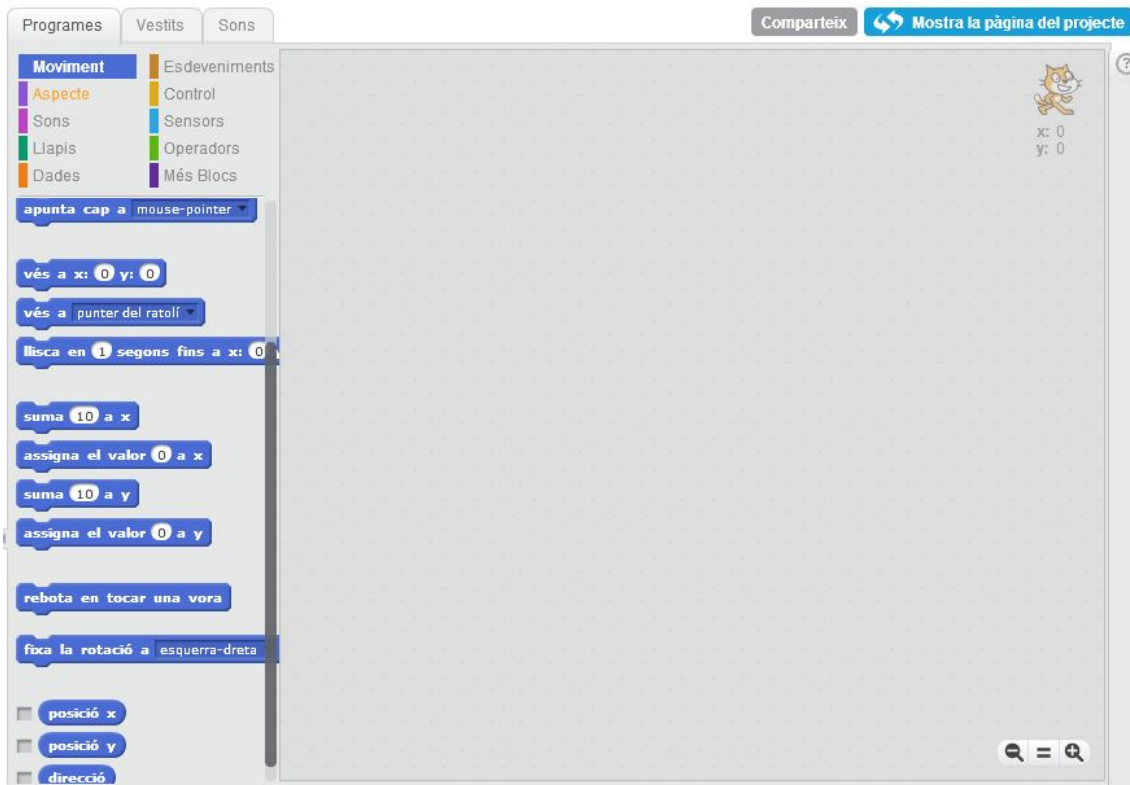


Figura 4.11: Aquesta àrea està dividida en tres àrees: programes, escenaris i sons.

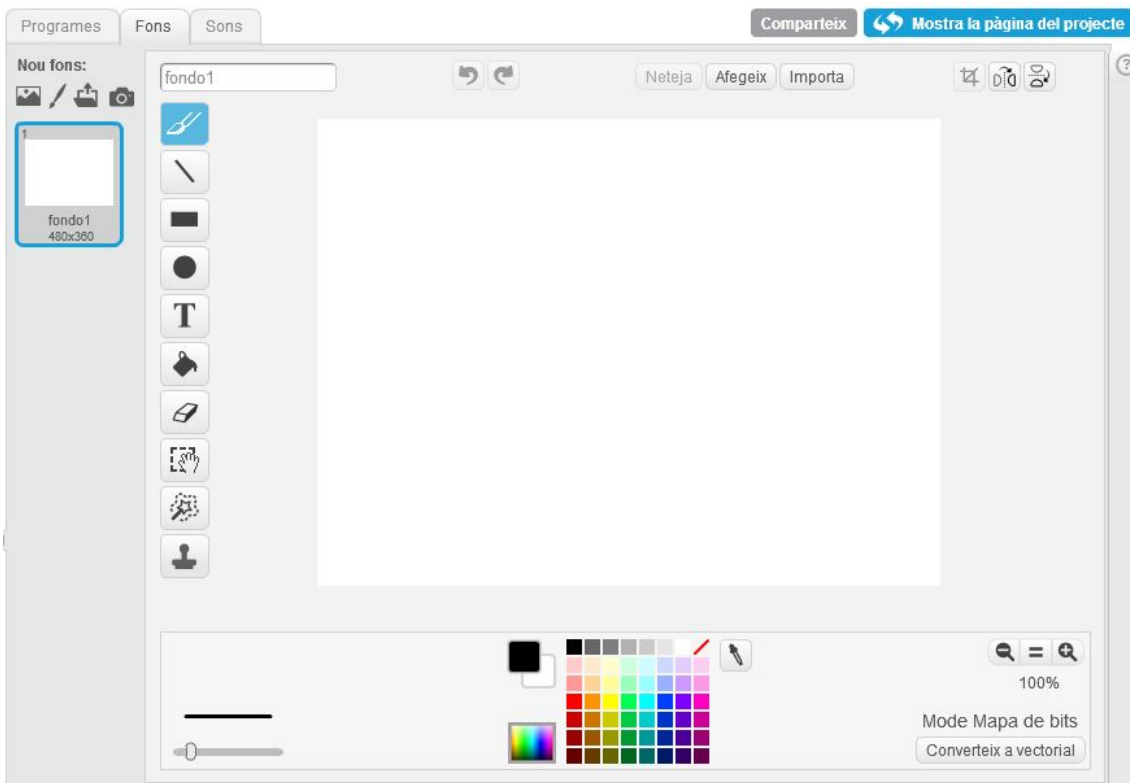


Figura 4.12: En aquesta àrea es pot personalitzar al nostre gust els escenaris i objectes.



escenaris o sons. Hi han blocs que serveixen com a introductoris a la consecució de qualsevol acció, per tant s'ha de saber quin bloc inicia l'acció. Aquests blocs, es troben als blocs d'Esdeveniments (veure figura 4.14) i es podem diferenciar amb la resta perquè la seua part superior és arrodonida i no podem encaixar res damunt.

L'execució del programa comença quan l'usuari toca la bandereta verda de l'àrea d'execució o bé es fa servir alguna instrucció del bloc d'Esdeveniments. Quan alguna de les dos opcions anteriors s'executa, tots els programes que tinguen per exemple el bloc amb la bandera verda s'iniciaran a la vegada. Altres programes quedaran a l'espera fins que es polse alguna tecla o fins a rebre un missatge d'un altre programa per tal d'iniciar-se l'execució. Aquesta última opció és la forma amb la que els programes s'avisen entre ells de que ha passat alguna cosa, mitjançant els missatges.

### 4.3.6. Barra de menús i eines

Aquesta última àrea (veure figura 4.15) no es tan important com les anteriors però sí que ho és respecte a les diferents opcions de l'entorn. Per exemple podem trobar opcions a la pestanya Fitxer com: Canviar d'idioma, Obrir un nou projecte, Guardar projecte, Anar al teu espai de projectes, Descarregar projecte al teu ordinador... A banda altres opcions per a modificar l'objecte com: Duplicar, Esborrar, Créixer, Disminuir... També hi ha una pestanya al teu nom on es pot anar al teu Perfil o Configuració del teu compte.

## 4.4 El comptòmetre implementat amb Scratch

Per a implementar el comptòmetre amb Scratch, primer he tingut que buscar a través de la xarxa, en aquest cas mitjançant la pàgina web de Youtube<sup>2</sup> diferents vídeos sobre realitzar operacions al comptòmetre. Aquests vídeos,<sup>3</sup> mostren

<sup>2</sup><https://www.youtube.com/>

<sup>3</sup><https://www.youtube.com/watch?v=2y6feYyBjxo>

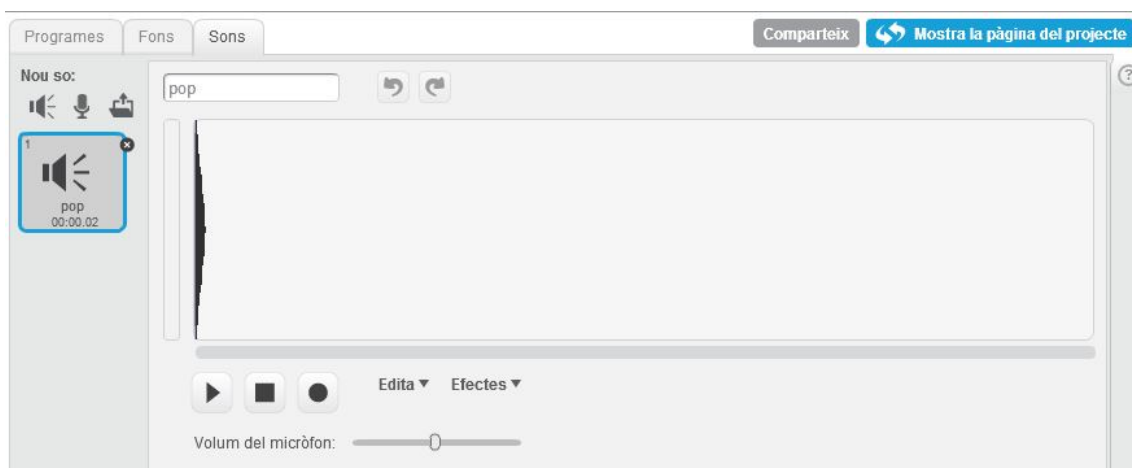


Figura 4.13: Podem crear un so, editar o agafar un de la biblioteca multimèdia.



Figura 4.14: A partir de les instruccions d'aquest bloc es poden iniciar els programes.



Figura 4.15: La barra de menú mostra les diferents opcions i eines que podem realitzar, com guardar el programa, obrir un de nou, editar, modificar objectes, etc.

exemples de com calcular sumes, restes, multiplicacions i divisions en un comptòmetre real. A partir d'aquest punt, a la xarxa també he pogut trobar dos emuladors, com per exemple aquest accessible a la pàgina web: <http://www.tan-gram.de/comptometer.pl> amb la finalitat de poder practicar les quatre operacions aritmètiques possibles al comptòmetre.

Per a profunditzar amb el càlculs del comptòmetre, també m'han servit d'ajuda diferents manuals [7, 8, 9] oficials escrits i documentats per la companyia Felt & Tarrant. Apart he conegut diferents tècniques de càlcul com és el cas de la multiplicació, ja que abans de conèixer aquesta tècnica realitzava una altra que requeria més temps de càlcul.

#### 4.4.1. Disseny del comptòmetre

Per a dissenyar el comptòmetre m'he basat en el model C. Un model que està format per 8 columnes, amb 8 inhibidors per a realitzar operacions de restar i 8 indicadors decimals utilitzats en operacions decimals i en la divisió. A més 8 registres totals per a cada columna, un registre extra per al préstec i la palanca de reiniciar els registres totals. Abans d'entrar a operar al comptòmetre, tenim la pantalla inicial (veure figura 4.16) on es mostren tres opcions per a poder realitzar. A la primera opció, anomenada «Un poc d'història» (veure figura 4.17), podem conèixer una xicoteta part de la història del comptòmetre i el seu creador. La segona opció s'anomena «Instruccions» de com realitzar càlculs al comptòmetre (veure figura 4.18). En aquesta segona opció trobem les quatre instruccions [11] bàsiques que són: la suma, la resta, la multiplicació i la divisió. I ja per últim la tercera opció del menú principal s'anomena «Començar». Una vegada cliquem sobre aquesta tercera i última opció, ja ens obri una segona pantalla on apareix l'emulador del comptòmetre (veure figura 4.19) en el que ja podrem començar a realitzar càlculs.

