Calculadoras mecánicas

Carlos Velázquez

Es inapropiado de hombres excelentes perder horas como esclavos en la labor de cálculo, que podría ser relegada seguramente a cualquier otro si se empleasen máquinas.

Godttfried Leibniz (1646-1716)

El filósofo que inventó la calculadora

Aunque ahora pueda sorprendernos, el concepto de una máquina capaz de sumar, restar, multiplicar y dividir sin necesidad de que el operador tenga habilidad matemática tiene una historia centenaria. El primero en desarrollar una máquina con tales características fue Blaise Pascal, polímata, filósofo y escritor francés que vivió en el siglo XVII. Sus contribuciones a la física fueron tan notables, que incluso la unidad para medir la presión mecánica lleva su nombre. Su calculadora es conocida como la pascalina --sí, es gracioso, aunque no creo que le hayan puesto este nombre para causar

gracia--, y fue presentada en 1642. Puedes verla en la imagen de entrada y en la figura 1.

Pascal solía decir "la grandeza de un hombre está en saber reconocer su propia pequeñez" y también "la virtud de un hombre no debe medirse por sus esfuerzos, sino por sus obras cotidianas", y por ello no veía con malos ojos facilitar el trabajo intelectual rutinario a las personas que no tenían un gran talento. La pascalina consiste esencialmente de un sistema de engranes que al moverse giran unas ruedas que indican los números. Al dar un giro completo y sobrepasar el número nueve las ruedas van agregando vueltas a los engranes de los dígitos superiores, y de esta manera logran el delicado prodigio de sumar sin necesidad de hacer la operación explícitamente.

Desde un punto de vista técnico, la pascalina inauguró toda una nueva época de pensamiento, ya que introdujo de una vez y para siempre la idea de una interface de entrada de datos, un panel de resultados y un mecanismo interno que se encarga de procesar los datos ingresados para luego mostrar el resultado. Este ha sido el diseño que han seguido todos los aparatos de cálculo desde entonces y hasta el día de hoy en que puedes leer este artículo en la pantalla de tu computadora, ¡eso es una idea universal!

Enfocándonos en el mecanismo que realiza la suma, la innovación más importante de Pascal fue el sistema de acumulación y acarreo. En la figura 2 puedes ver el interior de la pascalina. En esencia, al rotar los engranes sobre ella, activamos otros que hacen que se muevan los cilindros numerados por la misma cantidad. El elemento rosa que puedes ver es simplemente un seguro para que todo gire en una sola dirección, y el sistema de acarreo son las dos piezas en verde y en amarillo. Sin embargo, debemos destacar que con esta calculadora no es posible realizar restas directamente, aunque es posible realizarlas mediante algunos métodos indirectos.

Para ver todos estos mecanismos en acción, al final del artículo te dejo la liga a un video excelente donde puedes ver en detalle el funcionamiento de esta calculadora.

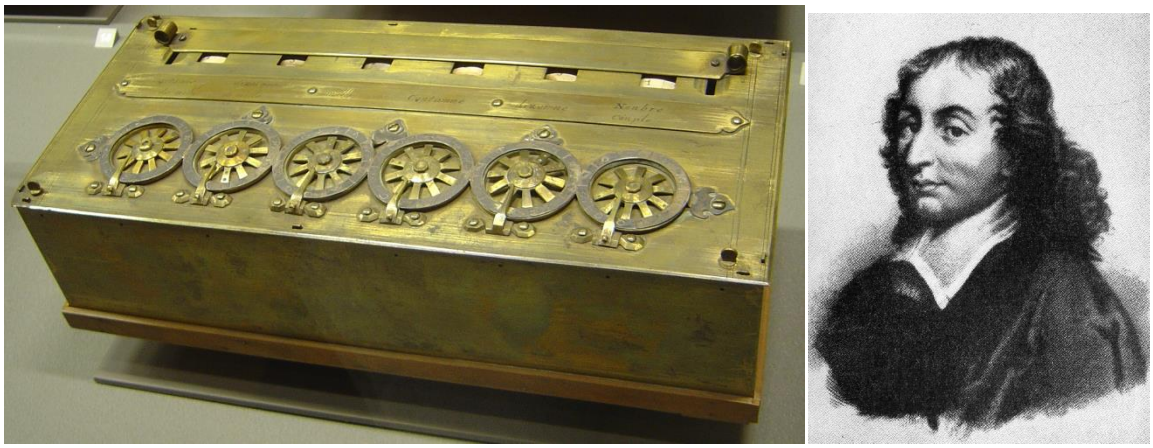


Figura 1. Pascal y su calculadora. Imágenes tomadas de:
http://scorazon.perexat.net/~perexat/apuntsTIC/_images/pascalina.png
https://hijodevecino.files.wordpress.com/2010/09/blaise-pascal.jpg

