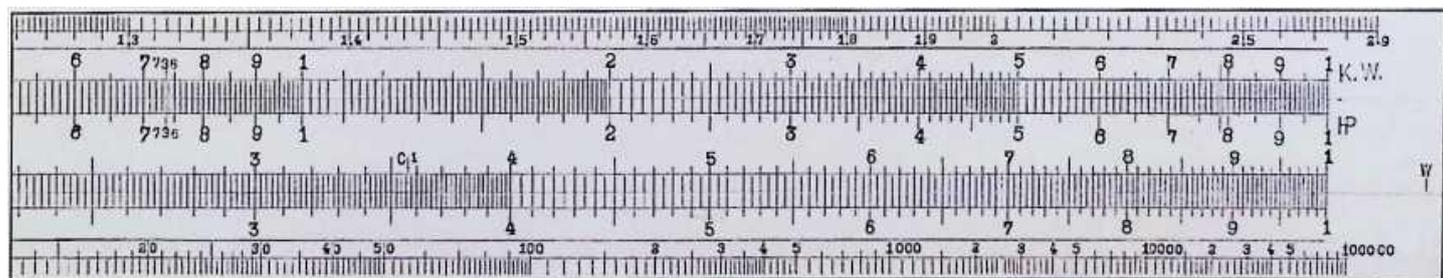
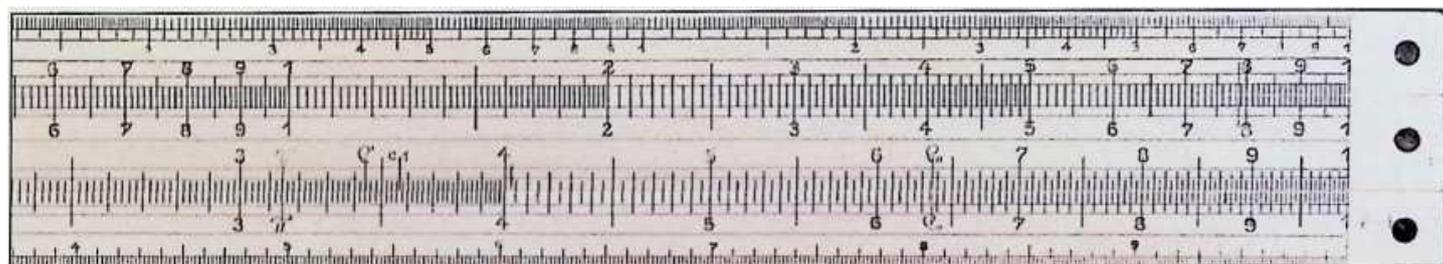
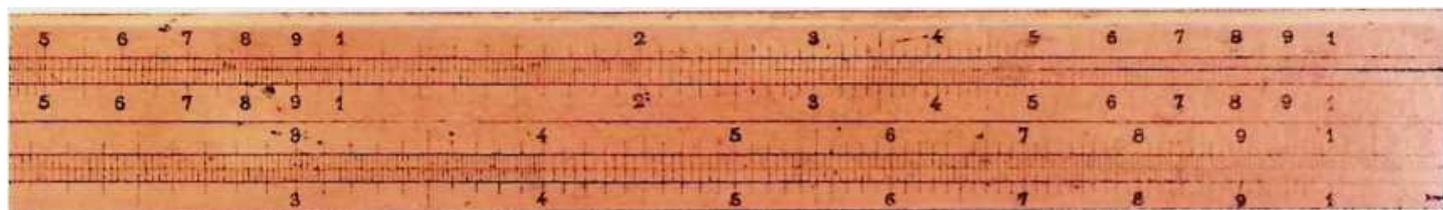
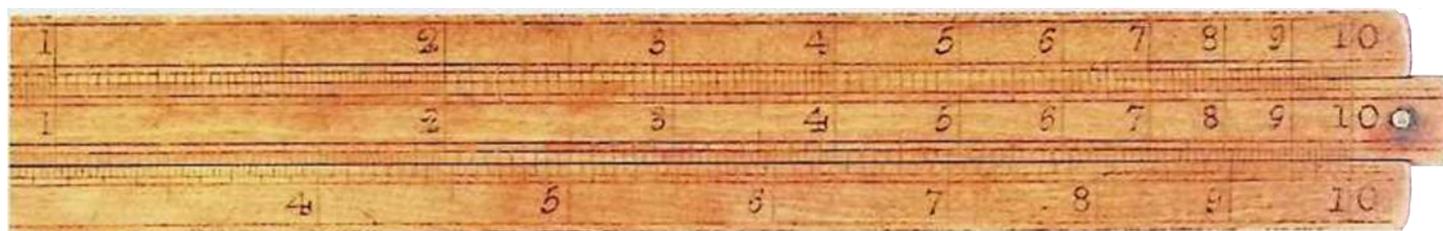