#### 4.4.2. La palanca de reiniciar

Com bé s'ha dit en apartats anteriors, la palanca és essencial per a reiniciar els registres al seu estat inicial, és a dir, al seu valor zero. Per a implementar la palanca amb Scratch, m'he basat amb dos vestits de la palanca. A un l'he anomenat «palanca-off» (quan la palanca està en repòs) i a l'altre «palanca-on» (quan la palanca és activada).

Per activar la palanca amb Scratch, fem servir dos instruccions que pertanyen al bloc d'esdeveniments (veure figura 4.21). Una acció s'activa quan es clique la palanca en estat off i l'altra instrucció per a fer activar la palanca és polsant la tecla d'espai del teclat. Activar la palanca polsant sobre aquesta directament o polsant la tecla d'espai al teclat genera les mateixes instruccions de codi.

#### 4.4.3. Els registres

Per a implementar els registres (veure figura 4.23) amb Scratch, es fan servir 10 valors i cadascun amb el seu vestit corresponent (0-9) més un registre inicial a zero



Figura 4.16: A la pantalla inicial trobem les opcions principals: Un poc d'història, Instruccions i Començar.

El comptòmetre és el descendent directe de la màquina de tecla polsada de Thomas Hill, patentat als Estats Units en 1857 i de la Pascalina que fou inventada per Blaise Pascal a França l'any 1642. Sols canviant les rodes d'entrada de la Pascalina per les columnes de tecles de Hill, el comptòmetre va ser inventat. La principal similitud entre la Pascalina i el comptòmetre era l'ús del complement a 9 en les operacions de restar.



El seu inventor va ser Dorr Eugene Felt (1862-1930) i durant l'any 1887 va crear la primera calculadora mecànica (model de carcassa de fusta) impulsada per tecles amb una rapidesa i fiabilitat suficients per a aportar beneficis econòmics significatius amb el tractament de dades empresarials.

Aquest invent va ser tot un avanç per al càlcul del comerç, ja que era una calculadora que era capaç de realitzar càlculs (sumes, restes, multiplicacions i divisions) ràpidament mitjançant la polsació de diverses tecles al mateix temps utilitzant tants dits com els que eren requerits.



**Figura 4.17:** En aquesta secció es pot conèixer una xicoteta part de la història del comptòmetre.



- Per a sumar:

Sols cal pulsar les tecles dels números que es desitjen sumar i el propi mecanisme del comptòmetre ja agregarà el valor de la tecla pulsada al registre total.

- Per a multiplicar:

La multiplicació és tan sols una repetició d'operacions de sumes però amb el desplaçament de columnes. Per exemple per a multiplicar  $32 \times 12$ , pulsariem 2 vegades el número 2 i el número 3. Desplaçaríem la columna a l'esquerra i ara pulsariem 1 vegada el número 2 i 3.

- Per a restar:

Primer introduïm el minuend. A continuació polsem el inhibidor de la resta en la primera xifra del minuend. Després introduïm el subtrahend però en complement a 9 (números menuts en les tecles) i l'última xifra del subtrahend se li resta 1.

- Per a dividir:

Introduir el dividend i pulsar el indicador decimal en la primera xifra del dividend. Després introduïm el divisor amb complement a 9 fins que el divisor siga major que el dividend. El resultat quedarà dividit per l'indicador decimal. A l'esquerra el quocient i a la dreta el residu.

Figura 4.18: En aquesta secció s'exposen de manera breu les principals operacions que es poden realitzar al comptòmetre.

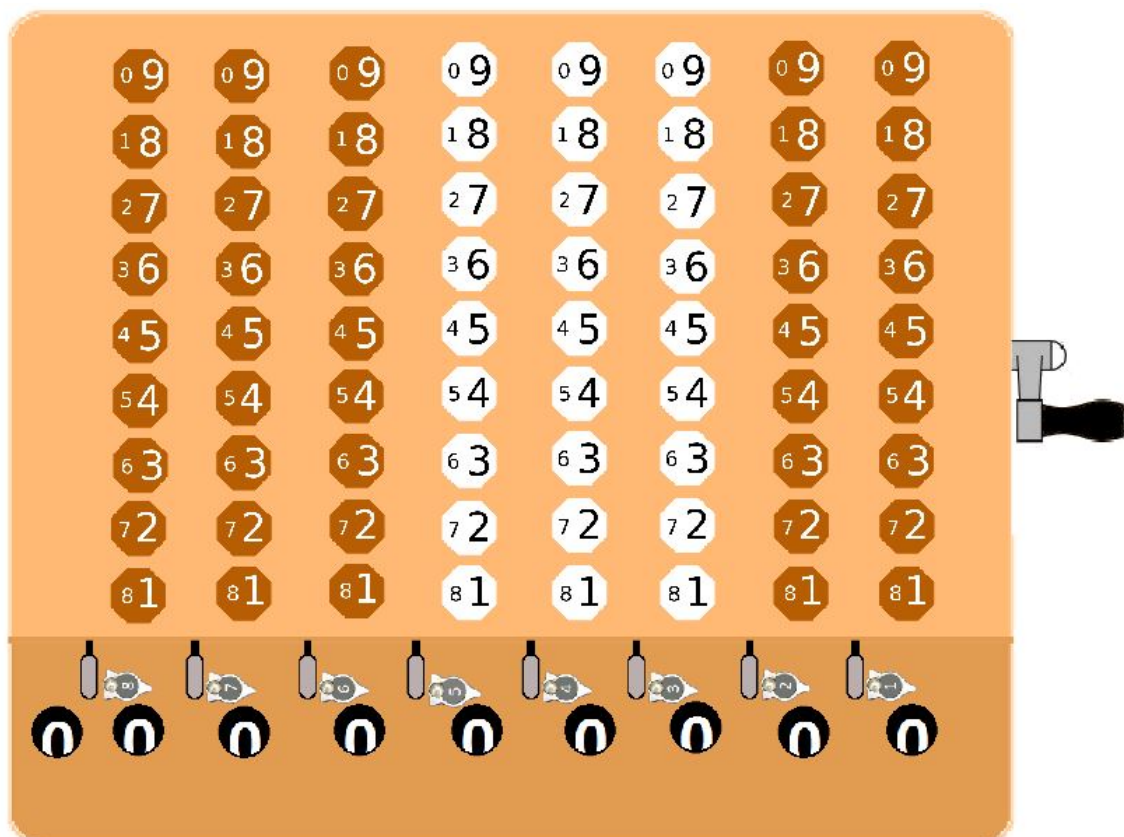
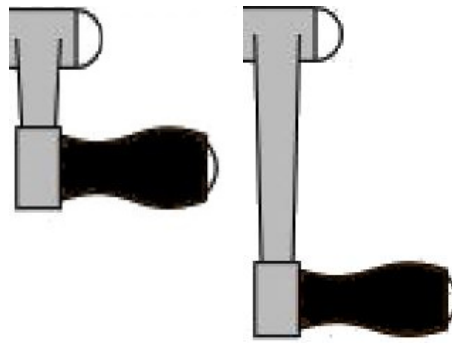


Figura 4.19: El comptòmetre implementat amb Scratch.





**Figura 4.20:** La palanca de l'esquerra està en estat de repòs i la palanca de la dreta està activada.



**Figura 4.21:** Quan es polsa l'objecte de la palanca o la tecla d'espai al teclat, es genera el so de reiniciar i al mateix temps la palanca canvia d'estat (de l'estat off a on) i torna al seu estat inicial. Després envia un missatge «reiniciar» a tots els registres per a indicar que aquestos tenen que canviar el seu vestit actual al vestit inicial (zero). Una vegada els registres reben aquest missatge, els valors de cada registre també s'inicialitzen a zero.

amb el seu vestit (veure figura 4.22), però aquest sols es mostra quan s'activa la palanca.

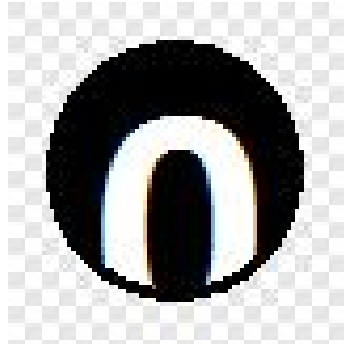


Figura 4.22: El registre inicial es mostra quan s'activa la palanca.

#### 4.4.4. Els inhibidors de la resta

Els inhibidors de la resta (veure figura 4.24) també tenen dos estats com l'objecte palanca. En aquest cas, quan es troba en estat de repòs s'anomena «restador-off» i es mostra el vestit inicial. Quan es clica damunt d'aquest objecte canvia d'estat (al mateix temps que de vestit) a «restador on». El codi detalladament el podem trobar a la figura 4.25.

#### 4.4.5. Les tecles

Implementar les tecles (veure figura 4.26) amb Scratch ha sigut la part amb més dificultat ja que cal tindre amb compte si s'està realitzant o bé operacions de restar o bé operacions de sumar. El codi de les tecles és el mateix per a totes les tecles i està dividit en dos blocs que es poden veure a la figura 4.27 i a la figura 4.28.

#### 4.4.6. Els indicadors decimals

Cadascun dels indicadors decimals (veure figura 4.29) estan representats pel número de columna i registre al que pertanyen. A diferència dels inhibidors que tenen dos vestits diferents els indicadors sols en tenen un. El seu codi és semblant al dels inhibidors i es detalla en la figura 4.30.

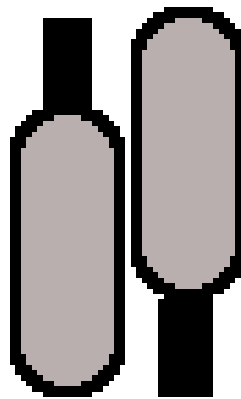
#### 4.4.7. Exemples d'operacions al comptòmetre

A continuació es mostren alguns exemples executats amb Scratch de les quatre operacions que es poden realitzar al comptòmetre:

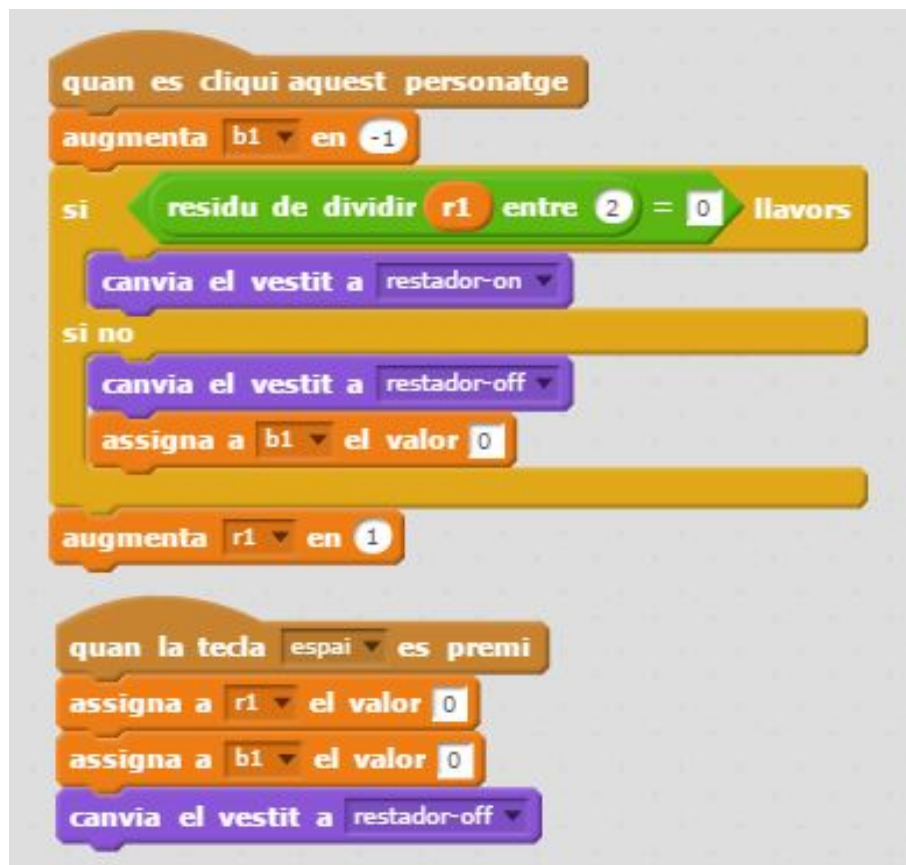
1. Exemple d'una suma: A la figura 4.31 es mostra el procés de sumar  $123 + 789$ .
2. Exemple d'una multiplicació: A les figures 4.32 i 4.33 es mostra el procés de multiplicar  $258 \times 32$  mitjançant repeticions de sumes.