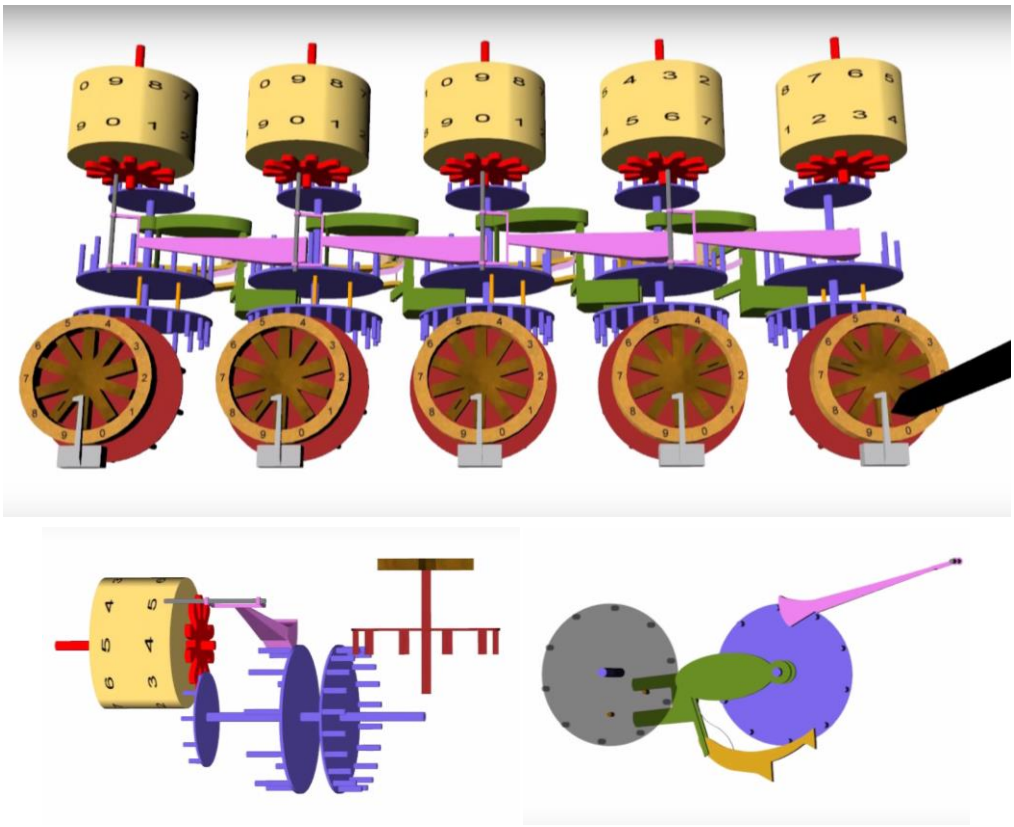


Figura 2. Funcionamiento de la pascalina. En la ilustración abajo a la derecha puedes ver el mecanismo de acarreo, que es el que transmite la rotación de un orden al siguiente cuando la suma excede 9. Imágenes tomadas de: "How the Pascaline Works" https://www.youtube.com/watch?v=3h71HAJWnVU

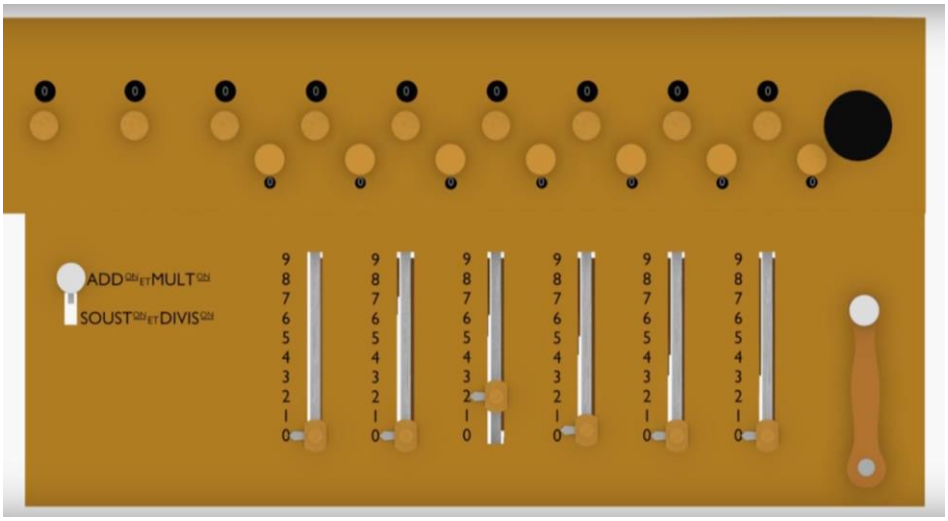
Calculadora de la legión de honor

Pero tuvo que pasar mucho tiempo para que este tipo de máquinas no fueran extravagancias que sólo algunos grandes pensadores podían fabricar y utilizar. La primera calculadora realmente funcional y práctica fue el aritmómetro, construido y patentado por Charles Xavier Thomas de Colmar, un inventor y empresario francés que recibió la condecoración de caballero de la Legión de Honor por este invento en 1821. El periodo de producción de las calculadoras mecánicas a gran escala había comenzado.