La Regla de Cálculo entre 1787 y 1905



Guus Craenen

(traducción al Español por Jose G. Fernández)

Índice de Capítulos

1.	Introducción.....	6
1.1.	Prólogo (de Guus Craenen).....	6
1.2.	Agradecimientos	7
2.	La Revolución Industrial y la Industrialización	8
2.1.	La 1ª Revolución Industrial	8
2.2.	La 2ª Revolución Industrial	8
2.3.	Industrialización.....	9
2.3.1.	Industrialización en Birmingham	9
2.3.2.	Industrialización en París	10
2.3.3.	Industrialización en Hamburgo	10
2.3.4.	Industrialización en Lahr	11
2.3.5.	Industrialización en Stein	11
2.4.	Oficina de Patentes y Patentes	12
2.5.	Las Consecuencias para la Industria y el Comercio	13
3.	Predecesores, variantes y sucesores del sistema de Mannheim.....	14
3.1.	El sistema Soho de Watt, 1787 - 1804.....	14
3.1.1.	Reglas de cálculo especiales.....	17
3.2.	El Sistema Soho de Lenoir, 1815 -1846	18
3.3.	El sistema Soho de Gravet-Lenoir, 1846 -1874.....	20
3.4.	El Sistema Mannheim de Tavernier-Gravet, 1850 – 1906	22
3.5.	El Sistema Mannheim de Barbotheu, 1888-1913	24
3.6.	El Sistema Mannheim de Dennert & Pape, desde 1873	26
3.6.1.	Introducción.....	26
3.6.2.	Datación en el Período Temprano	28
3.6.3.	Datación en el Período Tardío	31
3.6.4.	Marcas Especiales	31
3.7.	El Sistema Mannheim de Nestler desde 1878	32
3.7.1.	Introducción.....	32
3.7.2.	Datación en el Período Temprano	35
3.7.3.	Datación en el Período Tardío	37
3.8.	El Sistema Mannheim de Faber desde 1892	39
3.8.1.	Introducción.....	39
3.8.2.	Datación en el Período Tardío	42
3.9.	El modelo Rietz de Nestler desde 1903	43
3.9.1.	Introducción.....	43
4.	Capacidades y Cooperación de Dennert & Pape y Nestler.....	46
4.1.	Las Capacidades de Dennert & Pape	46