**Figura 4.23:** Tots els registres estan implementats de la mateixa forma. Al pulsar qualsevol tecla de la columna situada dalt del registre envia un missatge «rr1» (en aquest cas al registre 1). Quan el registre rep aquest missatge, compara el valor que envia la tecla pulsada i depenent d'aquest valor mostra un vestit o un altre.



**Figura 4.24:** Al clicar sobre aquest objecte (inhibidor de l'esquerra) canvia de vestit (inhibidor de la dreta). Si reiniciem els registres (palanca de reiniciar) polsant la tecla espai l'inhibidor torna al seu estat (vestit) inicial.



**Figura 4.25:** Per al seu funcionament fem servir un comptador inicialitzat a zero (vestit inicial). Al polsar l'inhibidor el valor de la seua variable és igual a -1. Aquest valor negatiu indica a les teclades que es va a realitzar la operació de restar. Per a activar els diferents estats off i on es fa servir la operació de dividir el valor de r1 (registre 1) entre 2. Si aquest valor és imparell s'activa el vestit «restador-on» i si és par s'activa el vestit «restador-off». Quan es polsa la tecla d'espai al teclat torna al valor zero i a l'estat inicial.



**Figura 4.26:** Les tecles del comptòmetre amb Scratch tenen forma octogonal i estan compostes per dos números, el principal i el número xicotet per a realitzar operacions amb complement a 9.

3. Exemples de restes: Per a restar utilitzem el complement a 9 (números xicotets a les tecles) quan introduïm el subtrahend. Es poden trobar diferents dificultats a l'hora de restar alguns números. A continuació es detallen les més importants:
  - (a) Restem  $876 - 543$ . A les figures 4.34 i 4.35 es mostra el procés d'aquesta operació.
  - (b) Restem  $765 - 493$ . A la figura 4.36 es mostra el procés d'aquesta operació.
  - (c) Restem  $987 - 965$ . A la figura 4.37 es mostra el procés d'aquesta operació.
  - (d) Restem  $456 - 78$ . A la figura 4.38 es mostra el procés d'aquesta operació.
  - (e) Restem  $7654 - 3200$ . A la figura 4.39 es mostra el procés d'aquesta operació.
4. Exemple d'una divisió: Per a les divisions també s'utilitza el complement a 9 igual que la resta. No s'utilitza l'inhibidor de la resta però sí el indicador decimal, per a saber el quocient i el residu. Les figures 4.40, 4.41, 4.42 i 4.43 mostren un exemple de com dividir  $225 \div 53$ .



**Figura 4.27:** Al pulsar l'inhibidor de la resta el valor de b1 és igual a -1 i és quan la tecla detecta que es va a realitzar una operació de restar. Al ser el valor -1 entra per la primera condició i suma 3 al registre (en aquest cas al registre 1). Envia un missatge al registre 1 avisant de que el valor del registre 1 ha canviat a 3, després el registre sols tindrà que canviar el vestit actual pel vestit igual al valor del registre (en aquest cas el 3). No obstant això, els valors del registre 1 poden ser en aquest cas per a la tecla 3 de 10, 11 i 12. Al utilitzar els inhibidors de la resta, aquests eliminen el préstec (si hi ha) de la resta, per tant si el valor és 10, 11 i 12 sols apareix al registre el valor de les unitats, que serien o bé 0, 1 o 2. Aquestos valors s'envien al registre corresponent i és aquest l'encarregat de canviar el vestit.





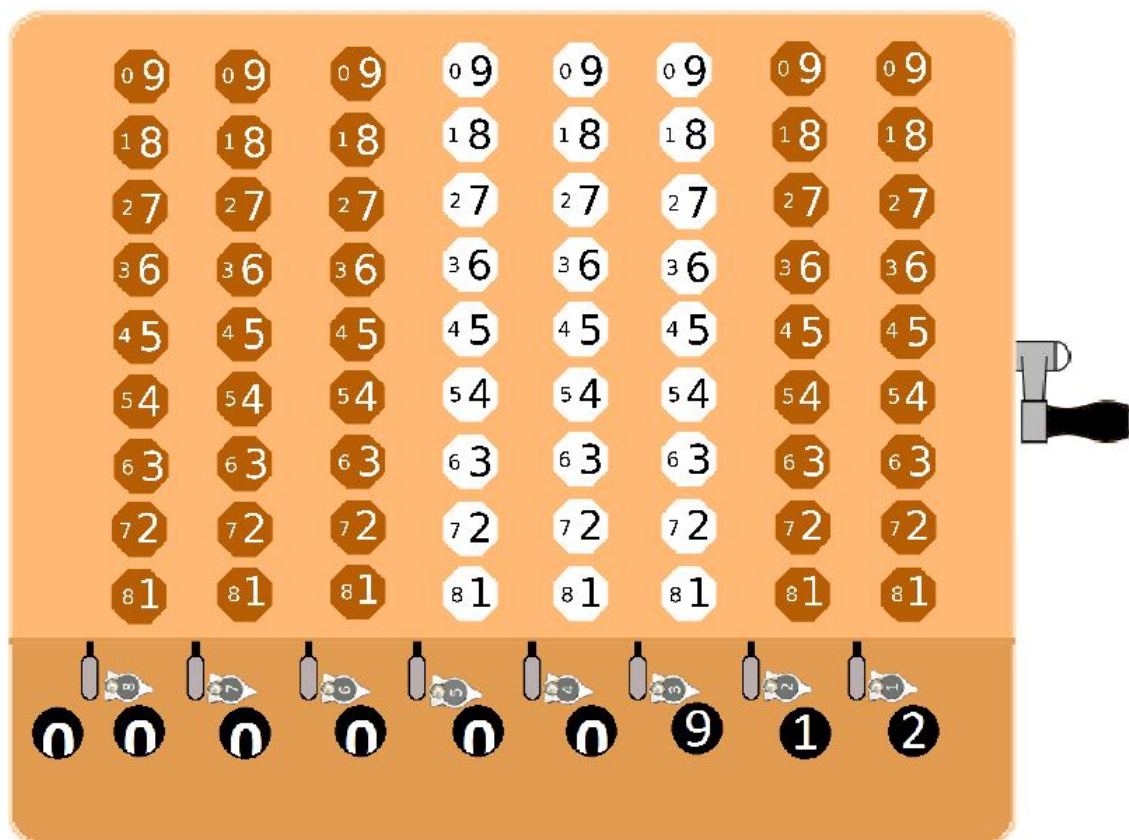
**Figura 4.28:** El codi és semblant al bloc de la resta però ara sí que tenim en compte el préstec per a sumar. Si el valor és major o igual a 10, (en aquest cas la tecla 3 sols pot sumar fins al valor 12) les unitats es queden al registre 1 mentre que el préstec es suma al registre 2. Després de sumar envien un missatge al seu registre corresponent i aquest canvia el vestit segons el valor. No s'ha detallat tot el codi a la imatge ja ja que a partir de la instrucció «rr2=10», es compara també per a rr3, rr4... fins a rr8 i el codi és el mateix però canviant registres.



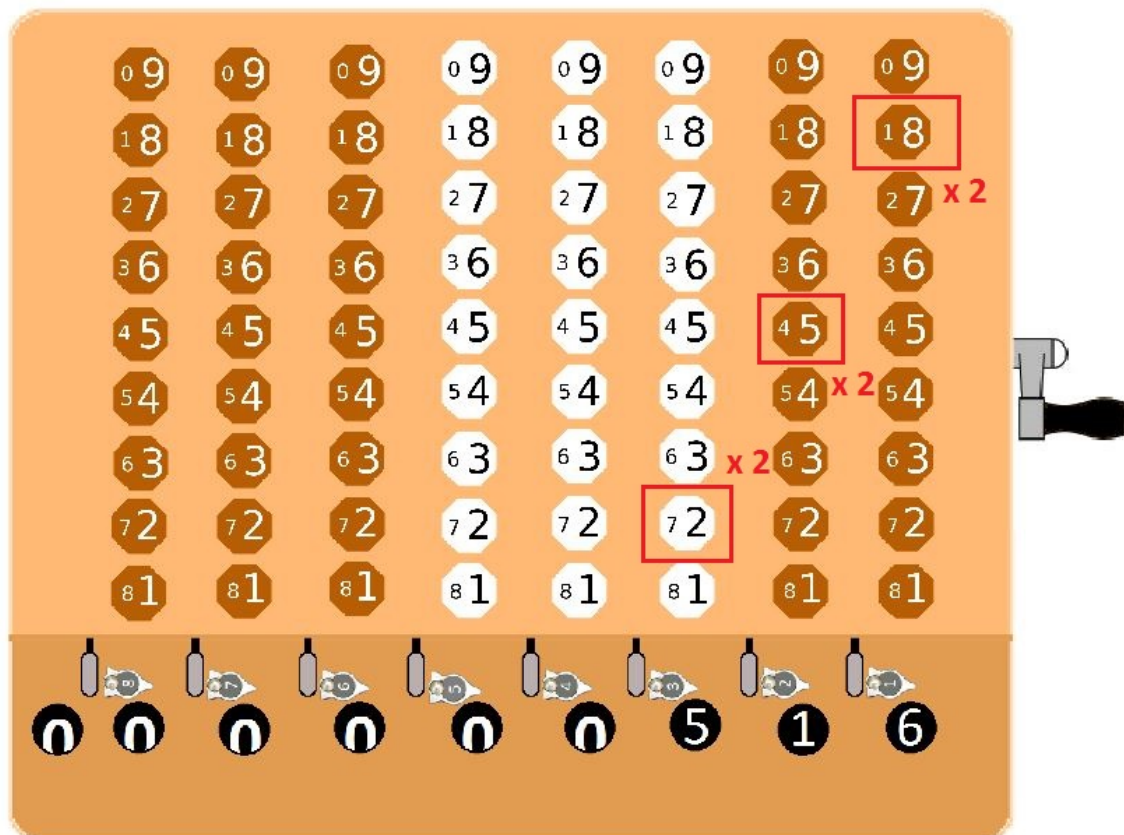
**Figura 4.29:** Els indicadors decimals inclouen el número de columna i registre en el que es troben.