A diferencia de la pascalina, el aritmómetro utiliza controles deslizables para introducir los números a operar, además de que utiliza un sistema de engranes diferente. Una vez que se introduce el número a operar, tenemos que girar una manivela para impulsar todo el sistema de engranes y realizar

la operación. En el corazón del funcionamiento del aritmómetro está el llamado cilindro de Leibniz. Éste es simplemente un cilindro al que se le adhieren algunas barras que funcionan como dientes, cada una de estas barras tiene una longitud decreciente, de modo que el efecto neto de rotación es menor, dependiendo del dígito que estemos sumando.

Figura 3. Charles Xavier Thomas de Colmar y su aritmómetro. Imágenes tomadas de: http://www.arithmometre.org/ConferenceHistoireMachinesCalculer/PortraitThomas2.jpg http://www.sintaxisweb.es/wp-content/uploads/2014/09/I0009.jpg



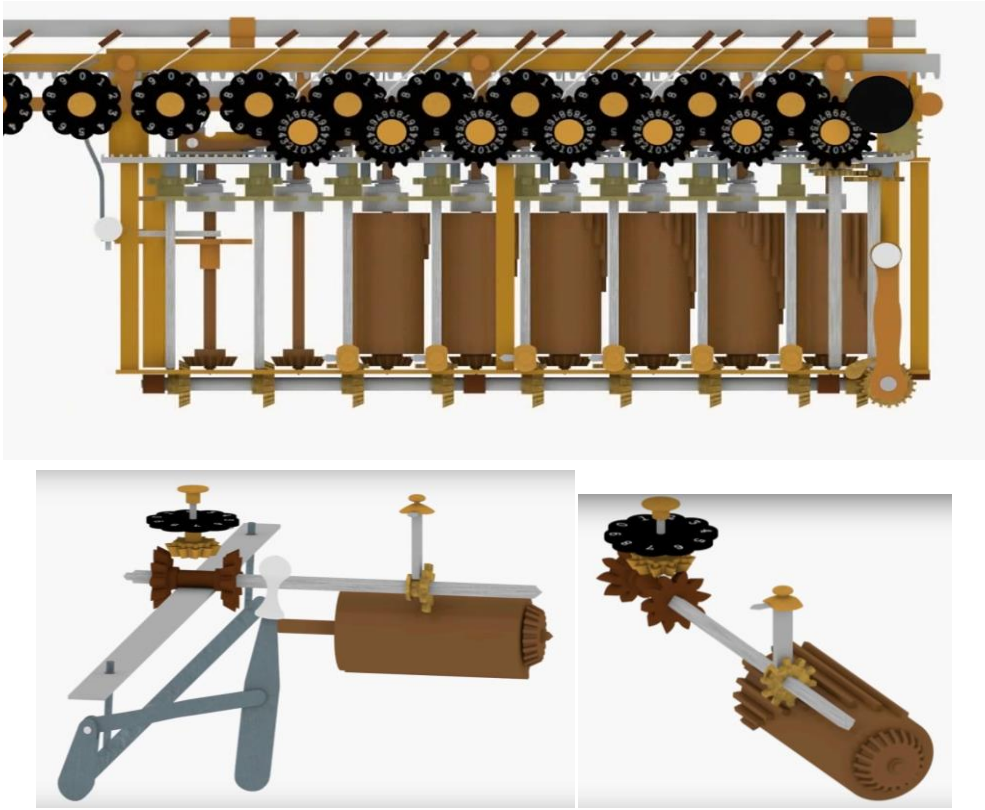


Figura 4. Funcionamiento del aritmómetro. Abajo puedes observar la apariencia del cilindro de Leibniz y la posición de la palanca que cambia según si la función es sumar o restar. Imágenes de: "How the arithmometer Works" https://www.youtube.com/watch?v=nyCrDI7hRpE

Otra de las capacidades introducidas en el aritmómetro es la posibilidad de pasar de modo de suma a modo de resta ajustando una palanca que invierte el sentido de giro de los engranes en los que están los números, de modo que lo que antes se avanzaba ahora se retrocede.

Eventualmente se comenzaron a hacer mejoras al aritmómetro que desembocaron en complejas máquinas mecánicas, con formas que cada vez se parecían más a un ancestro de la edad de piedra de nuestras modernas calculadoras de bolsillo.