4.1.1.	Cursores con la Presión de un Pelo	46
4.1.2.	La regla de cálculo de dos caras	47
4.2.	Las Capacidades de Albert Nestler	48
4.2.1.	La Máquina Divisora de Beck	48
4.2.2.	Rodillos y Ruedas.....	49
4.2.3.	Swiss Made, las Reglas de Cálculo Suizas.....	49
4.2.4.	Figuras de Rodillos y Ruedas	50
4.3.	El Desarrollo de Reglas de Cálculo en Dennert y Pape.....	51
4.3.1.	DRP 34 583, la Regla Inalterable	51
4.3.2.	DRGM 37 191, El Canal Ranurado.....	51
4.3.3.	DRP 126 499, Placa Flexible.....	51
4.3.4.	DRGM 148 526, La Regla de Cálculo Exponencial	52
4.3.5.	DRGM 192 052, Tronillos de Ajuste	52
4.3.6.	La Regla de Bolsillo Simplex.....	52
4.4.	El Desarrollo de las Reglas de Cálculo en Nestler	53
4.4.1.	Cuerpos en blanco con cuatro rendijas en el canal.....	53
4.4.2.	DRGM 41 294, cobertura a doble cara.....	54
4.4.3.	DRGM 164 885, Tornillos de Alpaca	54
4.4.4.	DRGM 181 110, Sistema Rietz	54
4.4.5.	DRP 173 660, Placas Flexibles de Goma.....	54
4.4.6.	Producción Propia	55
4.5.	Cooperación en Europa.....	55
4.5.1.	Reglas de cálculo de Ahrend	55
4.5.2.	El Sistema Frank.....	57
4.5.3.	El Sistema Perry	59
4.6.	Cooperación en los EE.UU.....	61
4.6.1.	La Compañía Eugene Dietzgen	61
4.6.2.	Keuffel & Esser, Nueva Jersey.....	63
5.	Materiales, Calidad y Durabilidad en las de Reglas de Cálculo	65
5.1.	Los requisitos para las Reglas de Cálculo	65
5.2.	El Pegado del Canal.....	66
5.3.	Los Materiales.....	67
5.3.1.	Boj	67
5.3.2.	Caoba.....	67
5.3.3.	Nogal	67
5.3.4.	Peral.....	67
5.3.5.	Celuloide.....	68
5.3.6.	Marfil.....	68

5.4.	Laminación	68
5.5.	Pegado.....	68
6.	Apéndice	69
6.1.	Abreviaturas.....	69
6.2.	Nombres Importantes.....	70
6.3.	Fuentes	71
6.3.1.	Libros.....	71
6.3.2.	Folletos	72
6.3.3.	Ensayos.....	73
6.3.4.	Correspondencia	73
6.4.	Caracteres Especiales, Logotipos y Nombres.....	73
6.4.1.	Albert Nestler	73
6.4.2.	Dennert & Pape	73
6.4.3.	A.W. Faber	73
6.5.	Lista de Ilustraciones	74
6.6.	Lista de Museos	74
6.7.	Canales Ranurados.....	75
6.8.	Disposición de los Tornillos	76
6.9.	Modelos de Utilidad y Patentes	77
6.10.	Listado de Empresas	78
6.10.1.	Alemania.....	78
6.10.2.	Inglaterra.....	78
6.10.3.	Francia	78
6.11.	La Regla de Carpintero y el Sistema Coggeshall.....	79
6.12.	Sistema Peuckert.....	80
6.13.	Directorio de Palabras Clave.....	80

Un libro nunca se acaba

Heinz Joss

(NOTAS a la traducción al Español:

- se han conservado las referencias a las figuras en las páginas del libro original, para facilitar encontrarlas en éste
- se ha marcado en rojo el texto del autor que muestra inconsistencias. Ver anexo al final)

Edición

Traducción Digital al Español con copyright © 2022

El contenido fue publicado originalmente en Alemán como libro con © de Guus Craenen, Soest / NL, 2009.

De acuerdo con el testamento en vida de Guus Craenen, Anjo Craenen-Princée ha aprobado que esta traducción al inglés del libro agotado sea publicada solo como libro electrónico digital.

Traductor:

Jose G. Fernández

Tarragona

Spain

Email: jgfbjg@telefonica.net

1. Introducción

1.1. Prólogo (de Guus Craenen)

Este libro trata sobre una etapa del desarrollo de las reglas de cálculo centrándose en dos temas principales: los predecesores, variantes y sucesores del sistema de Mannheim, y el desarrollo y la cooperación de las empresas Dennert & Pape en Hamburgo y Albert Nestler en Lahr.

La empresa Dennert & Pape inicia la producción de reglas de cálculo en 1873; Nestler en 1880. Es entonces cuando comenzó su cooperación hasta 1905, cuando cada compañía siguió su propio camino.

En 2001 se publicó mi primer libro (agotado) "*Albert Nestler, Innovation und Qualität, Die Rechenstäbe von Nestler in ihrem internationalen Umfeld*"; en 2004 se publicó mi segundo libro (casi descatalogado) "*Albert Nestler, Innovation und Qualität, Zusammenarbeit mit anderen Herstellern und mit Erfindern*". En el texto de este libro se hace referencia a estos libros mediante las abreviaturas AN01 y AN04.