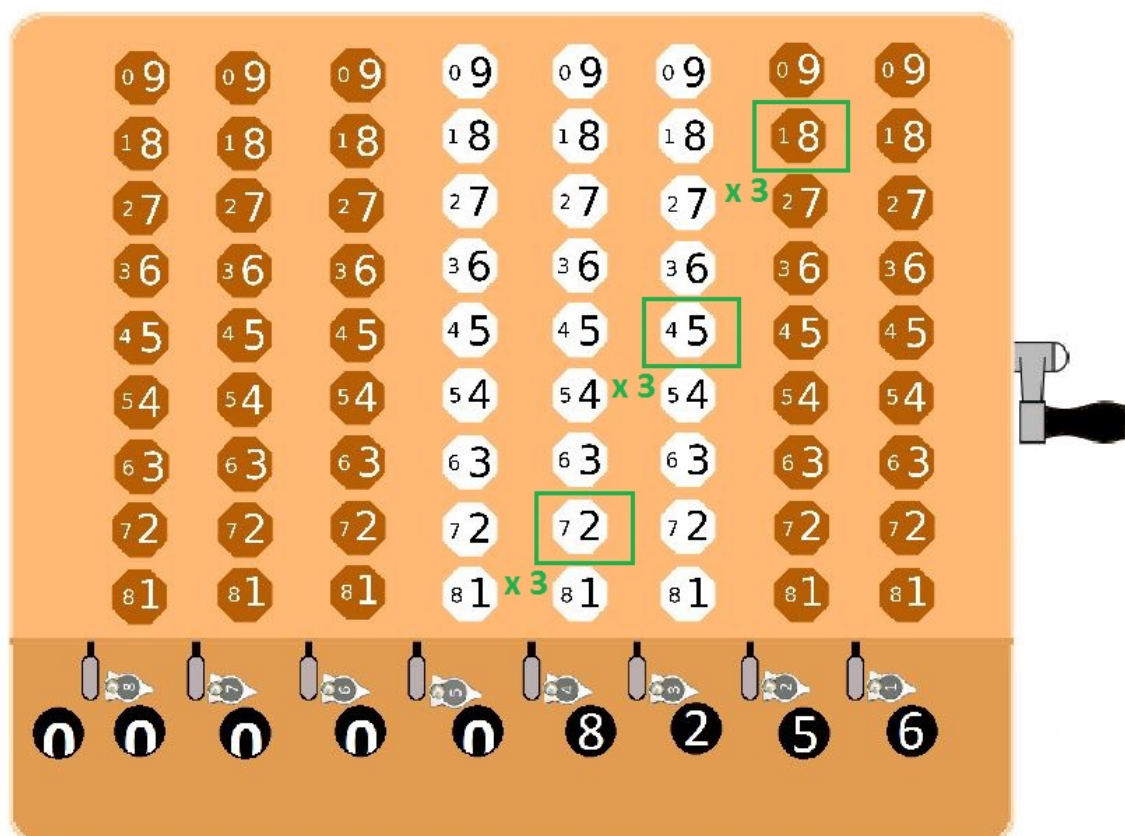
**Figura 4.30:** El codi és semblant al dels inhibidors. Es fa servir el valor de dividir d1 entre 2. Si el resultat és imparell el indicador es col·loca verticalment (posició de 90°) i si el valor és par, es col·loca en posició horitzontal (0°). Quan es polsa la tecla d'espai per a reiniciar el comptòmetre torna a la seua posició inicial.



**Figura 4.31:** Introduïm al comptòmetre el primer número (123). Introduïm al comptòmetre el segon número (789). El resultat total de la suma es mostra al registre.

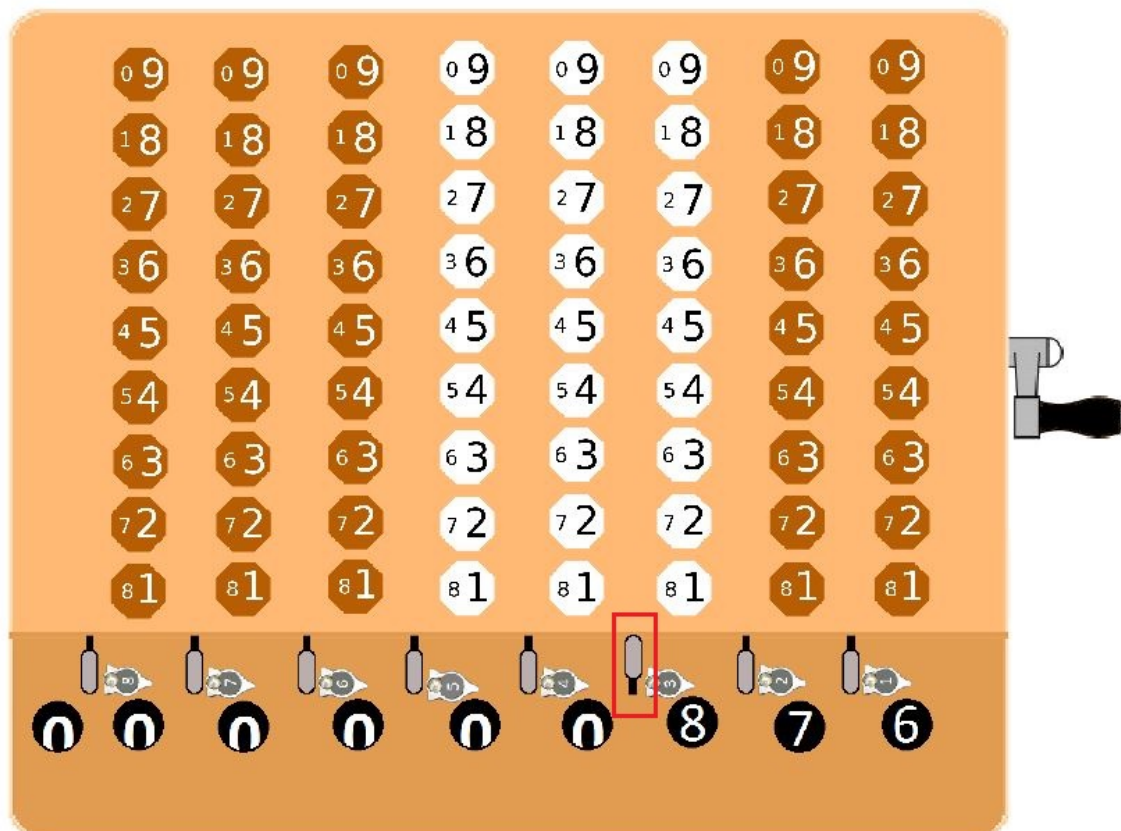


**Figura 4.32:** Primer introduïrem dos vegades cada xifra del multiplicant (ja que primer comencem a multiplicar per 2).



**Figura 4.33:** Desplacem una columna a l'esquerra i introduïm 3 vegades cada xifra del multiplicand (ara estem multiplicant per 3). El resultat total es mostra al registre.