La era de los botones

Una de las adaptaciones más celebradas y que perdura aún en nuestras calculadoras son los botones. Fueron introducidos por primera en el

comptómetro, un instrumento diseñado y patentado por Dorr E. Felt en 1887 en los EU. Su éxito fue tal que se produjo de manera continua por más de ocho décadas, hasta mediados de los años setenta ¡justo cuando entraron en escena las primeras calculadoras electrónicas portátiles! El nivel de éxito de este mecanismo se debió a que una variedad de este tipo de máquinas fue de las primeras en ser motorizadas. Con esta modificación el usuario ya no tenía que girar la manivela para que la calculadora realizara las sumas, sino que bastaba con introducir los números y presionar la tecla que activaba un motor para que el cálculo se realizara al instante.

La forma en que Felt pasó de los controles deslizables a los botones de hoy en día es bastante ingeniosa. En esencia, ya sea con controles deslizables o con botones, de una u otra manera tenemos que deslizar un engrane una cantidad de grados proporcional al número que queremos operar. En el comptómetro cada botón está conectado a una palanca y cada uno de los números está ubicado de tal forma que al presionar cada uno de ellos esta palanca, se desplaza una distancia proporcional al número cuyo botón presionamos para posteriormente transmitir este movimiento a un engrane que está conectado a todo el sistema operativo.

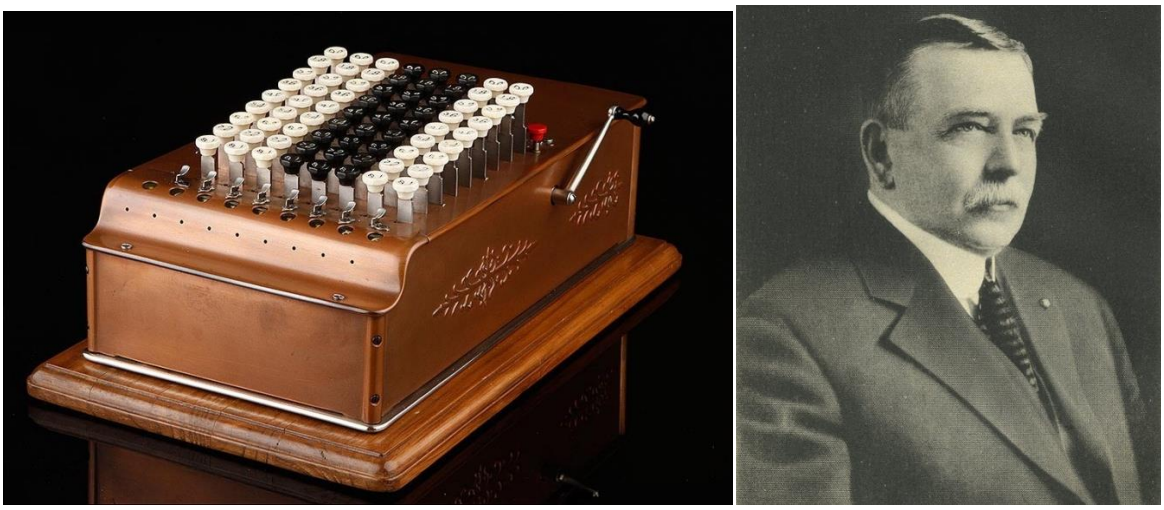


Figura 5. Dorr Felt y su comtómetro. Imágenes tomadas de:
http://www.antiguedadestecnicas.com/fotos/prin/MC-A-530/MC-A-530-1.jpg
https://es.wikipedia.org/wiki/Dorr_Felt

Al igual que las calculadoras anteriores, el corazón del mecanismo de operación es el sistema de acarreo, que no introduce ninguna innovación conceptual, sin embargo, el comptómetro resultaba increíblemente práctico por todos los sistemas de seguridad que incorporaba y por la confiabilidad de su operación, además de que la palanca de activación estaba ubicada de una forma que la hacía especialmente cómoda.

El desarrollo de las calculadoras mecánicas a partir de este momento tendió cada vez más a su automatización, hasta desembocar en la creación de las primeras calculadoras electrónicas a finales de las década de los 50, pero eran costosas y voluminosas.