Hans Dennert ha escrito un libro y tres artículos, los cuales cito en el presente texto como sigue:

- *Aristo 1862 - 1962*: HD62;
- *100 Jahre Aristo Rechenstäbe 1972*: HD72;
- *Dennert & Pape Aristo 1872 - 1978*: HD78;
- *Zur Geschichte der Rechenschieber 1999*: HD99.

Las listas de precios de D&P, PV, se refrencian añadiendo el año: PV98, PV02 y PV05 para los años 1898, 1902 y 1905. Hans Dennert es una autoridad en cuanto a la empresa Dennert & Pape.

De 1995 a 2000 hubo un intercambio de cartas entre Hans Dennert y el autor. Me refiero a esto en este libro.

Al presentar la historia industrial francesa, me baso en el libro de Frank Marcelin *Dictionnaire des fabricants français d'instruments de mesure du XVe au XIXe siècle*, 2004.

1895 fue el comienzo del auge económico y un punto de inflexión en el desarrollo y producción de las

reglas de cálculo.

El período de 1880 a 1905, durante el cual Albert Nestler y Dennert & Pape lograron mucho en común, se menciona en el texto como el *Período Común*. El período hasta 1895 se llama el *Período Temprano*; el período de 1895 a 1905 es el *Período Tardío*. El término combinado se usa para dar información general, pero se emplean los términos específicos cuando se describan detalles diferenciadores de cada uno.

Para una mejor comprensión de las fuentes DRGM y DRP, las palabras antiguas en éstas se explican con palabras modernas entre paréntesis [N.d.T.: solo aplica al texto alemán]. Para presentar más claramente las escalas de las reglas de cálculo antiguas, he saturado los colores un poco más.

El libro [N.d.T.: solo aplica al texto alemán] está configurado de tal manera que también se puede utilizar como obra de referencia. Para ello, existen unos registros en el Capítulo 6, *Anexo*, y, además, la mayoría de las secciones sobre reglas de cálculo están configuradas como unidades de información independientes. Antes de buscar las secciones individuales 3.1 - 3.9, es mejor primero leer la sección 1.3 aquí. Los nombres de las personas que están impresos en cursiva se enumeran y describen con más detalle en la sección 6.2 *Nombres importantes*.

Si desea leer rápidamente las principales conclusiones, recomiendo la Sección 1.3 Resumen. También se hace referencia allí a otra información relevante.

Finalmente, me gustaría agradecer a toda una serie de compañeros coleccionistas y consultores por su ayuda y sugerencias. En la sección 1.2 Agradecimientos, los he incluido ordenados por sus nombres; Espero no haberme olvidado de nadie.

Sobre todo, quisiera agradecer a Peter Holland por su revisión lingüística del manuscrito. Así es como el libro se ha vuelto legible.

Soest / NL, Verano 2009

Guus Craenen

1.2. Agradecimientos

Este libro nunca se habría escrito sin contactos continuados con compañeros coleccionistas y expertos en el país y en el extranjero.

Quisiera expresar mi agradecimiento a las siguientes personas:

- Evelyn Benke, de la Oficina Alemana de Patentes y Marcas en Berlín, por la información en modelos de utilidad,
- Nanco Bordewijk, Ámsterdam, Países Bajos, por información sobre reglas de cálculo Inglesas y Francesas,
- Jim Cerny, Madbury, New Hampshire, Estados Unidos, por información sobre Keuffel & Esser,
- Irene Dennert, Hamburg, Alemania, por información sobre Dennert & Pape,
- Harrie van Dooren, Deventer, Países Bajos, por información sobre las reglas de cálculo de Tavernier-Lenoir y Barbotheu,
- Rainer Heer, ingeniero, Hannover, Alemania, por información sobre escritos en el *Diario sobre Topografía*,
- Peter Holland, Brühl, Alemania, por correcciones lingüísticas,
- Dieter von Jezierski, Stein junto a Núremberg, Alemania, por información sobre las reglas de cálculo de Faber-Castell,
- Karl Kleine, profesor, Jena, Alemania, por información sobre patentes, modelos de utilidad y Dennert & Pape,
- Hans Kordetzky, ingeniero (FH), Cham, Suiza, por información sobre el sistema Perry,
- Klaus Kühn, Dr., Alling-Biburg, Alemania, por información sobre las reglas de cálculo de Dennert & Pape y de Peuckert,
- Günter Kugel, Dr. Ing. E.h., Moers, Alemania, por información sobre Dennert & Pape y Nestler,
- Jörn Lütjens, Dr. Profesor, Ahrensburg, Alemania, por información sobre Nestler,
- Jürgen Nestler, ingeniero en VDI, Hausach, Alemania, por información sobre las máquinas de división de Nestler y sobre Massag,
- Lore Oetling, ingeniero, Hamburgo, Alemania, por información sobre Dennert & Pape,
- Robert K. Otnes, Palo Alto, California, Estados Unidos, por información sobre Lenoir y Gravet-Lenoir,
- Hartmut Petzold, Dr., Deutsches Museum, Múnich, por información sobre Nestler,
- Otto van Poelje, Hilversum, Países Bajos, por información sobre la regla de cálculo de Leon Walter Rosenthal,
- David Rance, Sassenheim, Países Bajos, por información sobre los sistemas de Frank y Perry,
- Ronald van Riet, Nieuwegein, Países Bajos, por información sobre reglas de cálculo de Gravet-Lenoir y Tavernier-Gravet,
- Werner Rudowski, Bochum, Alemania, por información sobre Dennert & Pape, Faber y reglas de cálculo inglesas,
- Hans-Peter Schaub, Allschwil, Suiza, por información sobre Nestler,
- IJzebrand Schuitema, Odijk, Países Bajos, por información sobre reglas de cálculo francesas y alemanas,
- Panagiotis Venetsianos, Bruselas, Bélgica, por información sobre fabricantes franceses y el Sistema Mannheim,
- Jane Wess, Museo de la Ciencia en Londres, por información sobre el sistema Soho de James Watt.

2. La Revolución Industrial y la Industrialización

Para comprender las conexiones durante el *Período Común*, es útil observar los progresos a partir del siglo XVIII. La Revolución Industrial es el centro de este período: la fundación y el desarrollo de industrias en una sociedad originalmente agraria. Es la búsqueda de la racionalidad y la renovación técnica.

El proceso tiene lugar en tres fases de tiempo. Para el *Período Común*, los dos relevantes son:

- 1ª Revolución Industrial, 1750 - 1850,
- 2ª Revolución Industrial, 1870 - 1914.

Ciertos procesos, como la revolución del transporte y las comparaciones con el desarrollo en Lahr, se relacionan con estas fases de tiempo. Para no perder el contexto, las describimos ahora en las secciones a continuación.

2.1. La 1ª Revolución Industrial

La 1ª Revolución Industrial (1750 - 1850) se inicia en Inglaterra en la industria textil con el uso de la máquina de vapor. Ésta tiene una gran influencia en las industrias textil, de ingeniería mecánica y del hierro, pero también en los ferrocarriles.

Durante estos años, la economía en Alemania crece a una media del 10% anual. A nivel mundial, las tasas de crecimiento en este período son del 400% en la producción de hierro, del 450% en las máquinas de vapor y del 380% en los ferrocarriles europeos. Las causas de este auge son la disponibilidad de capital, la liberalización de la sociedad y la abolición de las barreras comerciales. Pero es sobre todo el avance del ferrocarril, el que a partir de 1840 le quita protagonismo a la industria textil, como motor de la industrialización, y se extiende más allá de la 1ª Revolución Industrial.

Alrededor de 1800, el viajar y el transporte apenas era más rápido que en la época romana. Esto también aplica a los flujos de información. Entre 1850 y 1870, la red ferroviaria europea creció un 364%. El primer ferrocarril construido en Alemania va de Nuremberg a Fürth (6,1 km) en 1835. La primera línea importante va de Leipzig a Dresde en 1836. La figura

2.1 muestra el ferrocarril Bonn-Colonia en Brühl, en 1844. La red ferroviaria continuó su expansión, hasta los 6.000 km en 1850 y hasta los 60.000 km en 1910.