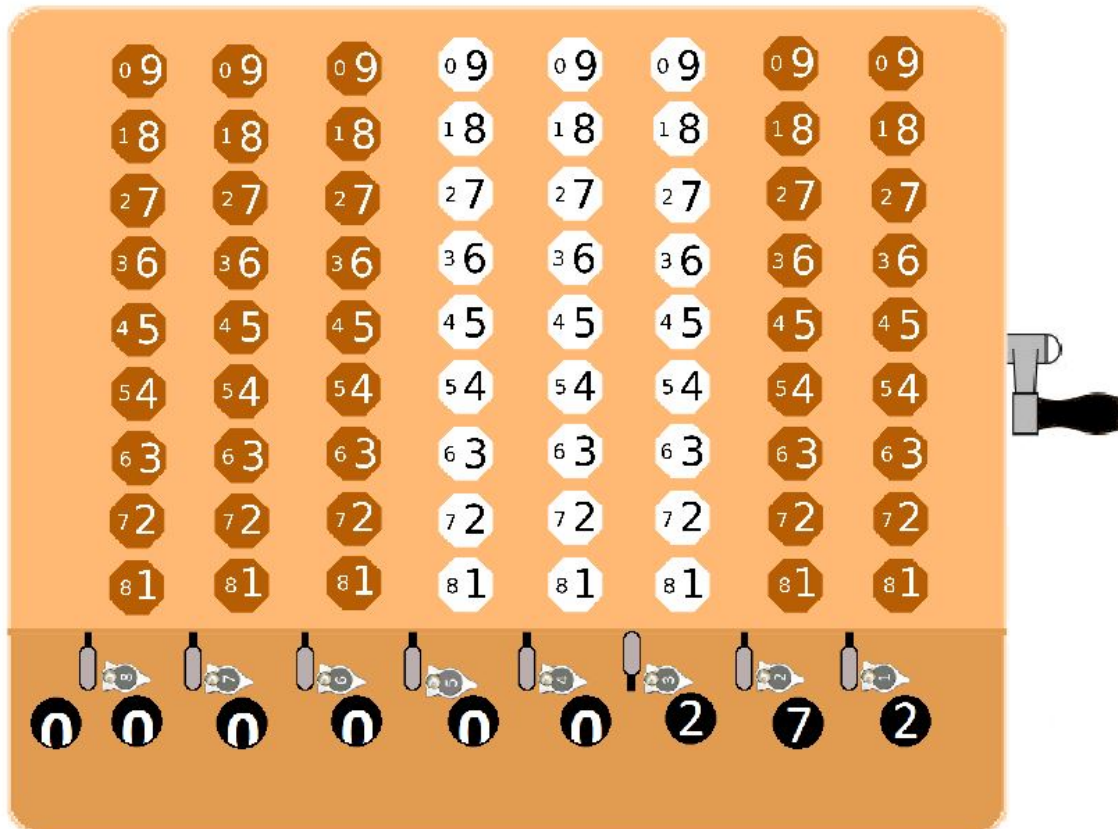


**Figura 4.34:** Introduïm el minuend (876) al comptòmetre i activem l'inhibidor de la resta en la primera xifra.

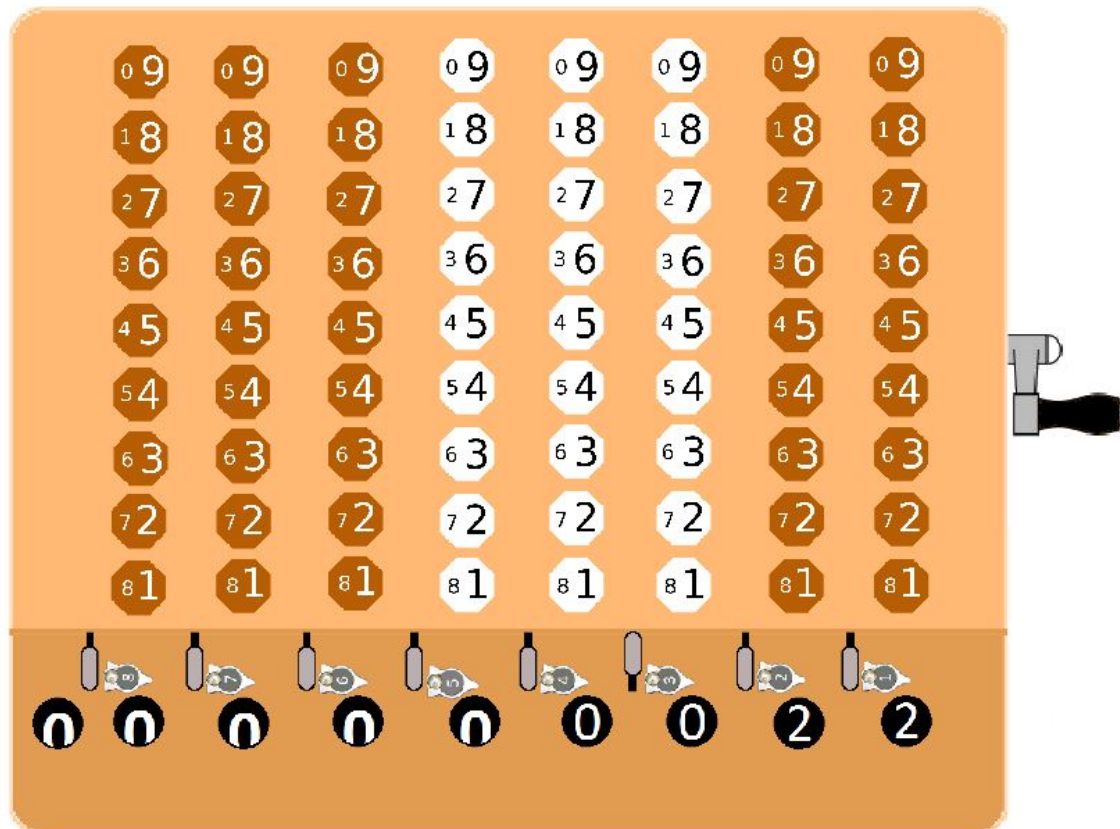




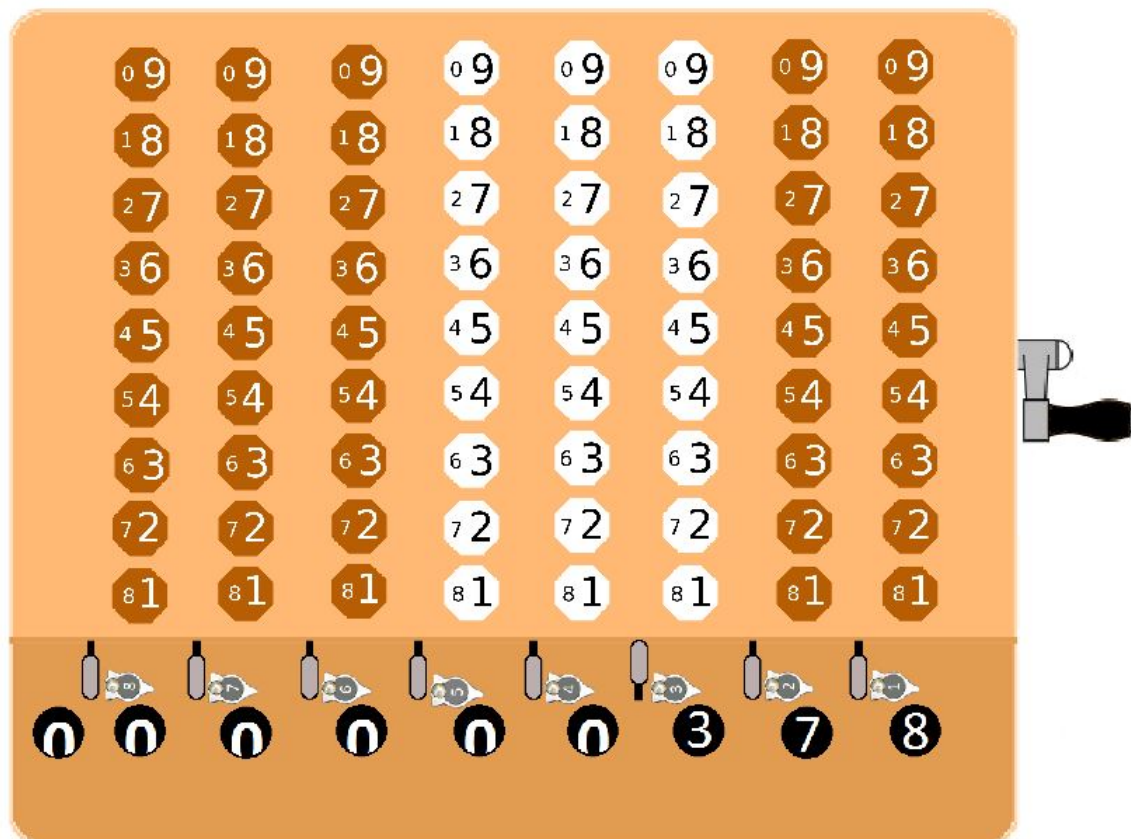
**Figura 4.35:** El següent pas és introduir el subtrahend (543) però amb els números xicotets que es troben a les tecles. Cal anar en compte en l'última xifra del subtrahend ja que es té que introduir restant-li 1.



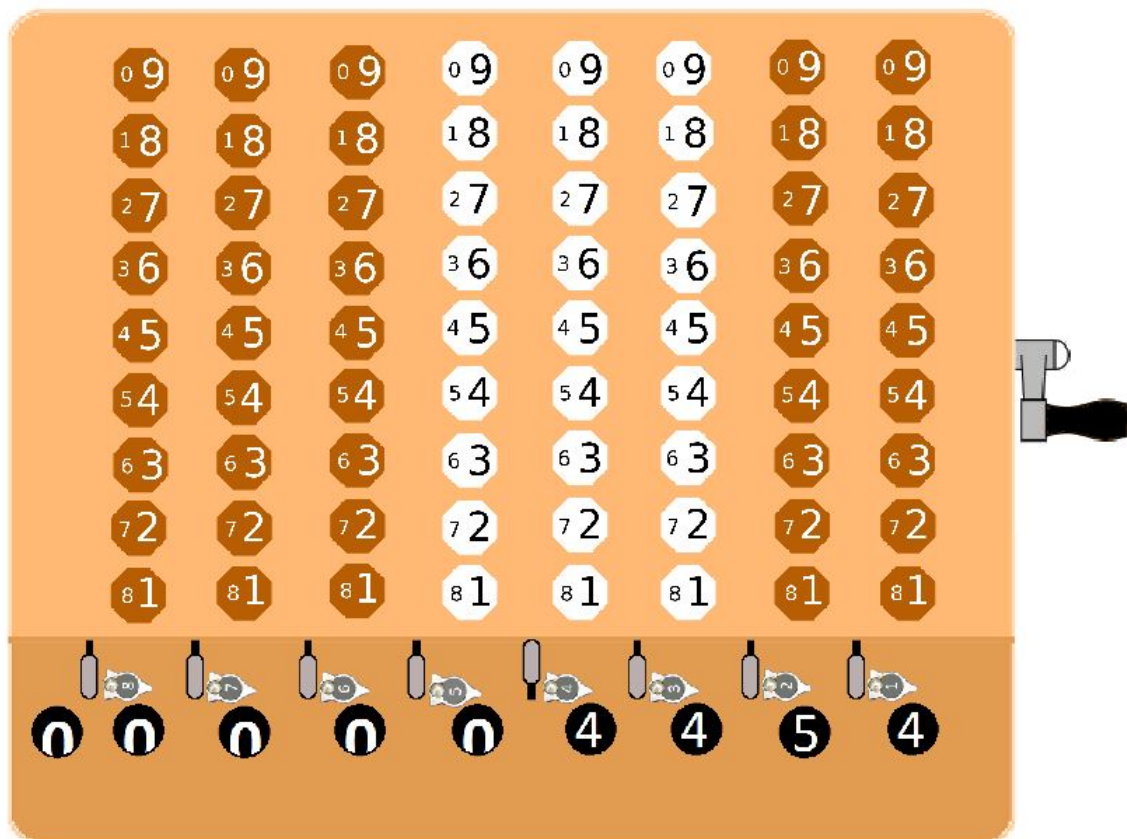
**Figura 4.36:** Introduïm el minuend (765) al comptòmetre i activem l'inhibidor de la resta en la primera xifra. El següent pas és introduir el subtrahend (493) però amb els números xicotets que es troben a les tecles. Per a introduir el 9 no hi cal pulsar cap tecla ja que el número 9 xicotet no es troba en les tecles. Cal anar en compte en l'última xifra del subtrahend ja que es té que introduir restant-li 1.



**Figura 4.37:** Introduïm el minuend (987) al comptòmetre i activem l'inhibidor de la resta en la primera xifra. El següent pas és introduir el subtrahend (965) però amb els números xicotets que es troben a les tecles. Com en l'exemple anterior, per a introduir el 9 no hi cal pulsar cap tecla. Cal anar en compte en l'última xifra del subtrahend ja que es té que introduir restant-li 1.



**Figura 4.38:** Introduïm el minuend (456) al comptòmetre i activem l'inhibidor de la resta en la primera xifra. El següent pas és introduir el subtrahend (78) però amb els números xicotets que es troben a les tecles. Si el subtrahend té menys xifres que el minuend, es completen les xifres que falten amb els zeros xicotets de les tecles. Cal anar en compte en l'última xifra del subtrahend ja que es té que introduir restant-li 1.

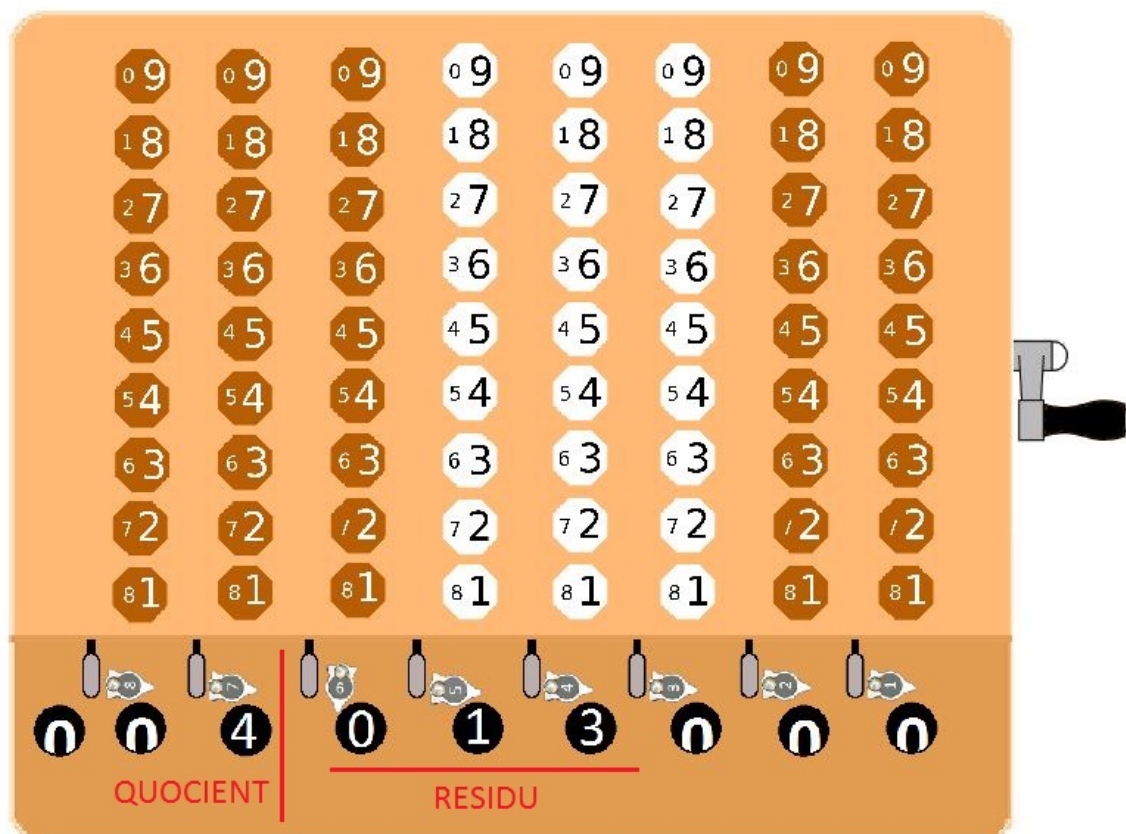


**Figura 4.39:** Introduïm el minuend (7654) al comptòmetre i activem l'inhibidor de la resta en la primera xifra. El següent pas és introduir el subtrahend (3200) però amb els números xicotets que es troben a les tecles. Si el subtrahend acaba amb zeros s'introdueix fins a l'última xifra abans del zero però restant-li 1.