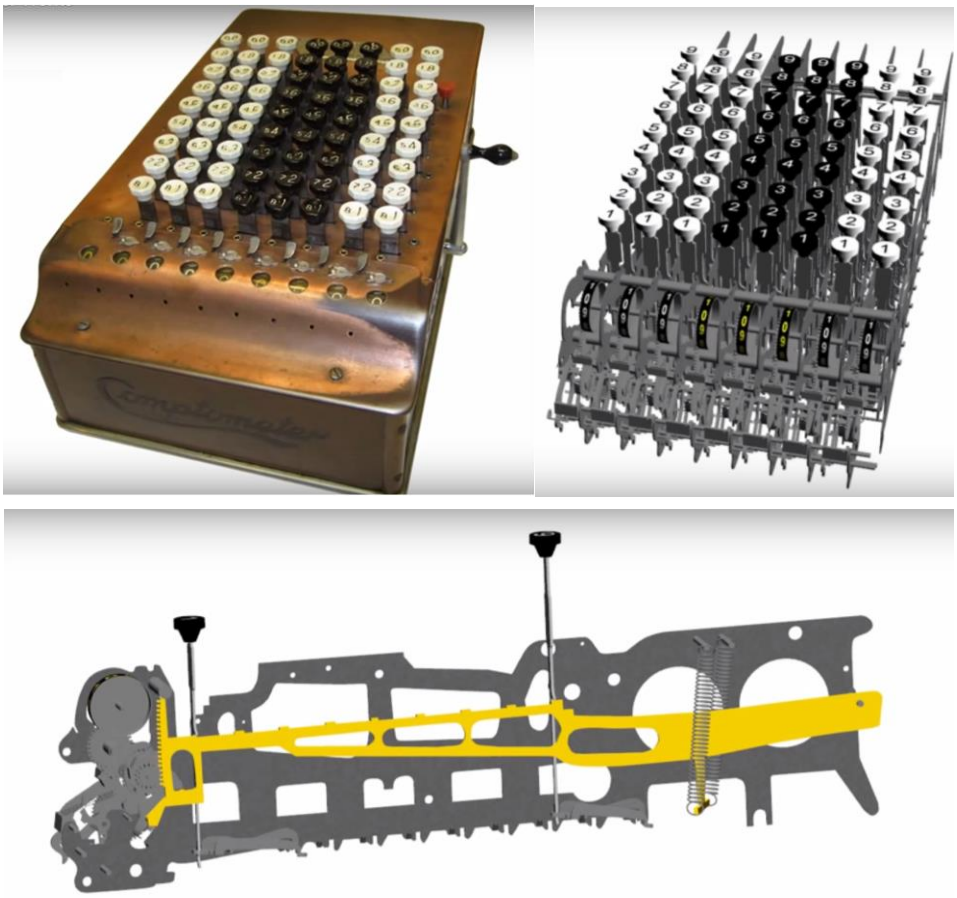


Figura 6. El comptómetro y el sistema que permite convertir la presión de los botones en un giro del engrane. Imágenes de "How the Comptometer Works" https://www.youtube.com/watch?v=SbJpufimfdM

Las calculadoras mecánicas no vieron su fin sino hasta que llegaron las primeras calculadoras electrónicas portátiles en 1973 (ver "La guerra de las calculadoras", en Cienciorama). Pero hay una última historia que te quiero contar para que te des cuenta de que la tecnología y las historias humanas están íntimamente entrelazadas.

La increíble e inesperada historia del hijo del calculador y el régimen desalmado

El 10 de enero de 1902 nació en Viena un curioso personaje, su nombre, Curt Herzstark. Fue hijo del fundador y propietario de la compañía Rechenmaschinen-Werk "Austria" Herzstark & Co., que viene a ser algo así como 'Establecimiento de Máquinas Calculadoras "Austria" de Herzstark y Compañía'. La compañía fue fundada en 1905 y se dedicaba a crear instrumentos de cálculo para hacer mediciones de precisión. Sus productos estaban basados en el aritmómetro de Pascal y también vendían y reparaban calculadoras mecánicas de otras compañías. La infancia de Herzstark pasó entre ruedas dentadas, reparadores y el constante y familiar sonido de las máquinas haciendo cálculos.

Figura 7. Desde su niñez, la vida de Curt Herzstark giró en torno a las calculadoras. Imagen de: http://history-computer.com/MechanicalCalculators/20thCentury/Curta.html

En 1916, cuando Herzstark terminó sus estudios de preparatoria, se unió a la compañía de su padre e inició su entrenamiento como mecánico y reparador. Combinó este trabajo con sus estudios superiores y cuando se graduó, en 1922, entró de lleno en el negocio familiar y fue directamente a aprender los secretos del área de ventas. Pasó varios años conociendo todos los recovecos del negocio, visitó en persona a muchos de los compradores y fabricantes de calculadoras, y conoció las necesidades reales de los clientes en sus lugares de trabajo. Entre todo este trajinar algo quedó profundamente grabado en su ánimo: muchas veces escuchó decir a sus clientes que sería ideal tener una máquina de cálculos que se pudiera llevar a los lugares de trabajo. Las máquinas que se producían eran pesadas y delicadas, y no tenía ningún sentido arruinarlas llevándolas a pasear por lugares donde fácilmente se podían caer y dejar de funcionar. Pero era completamente impráctico tener que regresar a las oficinas donde se tenía una máquina calculadora para hacer un par de sumas y nada más.