Figura 2.1: La línea Bonn-Cologne a su paso por Brühl

El ferrocarril contribuyó al surgimiento de la Confederación Alemana, primero una unión aduanera, luego el Reich Alemán. Sin duda se facilitan el comercio y los viajes.

La revolución del transporte también tiene un impacto en el transporte marítimo. Los barcos de vapor reemplazan a los veleros. El comercio intercontinental sufre una fuerte demanda. El comercio mundial crece un 900% durante este período. Por primera vez, se sientan las bases para la venta mundial de productos europeos.

A mediados del siglo XIX, la primera ola industrial se calmó en cierta medida. Se necesitan nuevas industrias para volver a poner en marcha el motor de la industrialización.

2.2. La 2ª Revolución Industrial

La 2ª Revolución Industrial (1870 - 1914) condujo a muchas innovaciones. Desde finales del siglo XIX, la industria se vio influida decisivamente por la ciencia. Hasta entonces, las innovaciones solían surgir sobre la base de la experiencia práctica, a menudo también de civiles muy comprometidos, como el pastor Cartwright, que inventó el telar mecánico en 1785.

La ciencia y la industria entran en una relación

simbiótica en este nuevo período. La enorme expansión del conocimiento científico abre constantemente nuevas áreas de aplicación. Esto se aplica en particular a la electricidad como una forma de energía fácil de transportar con una amplia gama de aplicaciones. La electricidad también está en la base de la industria de masas, primero con la bombilla y el teléfono, luego con la radio y el gramófono, todos medios de comunicación. Pero los motores eléctricos también comienzan su avance, y el uso del hormigón armado gana cada vez más terreno. En 1893, se instaló el primer motor eléctrico en D&P.

La creciente actividad del mercado también conduce a más consumo y más competencia. Este desarrollo estimula las innovaciones técnicas rentables. La medida más importante para reducir costes es la gestión científica. El fabricante de hierro estadounidense Frederick Winslow Taylor (1856-1915) es su fundador. Taylor se esfuerza por optimizar los procesos. El viejo maestro de la optimización de la producción dice acerca de las reglas de cálculo:

El beneficio de la regla de cálculo es mucho mayor que todos mis inventos juntos.



Figura 2.2: Frederick Winslow Taylor

La 2ª Revolución Industrial hace que los procesos sean más profesionales y eficientes. Las grandes empresas también atraen a científicos que pueden desarrollar nuevos productos sobre la base de las tecnologías punta. El resultado es un aumento extraordinario de las invenciones. Las innovaciones

de las industrias siderúrgica y eléctrica están conduciendo a una nueva fase de industrialización, con nuevas oportunidades de expansión. Los años de 1896 a 1914 están marcados por una febril actividad económica. La revolución del transporte y la energía eléctrica "móvil" también han aumentado la movilidad de las personas.

2.3. Industrialización

La industrialización es la introducción y difusión de medios industriales de producción y de distribución de bienes y servicios. La fase del avance real del desarrollo industrial se llama Revolución Industrial. El término surgió en Francia durante la Revolución Francesa (1789 - 1799).

La industrialización comienza en Inglaterra, luego llega a Francia y a Alemania, donde se manifiesta en Hamburgo y en Lahr, entre otros lugares.

En las siguientes secciones se relaciona, en lo posible, la industrialización con la producción de las reglas de cálculo.

2.3.1. Industrialización en Birmingham

El número de nuevos inventos aumenta desde mediados del siglo XVIII, especialmente en el nuevo uso de la energía artificial y en la industria textil. El número de patentes crece de 100 en 1750 a 6100 en 1850.

Birmingham, la segunda ciudad más grande de Inglaterra, y sus alrededores florecieron con la Revolución Industrial. La ciudad era el centro de la ingeniería mecánica británica, con James Watt como el ciudadano más famoso.

Desarrollada por James Watt como máquina de ciclo simple en 1764 y como de doble ciclo en 1782, el éxito de la máquina de vapor es incuestionable. El mundo honrará al inventor asociando su nombre con la unidad de potencia.