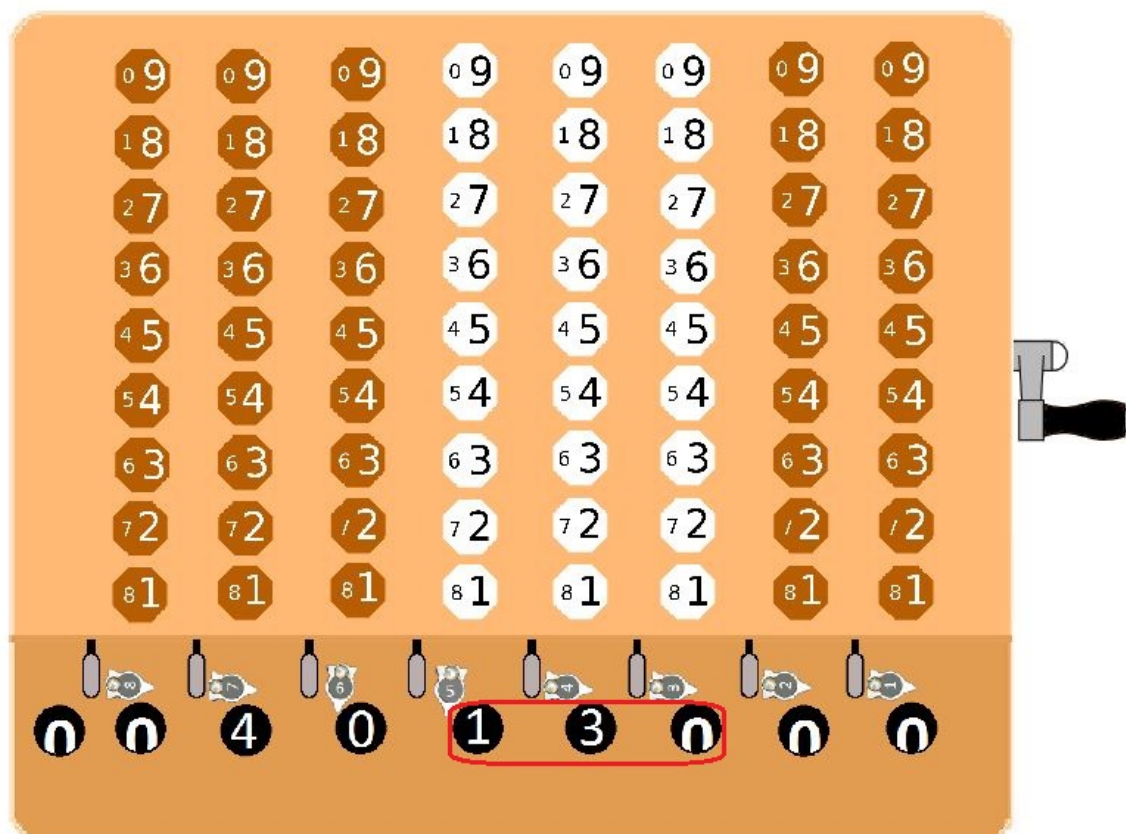




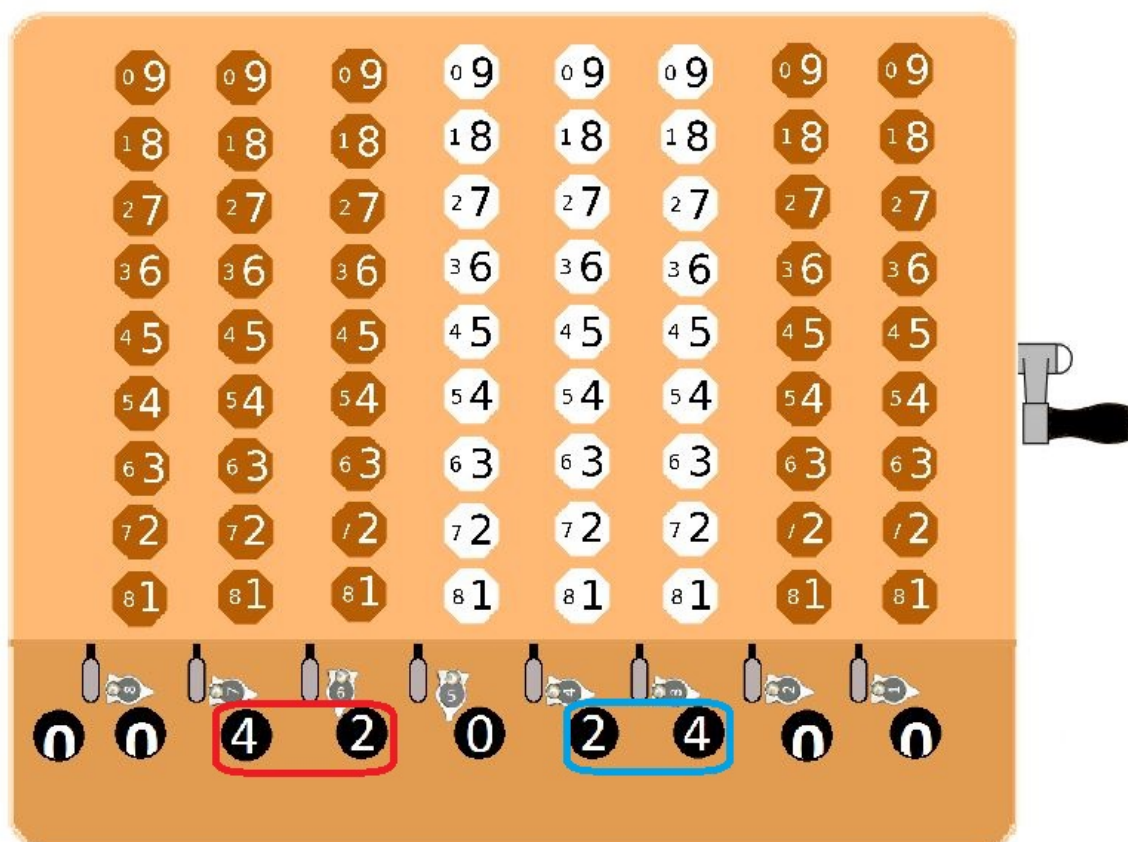




**Figura 4.41:** Arribem a divisor = 13, per tant és menor que 53 i acaba la divisió. El indicador decimal separa el quocient (4) del residu (13).



**Figura 4.42:** Si se vol seguir dividir, ara el dividend passa a ser 130, activaríem el indicador en la primera xifra i començaríem altra vegada a dividir per 53.



**Figura 4.43:** El dividend és menor que 53 per tant la divisió acabaria ací. El quocient és 4,2 i el residu 24. Si se vol seguir dividint, el dividend passaria a ser 240.



---

---

## CAPÍTOL 5

# Pàgina web del museu d'informàtica de l'ETSINF

---

Aquest capítol es focalitza en la implementació d'una pàgina dissenyada en WordPress per a ser afegida a la pàgina web del museu d'informàtica amb el comptòmetre implementat amb Scratch. Al mateix temps s'inclou un enllaç que ens permetrà accedir a la pàgina d'Scratch en la que podrem visualitzar el codi intern i retocar aquest codi si volem al nostre gust.

### 5.1 Implementació i organització de la web

---

Un dels objectius d'aquest treball era el disseny i la implementació d'un comptòmetre amb Scratch. Una vegada realitzat aquest objectiu, el comptòmetre ha de ser compartit mitjançant la pàgina web del museu d'informàtica per a que els visitants de la web puguin descobrir com eren les màquines de càlcul que s'utilitzaven en aquella època i també puguin realitzar les primeres operacions amb l'emulador d'un comptòmetre. No obstant això, també pot servir per a motivar a l'alumne o visitant a començar a programar amb un llenguatge de programació com Scratch i així poder emular altres màquines, aparells antics o qualsevol cosa.

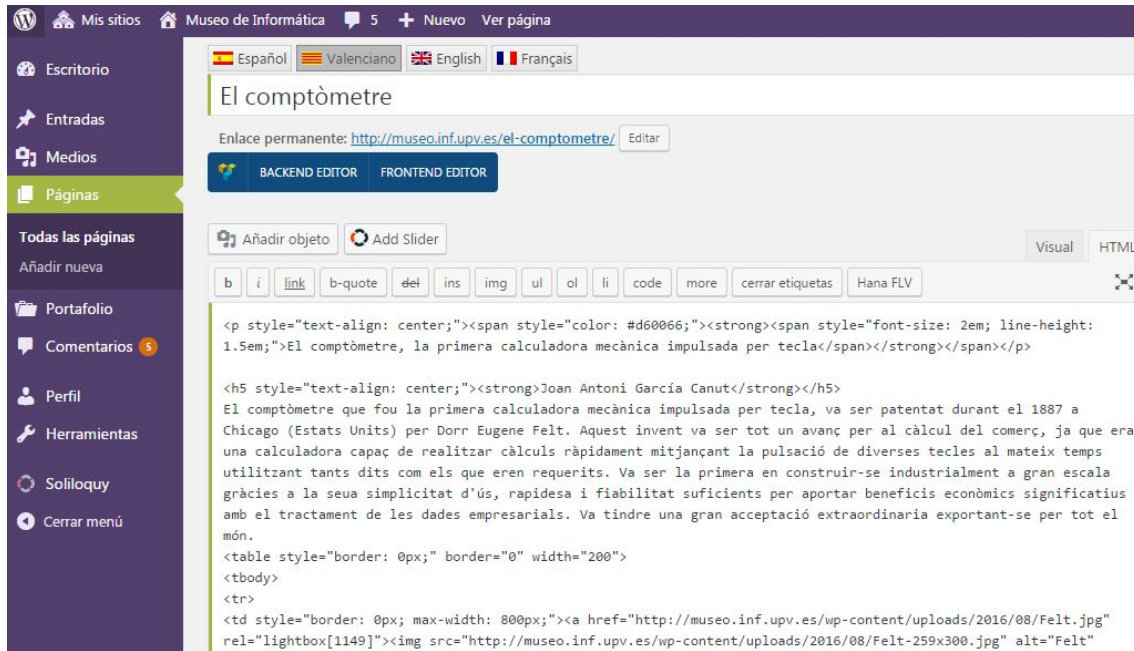
Per a la creació de la pàgina web he demanat accés per a editar la secció del comptòmetre en la pàgina web del museu. Vaig contactar amb l'administrador per a que em donara un usuari i una contrasenya per accedir al panell d'edició. La pàgina web està administrada mitjançant un CMS,<sup>1</sup> en aquest cas es tracta de la plataforma WordPress. Una vegada s'ha tingut accés a aquesta plataforma, he creat una nova pàgina (veure figura 5.1) i he començat a elaborar la secció del comptòmetre amb HTML<sup>2</sup> i CSS<sup>3</sup> amb la mateixa estructura i estil que les seccions creades anteriorment.

---

<sup>1</sup>Sistema de Gestió de Continguts (*Content Management System*): programari de gestió de continguts, que permet elaborar-los, publicar-los i actualitzar-los. S'utilitza especialment per a gestionar pàgines web, com blogs o d'ús general.

<sup>2</sup>*Hyper Text Markup Language*: és un llenguatge de marcat dissenyat per estructurar textos i relacionar-los en forma d'hipertext. Defineix una estructura bàsica i un codi per a la definició de contingut de unan pàgina web.

<sup>3</sup>*Cascading Style Sheets*: és un llenguatge de fulls d'estil utilitzat per a donar aspecte i format a un document escrit en un llenguatge de marques com HTML.



**Figura 5.1:** Interfície gràfica de WordPress per a l'edició de la pàgina web del museu d'informàtica.

La secció del comptòmetre a la pàgina web queda organitzada amb quatre blocs. El primer bloc és una breu introducció al comptòmetre i el seu creador Dorr Eugene Felt. En el segon bloc es detallen els models més significatius al llarg de tots els models, quedant visible la seua evolució començant pel model més simple i acabant fins al model més sofisticat. S'han obviat uns quants ja que pertanyen a la mateixa família de model i no tenen grans canvis significatius entre ells. A continuació entrem en el bloc tercer que tracta sobre les quatre operacions que es poden realitzar al comptòmetre. Primer es descriuen les peces necessàries que s'utilitzen a l'hora d'operar al comptòmetre per a que els usuaris estiguen familiaritzats amb elles, després apareixen els quatre exemples de les operacions aritmètiques disponibles. L'últim bloc tracta sobre les instruccions a realitzar en l'emulador del comptòmetre amb Scratch. Es descriu quina funció realitza cada instrucció incloent la instrucció de com activar l'emulador, començar a realitzar càlculs i reiniciar els registres a zero.