Con esto en mente, Herzstark comenzó a idear una solución definitiva: la calculadora mecánica ideal que sería posible llevar a todas partes. Y aunque él no fue el único sensible a esta necesidad de los clientes, sí se dio cuenta de que resolver el problema requería un enfoque completamente nuevo. En su momento, todos los esfuerzos se dirigieron a tratar de miniaturizar los inventos ya existentes, pero si acaso era posible crear una calculadora mecánica portátil, ésta debía ser ligera, fácil de usar, precisa y también resistente, capaz de resistir pequeñas caídas. Para que todo esto fuera posible, había que simplificar al máximo las piezas que la compondrían, pero sin sacrificar por ello la eficiencia operativa del aparato.

Herzstark se percató de que el diseño más cómodo para la mano humana era un cilindro de unos pocos centímetros. Pensaba que si era posible crear una calculadora así, se podría sostenerla con una mano y con la otra accionar su mecanismo. Comenzó a trabajar en este prodigio de la ingeniería a inicios de los años 30. La empresa no resultó ser tan sencilla como esperaba, y sólo hasta finales de 1937 logró completar un diseño en

papel. Pero los acontecimientos de su vida empezaron a dar giros inesperados. En 1937 su padre murió y el negocio de las calculadoras quedó completamente a su cargo. Pero también en esos años, la maquinaria de guerra de la Alemania nazi había comenzado a avanzar sobre toda Europa, como un pesado engrane que iba consumiendo poco a poco todos los espacios de libertad que las diferentes naciones habían construido después de la destrucción de la Primera Guerra Mundial. Su circunstancia lo colocaba en especial peligro: aunque su madre era católica --de hecho al poco tiempo se volvió luterana, lo cual la ponía en una posición segura-- su padre era judío. De este modo, él quedó clasificado como un medio judío, lo cual no auguraba nada bueno para él.

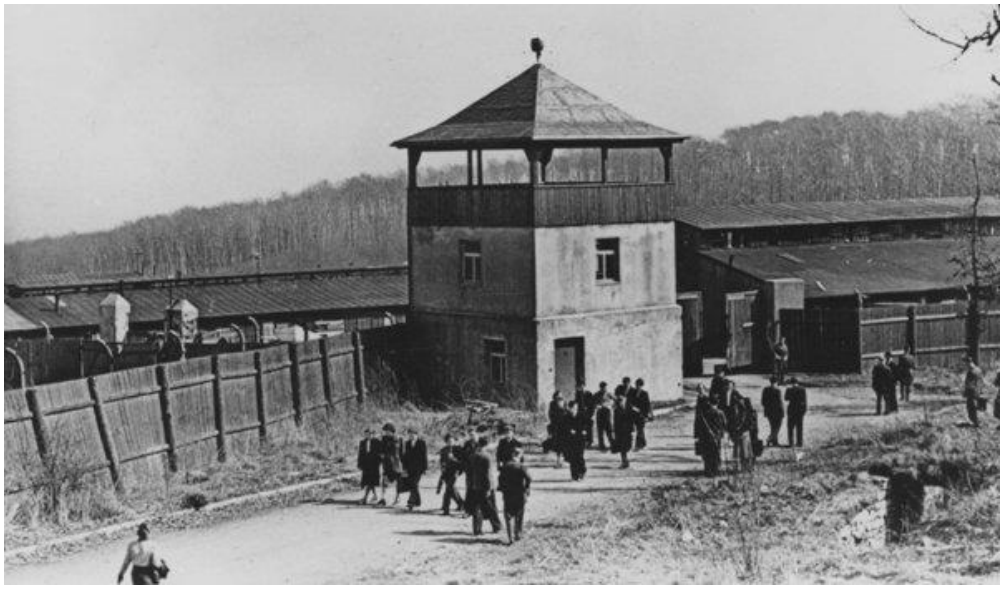


Figura 8. Herzstark fue recluido en el campo de concentración de Buchenwald. Imagen de: http://www.buchenwald.de/fileadmin/_migrated/pics/Wachturm_Speziallager_01.jpg

Después de un incidente en el que un par de sus empleados fueron sorprendidos copiando los mensajes transmitidos por la radio inglesa, Herzstark fue puesto bajo vigilancia y al poco tiempo arrestado bajo el cargo de haber tenido un "contacto impuro" con una mujer de raza aria. En un primer momento fue enviado a la prisión de Pankras en Praga y

posteriormente, en 1943, fue enviado al campo de concentración de Buchenwald al este de Alemania. Ahí se dedicó al principio a tareas de jardinería, pero las condiciones del campo eran tan brutales que su salud mermó rápidamente. La reputación de su empresa como gran fabricante de instrumentos de precisión, hizo que se le tuviera en consideración como "esclavo de inteligencia", lo cual lo colocó en una posición relativamente protegida. Un día se le notificó su traslado al taller adjunto al campo de concentración, siempre y cuando estuviera dispuesto a seguir todas las órdenes que se le dieran. El taller resultó ser un lugar de fabricación de instrumentos de medición y de cálculo, el ambiente perfecto para desarrollar sus habilidades y pronto empezó a recuperar su salud. Eventualmente, los directores del campo le pidieron el diseño de una máquina calculadora para presentársela al Führer el día del triunfo de Alemania y ésta fue una tabla de salvación que supo aprovechar de la mejor manera. Ese tiempo tuvo la doble virtud de salvarle la vida y además darle la preciosa oportunidad de rediseñar su preciada calculadora mecánica portátil. En abril de 1945 tuvo listo su diseño y tres prototipos de su preciado invento.

La libertad

Las circunstancias volvieron a dar un giro inesperado, pero esta vez para bien. Al mes siguiente la Alemania nazi fue derrotada y los sobrevivientes de los campos de concentración liberados. Una vez terminada la guerra, Herzstark se encontró en libertad y con los diagramas y prototipos en sus manos, y ahora no pararía hasta que el gran proyecto de su calculadora se volviera un artículo más de las estanterías de las tiendas. Esto no resultó ser tan fácil. Al encontrarse en la parte de Alemania ocupada por la Unión Soviética, pensó que el gobierno socialista no sería amigo de su espíritu empresarial y decidió desplazarse de vuelta a su natal Austria. Pero ahí se encontró con el hecho de que su antigua fábrica estaba en manos de su hermano, quien le exigió una parte de los beneficios de la producción de la nueva calculadora. A Herzstark esto no le pareció nada halagador y prefirió

buscar un nuevo fabricante para su producto. Al final, sus peripecias lo llevaron hasta Liechtenstein, el pequeño país de sólo 160 km^2 donde las primeras calculadoras mecánicas de bolsillo fueron finalmente producidas en 1948. Su sueño se volvió por fin realidad.

Aunque en un inicio Herzstark quería llamar a su máquina Liliput, el fabricante de Liechtenstein no creyó que fuera un nombre comercial afortunado para el producto. Los encargados de ventas razonaron que si el nombre del padre de esta calculadora era Curt, entonces su hija debía ser llamada curta. Ese fue el nombre final con el que se conoció esta célebre máquina calculadora --al final te dejo otro video donde puedes ver con todo detalle el funcionamiento de esta pequeña perla de la tecnología. Para que no sea tan misterioso, te diré que el funcionamiento de la curta está basado en el principio del cilindro de Leibniz, pero muy ingeniosamente modificado para que actúe a la vez como mecanismo de introducción de datos e impulsor de los engranes de resultados, además de realizar la función de suma y resta.

Figura 9. La calculadora mecánica más compacta del mundo, la Curta. Imagen tomada de: http://curta.li/pict/02_type2/1-2-3/curta2_123.jpg

La curta tuvo una década de relativo auge a lo largo de los años 50, pero entre tanto, el mundo no se había quedado estático. Los mismos esfuerzos bélicos que llevaron a Curt a un campo de concentración impulsaron la inventiva tecnológica hasta lugares antes insospechados. Los años de la guerra vieron florecer la tecnología aeronáutica, la tecnología electrónica e incluso la física nuclear. Todos estos precedentes sentaron las bases para que dos décadas más tarde se desarrollara en Japón la feroz competencia conocida como la guerra de las calculadoras.