En l'últim bloc el comptòmetre implementat amb Scratch queda inserit en la pàgina web (veure figura 5.2). Per a inserir l'emulador del comptòmetre gràcies a la plataforma d'Scratch es pot importar el codi del projecte on tan sols cal copiar el codi i inserir-lo en aquest cas a la pàgina web del museu. També he deixat un enllaç que ens porta a la secció del comptòmetre a la pròpia pàgina web d'Scratch en la que els usuaris poden comentar i consultar el codi intern per a visualitzar o bé reinventar l'emulador per a canviar alguna funcionalitat o millorar al gust del usuari.





The screenshot shows the website 'museu informàtica' with a navigation menu and a search bar. The main content area is titled 'El Comptòmetre' and includes a sub-header 'El comptòmetre, la primera calculadora mecànica impulsada per tecla'. The author is identified as Joan Antoni García Canut. The text describes the mechanical calculator invented by Dorr Eugene Felt in 1887, highlighting its speed and accuracy compared to traditional methods. A portrait of Dorr Eugene Felt is shown, along with a quote from him. The text concludes by mentioning the inspiration from Thomas Hill's 1857 machine and Blaise Pascal's Pascaline.

**museu informàtica** **COM**

Search

INICI EL MUSEU ACTIVITATS HORARIS I VISITES DIDÀCTICA SABER MÉS DONACIONS ENLLAÇOS CONTACTE

## El Comptòmetre

Home > El comptòmetre

### El comptòmetre, la primera calculadora mecànica impulsada per tecla

**Joan Antoni García Canut**

El comptòmetre que fou la primera calculadora mecànica impulsada per tecla, va ser patentat durant el 1887 a Chicago (Estats Units) per Dorr Eugene Felt. Aquest invent va ser tot un avanç per al càlcul del comerç, ja que era una calculadora capaç de realitzar càlculs ràpidament mitjançant la pulsació de diverses teclades al mateix temps utilitzant tants dits com els que eren requerits. Va ser la primera en construir-se industrialment a gran escala gràcies a la seua simplicitat d'ús, rapidesa i fiabilitat suficients per aportar beneficis econòmics significatius amb el tractament de les dades empresarials. Va tindre una gran acceptació extraordinària exportant-se per tot el món.



“ Dorr Eugene Felt (1862-1930) ”

El comptòmetre estava inspirat bàsicament per la màquina de tecla polsada de Thomas Hill, patentat als Estats Units en 1857 i per la Pascalina que fou inventada per Blaise Pascal. Sols canviant les rodes d'entrada de la Pascalina per les columnes de teclades de Hill, el comptòmetre va ser inventat. La principal similitud entre la

**Figura 5.2:** En aquesta secció podem trobar una breu introducció al comptòmetre, conèixer els models que més destacaren, exemples d'operacions aritmètiques i l'emulador del comptòmetre amb Scratch.



---

---

# CAPÍTOL 6

## Conclusions

---

En aquest últim capítol de la memòria es plantegen unes consideracions finals obtingudes a partir del treball desenvolupat realitzant un resum final i revisant els objectius proposats al principi del treball. Al mateix temps s'inclouen unes línies sobre un possible treball futur.

### 6.1 Consideracions finals

---

Aquest treball ha consistit en un estudi dedicat al comptòmetre, analitzant aspectes històrics i tècnics, donant una visió de qui, on i com es va crear el comptòmetre. Els reptes i èxits aconseguits, així com els detalls de la seua arquitectura interna i el seu funcionament dels seus mecanismes interns. S'han exposat les quatre operacions aritmètiques que es poden realitzar al comptòmetre, així com uns exemples d'aquestes operacions. Al treball s'ha pretès aconseguir els objectius que es van descriure en el primer capítol de la següent forma:

1. S'ha emmarcat històricament la creació del comptòmetre en aquella època. Qui va ser l'inventor, quins èxits i repercussions tingué en la societat i en aquell marc històric.
2. S'ha descrit la seua estructura interna, com funcionen els diferents mecanismes pels qual està format i les operacions aritmètiques possibles que es poden realitzar al comptòmetre.
3. Els models dissenyats i fabricats en aquella època s'han descrit començant pel més bàsic i acabant pel més evolucionat i sofisticat. Així hem conegut com han anat evolucionant al llarg d'aquells anys.
4. L'objectiu estrella, que era la implementació del comptòmetre amb Scratch s'ha aconseguit satisfactòriament. S'ha fet una introducció per a conèixer millor el llenguatge de programació Scratch, com s'organitzen les diferents interfícies de la plataforma i com s'ha programat cada peça del comptòmetre per a donar la millor funcionalitat possible com els d'aquella època.
5. S'ha inserit l'emulador del comptòmetre implementat amb Scratch a la pàgina web del museu d'informàtica per a col·laborar amb el projecte de difusió cultural i preservar el patrimoni digital.

S'ha demostrat que amb un llenguatge de programació amb Scratch s'ha aconseguit la recreació d'un aparell mecànic, com és el cas del comptòmetre inventat al segle XIX. S'ha recalcat la programació amb Scratch (sobretot al capítol 4) per a mostrar que és un llenguatge diferent a la resta ja que està pensat per a usuaris més joves i menys experimentats en el món de la programació. És per tant que a mesura que desenvolupen els seus coneixements sobre la programació, augmenten el seu pensament creatiu, el raonament i el treball en equip. Ofereix un mètode de programació basat en blocs que juntament els uns amb els altres donen funcionalitat necessària al programa. D'aquesta forma es genera un fragment de codi totalment funcional i així l'usuari no cal que escriga cap línia de codi. Aquests fragments de codi pertanyen als objectes i són els responsables de fer-los funcionar durant el temps d'execució afegint funcionalitat als objectes.

Gràcies a que el codi és compartit els visitants poden accedir a l'emulador del comptòmetre per mitjà de la pàgina web i poden consultar i inclús modificar al seu gust l'emulador per a donar una funcionalitat diferent. Amb açò es pretén despertar l'interés a tot tipus d'usuaris i que s'animen a modificar o crear qualsevol emulador i provar a programar amb Scratch.

## 6.2 Treball futur

---

A partir d'aquest treball es poden plantejar diferents futurs projectes, que com aquest poden ajudar al museu d'informàtica en el seu objectiu de difusió i preservació del patrimoni digital. Exemple d'aquests poden ser la incorporació del mecanisme de la tecla controlada al comptòmetre. Si bé recordem, el mecanisme de la tecla controlada s'activa quan no s'ha polsat correctament una tecla i es quan el comptòmetre bloqueja totes les columnes del teclat excepte la columna i tecla en la que s'ha produït l'error. Per a solucionar l'error calia polsar la tecla causant de l'error, després polsar el botó d'alliberament i continuar l'operació. El procés potser possible enviant una ordre a propòsit per part de l'usuari indicant que es vol rectificar l'última tecla polsada.

Un altre exemple de millora seria la utilització d'un perifèric per a realitzar càlculs en l'emulador. El perifèric seria un teclat com el del comptòmetre (o paregut) i l'objectiu seria el polsar varies tecles al mateix temps com en un comptòmetre original i no clicar tecla a tecla tal com ocorre en l'emulador amb Scratch. També es podria implementar el mecanisme de la tecla controlada al perifèric tal com s'ha dit en el paràgraf anterior.

També es pot incloure a l'emulador del comptòmetre una sèrie d'exercicis per a realitzar en un temps concret i anant augmentant el temps i el nivell de dificultat a l'hora de realitzar aquests exercicis. Aquests són uns dels exemples que es podrien realitzar fer a treballs en un futur i inclús realitzar treballs sobre altres màquines de càlcul, com per exemple la màquina de Schickard, la màquina de Leibnitz, la màquina calculadora Addometer o bé qualsevol que apareix en la pàgina web següent: <http://www.balsach.com/LLIBRE%20JPG/INDEX%20SOLO.htm>

# Bibliografia

---

- [1] Balagué, Francesc (2013). Aprendre a programar con Scratch: ¿Por dónde empezar? Disponible en <<http://www.codemads.com/2013/05/aprender-a-programar-con-scratch-por-donde-empezar/>> [Consultat el 7 de març de 2016]
- [2] Catalán, Eugeni (2009). Tutorial Scratch. Disponible en <<http://scratchcatala.com/tutorial-scratch>> [Consultat el 4 de maig de 2016]
- [3] *Comptometer Super Totalizer*. Disponible en <<http://www.crisvandevell.de/cst.htm>> [Consultat el 9 de març de 2016]
- [4] *Comptometer-The keyboard mechanism*. Disponible en <http://www.johnwolff.id.au/calculators/Tech/FTJ/Keyboard.htm> [Consultat el 16 de juny de 2016]
- [5] El comptómetro - Wikipedia. Disponible en <<https://en.wikipedia.org/wiki/Comptometer>> [Consultat el 18 de febrer de 2016]
- [6] Felt, Dorr Eugene. "Key for keyboard machines", U.S. Patent 982,417, 24 de juny, 1911. Consultat a <https://patents.google.com/patent/US982417>.
- [7] Felt & Tarrant MFG. CO. *Easy instructions for operating the Comptometer*. Chicago, Illinois: Felt & Tarrant CO.,1940.
- [8] Felt & Tarrant MFG. CO. *Methods of Operating the Comptometer*. Chicago, Illinois: Felt & Tarrant CO.,1895.
- [9] Felt & Tarrant MFG. CO. *Methods of Operating the Comptometer*. Chicago, Illinois: Felt & Tarrant CO.,1911.
- [10] *How the Comptometer Works*. Disponible en <<https://www.youtube.com/watch?v=SbJpufimfdM>> [Consultat el 19 de febrer de 2016]
- [11] *Instructions for basic arithmetic operations with a Comptometer type calculator*. Disponible en <[http://www.vintagecalculators.com/html/operating\\_a\\_comptometer.html](http://www.vintagecalculators.com/html/operating_a_comptometer.html)> [Consultat el 2 de març de 2016]
- [12] López García, J.C. (2013). Guía de referencia de Scratch 2.0. Colombia, Eduteka. Disponible en <<http://www.eduteka.org/pdfdir/ScratchGuiaReferencia.pdf>> [Consultat el 6 de juliol de 2016]

- 
- [13] Museu d'Informàtica - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica - Universitat Politècnica de València. Disponible en <<http://museo.inf.upv.es>> [Consultat el 23 de febrer de 2016]
- [14] *My model J Comptometer*. Disponible en <<http://www.jaapsch.net/mechcalc/comptometer.htm#mymodelj>> [Consultat el 9 de març de 2016]
- [15] Pérez Pérez, Isaías; Monzalvo López, Citlali Anahí. *Introducción a la Arqueología Informática*. Hidalgo (México): Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2011.
- [16] Resnick, Mitchel (2013). Lifelong Kindergarten. Cultures of Creativity, LEGO Foundation. Disponible en <<http://web.media.mit.edu/~mres/papers/CulturesCreativityEssay.pdf>> [Consultat el 6 de juliol de 2016]
- [17] *Scratch Day*. Disponible en <<http://day.scratch.mit.edu/>> [Consultat el 4 de maig de 2016]
- [18] *Scratch Foundation*. Disponible en <<http://www.scratchfoundation.org/>> [Consultat el 4 de maig de 2016]
- [19] *The Comptometer of Dorr Felt*. Disponible en <<http://history-computer.com/MechanicalCalculators/19thCentury/Felt.html>> [Consultat el 19 de febrer de 2016]
- [20] *The Comptometer Operator*. Disponible en <<http://www.johnwolff.id.au/calculators/comptometers/Operator.htm>> [Consultat el 18 de maig de 2016]
- [21] Wing, Jannette Marie (2009). *Computational thinking*. *Viewpoint*. Communications of the ACM, 49(3):33-35.



---

## APÈNDIX A

# Patent

---

Degut a la competència que tenia una màquina de càlcul com era el cas del comptòmetre, Dorr Eugene Felt el 24 de juny de 1911 va registrar la patent 982 417 [6] del mecanisme del seu teclat per a evitar qualsevol copia d'aquest mecanisme i protegir el seu producte dels seus competidors, com per exemple W.S. Burroughs.

La patent que es pot veure en aquest apèndix està constituïda per dos esquemes del mecanisme del teclat i per un document escrit on es descriu que Dorr Eugene Felt és el valedor del mecanisme del teclat del comptòmetre. A banda, el document també detalla el paper principal que realitza cada peça al mecanisme del teclat als dos esquemes.

D. E. FELT.  
KEY FOR KEYBOARD MACHINES.  
APPLICATION FILED AUG. 22, 1910.

982,417.

Patented Jan. 24, 1911.

2 SHEETS-SHEET 1.

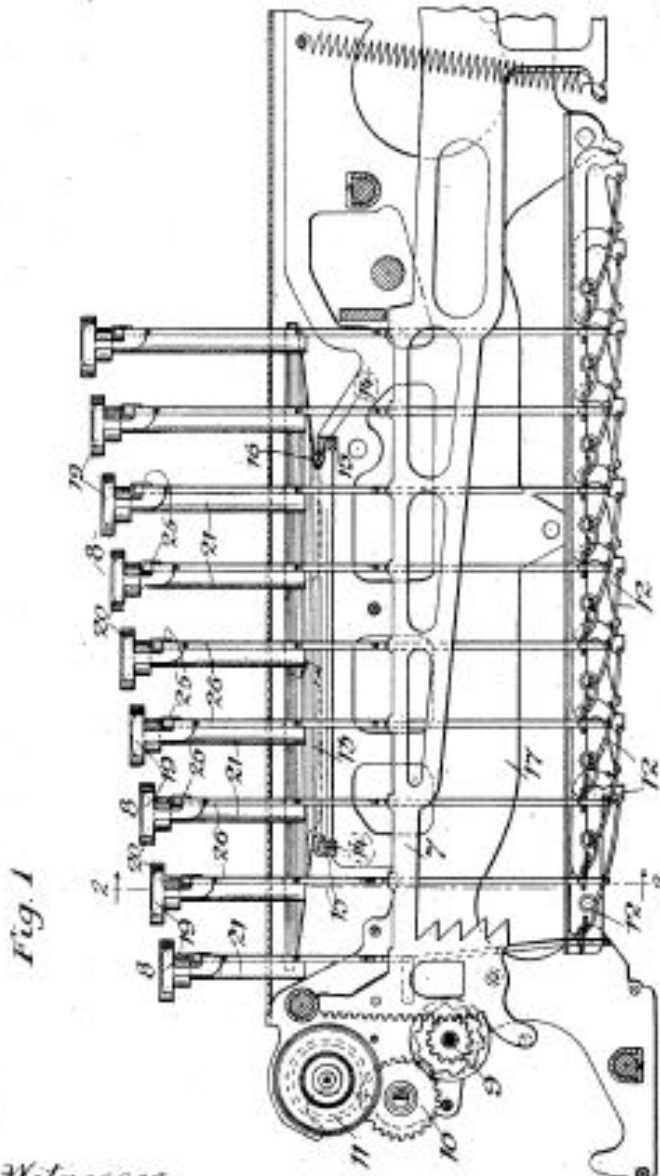


Fig. 1

Witnesses  
*Wm. S. Sizer*  
*Esther Abrams*

Inventor:  
*Dorr E. Felt*  
By *Munday, Smith, Alcock & Clarke*  
Attorneys

D. E. FELT.  
 KEY FOR KEYBOARD MACHINES.  
 APPLICATION FILED AUG. 22, 1910.

982,417.

Patented Jan. 24, 1911.

2 SHEETS-SHEET 1.

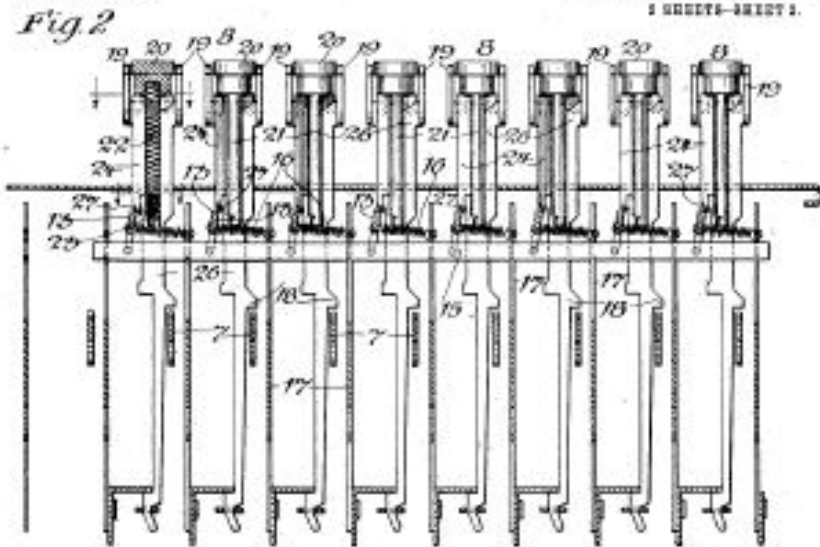


Fig. 3

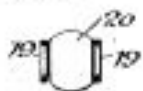


Fig. 6.

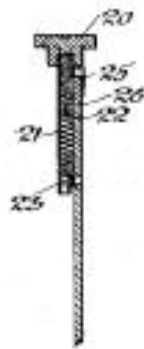
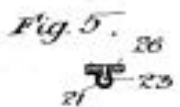
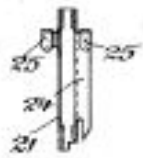


Fig. 7.



Witnesses:

Wm. Gujer  
 Esther Abrams

Inventor:  
 Dorr E. Felt

By Munkley Smith Wood & Clarke  
 Attorneys

# UNITED STATES PATENT OFFICE.

DORR EUGENE FELT, OF CHICAGO, ILLINOIS.

KEY FOR KEYBOARD-MACHINES.

982,417.

Specification of Letters Patent. Patented Jan. 24, 1911.

Application filed August 22, 1910. Serial No. 379,305.

To all whom it may concern:

Be it known that I, DORR E. FELT, a citizen of the United States, residing in Chicago, in the county of Cook and State of Illinois, have invented a new and useful Improvement in Keys for Keyboard-Machines, of which the following is a specification.

This invention relates to the construction of the keys of calculating or other machines having keyboards whereby they are operated or controlled. It is desirable in operating such machines that the operator shall avoid depressing adjacent keys with the key he wishes to operate, and to avoid mistakes of that kind has been the object of the present invention, which is an improvement upon the construction disclosed in my pending application No. 553,364, filed April 4, 1910.

The nature of my present improvement is fully disclosed below and also shown in the accompanying drawing in which—

Figure 1 is a partial longitudinal vertical section of a comptometer having the improvement embodied therein. Fig. 2 is a section on the line 2-2 of Fig. 1. Fig. 3 is a top view of one of the keys. Figs. 4 and 5 are sections on the lines 4-4 and 5-5 respectively of Fig. 2. Fig. 6 is a vertical section of a key and Fig. 7 is a partial view of the releasing device detached.

I have shown the invention as applied to a comptometer constructed in accordance with my Patent No. 960,528 issued June 7, 1910.

In said drawing 7 represents one of the series of segment levers each of which is adapted to be depressed by a series of keys such as those shown at 8, belonging to the same denomination as the lever. The lever shown operates a pinion 9 and through the intermediate pinion 10 transmits motion to the numeral wheel 11 in the customary way. The stems of the keys extend to the bottom of the machine and are there provided with lifting springs 12 by which they are returned to normal position after each actuation. At 13 is a locking bar extending longitudinally of the keys embraced in the same denomination with the segment lever. Said bar is supported by pivots 14 formed upon it and entered in cross bars 15, and it swings upon its pivots and normally locks the keys in the same denomination with it against operating. It is pressed toward its operating position by a spring 16 secured to the adjacent division plate 17. The bars 15 are

supported by the same division plates. There is one of these lock bars for each denomination embraced in the machine as will be understood from Fig. 2, and they are adapted to be forced from their acting position by the releasing device of the keys.

The keys are all alike in construction and the description of one will answer as a description of all. The stems are each provided with lateral projections 18 whereby they operate the corresponding segment lever to which they belong, and at the top they are provided with two outstanding wings 19 the tops of which form a part of the top of the key and are arranged at a level slightly below that of the depressible button 20 of the key releasing device which is positioned between them. The button is secured upon the top end of a tube 21 containing a coiled spring 22 which is confined in said tube between the button at the top and a projection 23 on the front of the key stem. The tube is open on one side and has on one edge of its open side a projecting flange 24, the lower end of which is beveled and acts as a cam to swing the locking bar 13 from its operating position, and when it does this of course the key is released and may be operated. The depressible button has only a limited independent movement, the tube being furnished with hooks 25 which pass over and engage the top of the body 26 of the key stem. The button is preferably cast upon the top of the spring holding tube. It will be understood that the spring 22 will return the tube and the button to normal position after each operation. The key stem is also provided with a right angle shoulder at 27 which is adapted to engage the top of the locking bar when that bar is not swung outward by the releasing device, and of course when this occurs, the key cannot be operated.

The operation of the device is as follows:—When the operator presses on the key with his finger on the button, he depresses the button and the tube, compressing the spring in the tube, and causing the beveled cam 24 of the tube to swing the locking bar outward from its acting position so that the key is released and free to be operated. If, however, the operator fails to depress the button, his pressure on the wings at either side will simply cause the key to descend until the shoulder 27 engages the lock bar as above stated.

It will be noted that the depressing button

2

982,417

of the devices in this invention is not entirely surrounded by an unyielding part of the key top, the top and bottom being open. I have been led to adopt this feature as the mistakes which the invention is intended to remedy occur more frequently at the sides of the keys than they do at the top or bottom. By this change too I render the releasing of the key somewhat more sensitive than it is in the construction of my previous application. I have also substituted locking devices which are common to all the keys of a denomination for the separate and individual locking devices with which each key was provided in the previous application. It will also be noted, that the button 20 instead of being depressed below the wings 19, is elevated above those parts and is the most prominent part of the top, so that the operator's finger if it touches the key at all can hardly fail to operate the button. This feature reduces the danger of the strokes being non-effective through failure to effect the release of the keys.

25 I claim:—

1. The combination in the keyboard of a calculating or other machine of a denominational series of keys, a denominational locking device for normally locking said keys and a device within each key operable by the finger of the operator when it strikes the key and acting to release said locking device.

35 2. The combination in a keyboard machine, of a series of keys, means common to the series for normally locking them, and a depressible device within each key adapted

to be actuated with the key and acting to release the locking means.

3. The combination in a keyboard machine, of a series of keys, means common to the series for normally locking them, and a depressible releasing device within each key for releasing the lock on the key, said device projecting above the other parts of the key top.

4. The combination in the keyboard of a calculating or other machine, of a series of keys and means for normally locking the same, each key having at its top non-releasing side wings and a depressible releasing button between said wings, adapted to effect the release of the key.

5. The combination in the keyboard of a calculating or other machine, of a series of keys and means for normally locking the same, each key having at its top unyielding side wings and a depressible releasing button between said wings, adapted to effect the release of the key, said button being located at a higher level than the side wings.

6. The combination in the keyboard of a calculating or other machine, of a series of keys and means for normally locking the same, each key having at its top side wings which are unyielding, and a button between said wings adapted to be depressed independently of the wings and acting to effect the release of the key.

DORR EUGENE FELT.

Witnesses:

J. C. NEVINS,  
S. C. BROWN.