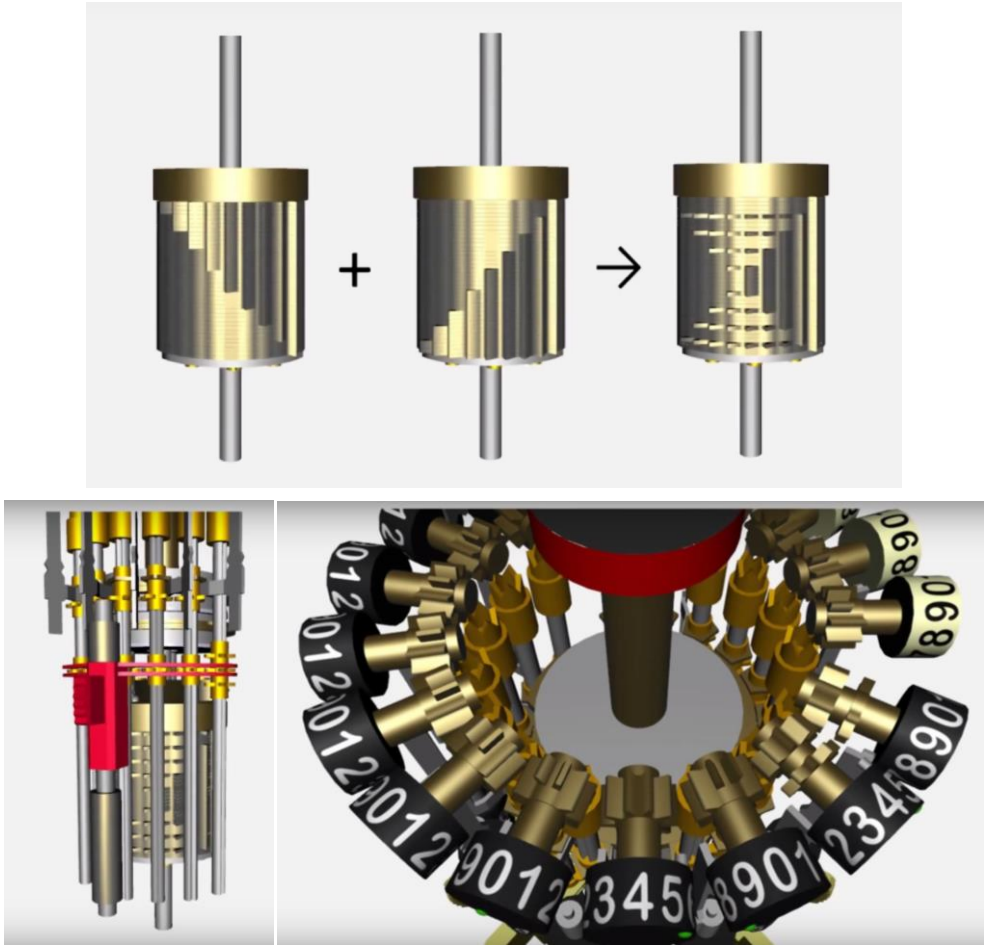


Figura 10. Detalle del cilindro de Leibniz modificado de la curta y apariencia de algunos de los mecanismos internos. Imágenes de "How the Curta Works" https://www.youtube.com/watch?v=loI1Kwed8Pk

La guerra de las calculadoras finalizó con la invención de la primera calculadora portátil completamente electrónica en 1973. La era de las calculadoras electrónicas había comenzado, y la era de las calculadoras mecánicas tenía sus días contados.

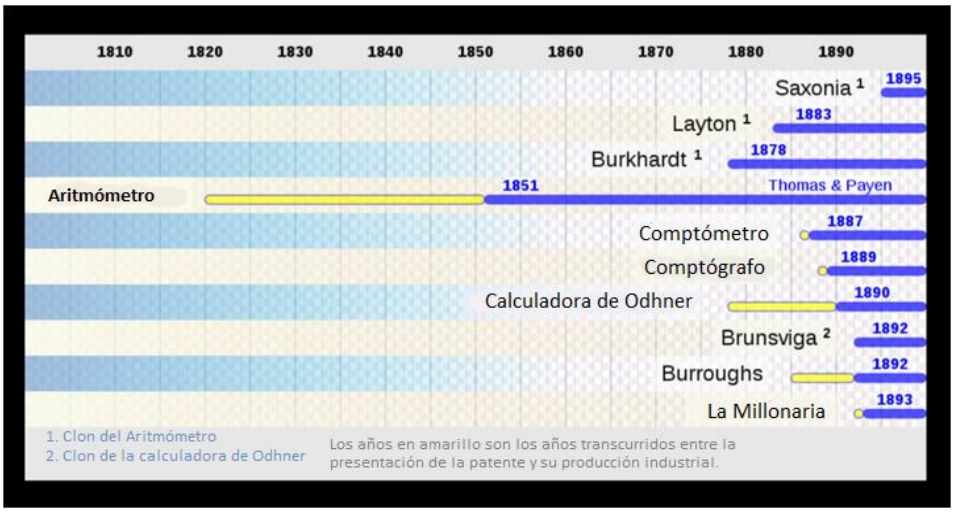


Figura 11. Modelos de calculadoras mecánicas fabricadas por años a finales del siglo XIX. Imagen de: https://en.wikipedia.org/wiki/Odhner_Arithmometer

Bibliografía

- W. Aspray, *Computing before computers*, Iowa State University Press, EU, 1990.
- Alan Clements, *History of computer*, Cengage Learning Engineering, EU, 2014.

Videos

Te recomiendo ampliamente que veas los siguientes recursos audiovisuales, ya que te permitirán saber cómo funcionaban estas antiguas calculadoras:

- Pascalina: "How the Pascaline works" https://www.youtube.com/watch?v=3h71HAJWnVU
- Aritmómetro: "How the Arithmometer works" https://www.youtube.com/watch?v=nyCrDI7hRpE

- Comptómetro: "How the Comptometer works" -Curta: "How the Curta works" https://www.youtube.com/watch?v=loI1Kwed8Pk

Crédito por la imagen inicial: http://www.macitynet.it/apple-i-la-pascalina-e-altri-primati-della-tecnologia-in-asta-a-colonia-il-25-maggio/