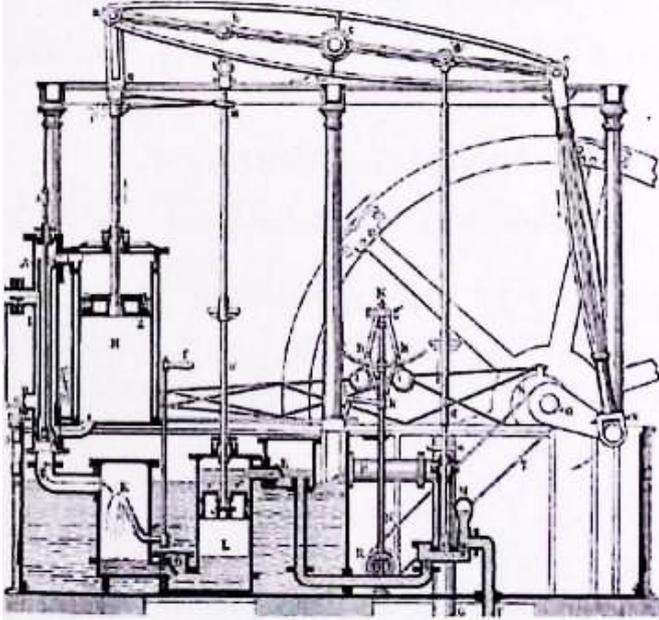


Figura 2.3.1: Máquina de vapor de James Watt

Watt es el inventor de la regla de cálculo de tipo Soho. Entre 1779 - 1796 desarrolló una regla de cálculo simple y de aplicación universal (ver Figura 3.1.3, p.23). Se fabricó inicialmente en Soho, cerca de Birmingham, y a partir de 1804 la fabrica y ofrece William Jones en Londres.

2.3.2. Industrialización en París

A principios del siglo XVIII, París fue un centro espiritual de científicos como Ampere, Fourier y Laplace. Esto da un nuevo impulso al desarrollo de las reglas de cálculo. Napoleón introdujo el sistema métrico de unidades y avanzó en el mapeo de Europa. Las reglas de cálculo son particularmente adecuadas para convertir las dimensiones antiguas a las nuevas, y eso aumenta su demanda.

Étienne Lenoir construyó el primer patrón oficial del metro en 1793, el cual en la actualidad todavía se conserva en los Archivos Nacionales de Francia. El matemático Jerome Lalande escribió en 1801:

Lenoir ha demostrado que la industria francesa ya no es inferior a la industria inglesa.

El hijo de Lenoir, Paul-Étienne, construyó su máquina de división de 8 brazos en 1823, con la que se podían producir en masa reglas de cálculo Soho muy precisas. Un excelente ejemplo de industrialización en Francia (ver Sección 3.2).

Amédée Mannheim inventa una nueva disposición de las escalas en 1850 y Tavernier ofrece el sistema

que lleva el nombre de Mannheim. Se convierte en un producto rompedor.

La Torre Eiffel de 300 metros de altura es el símbolo de París y se erige en todo el mundo como un símbolo de Francia. La torre fue construida entre 1878 y 1889 por la empresa de Eiffel, *Gustave Eiffel & Cie*, para la Exposición Universal en el centenario de la Revolución Francesa. La torre se terminó en solo dos años con 2,5 millones de remaches que conectan 18.000 piezas de hierro. La torre muestra la armonía entre forma y función (ver figura).



Figura 2.3.2: La Torre Eiffel en construcción, 1888

2.3.3. Industrialización en Hamburgo

En 1871, Hamburgo se convirtió en un estado federal del Imperio alemán. La ciudad se caracterizó por un gran progreso técnico. El final de la Guerra Civil Norteamericana en 1865 trajo a Hamburgo, como ciudad portuaria, un tremendo auge económico. La ciudad creció en el período 1875 - 1910 de 165.000 a 931.000 habitantes.

Hans Dennert escribe en HD62:

La construcción de ferrocarriles, carreteras y puertos aumenta la necesidad de instrumentos geodésicos. Se agregan líneas de abastecimiento y alcantarillado en las ciudades; En Hamburgo, por ejemplo, no fue hasta 1842 que se construyó un suministro de agua y en 1850 se construyó un sistema de alcantarillado. Con el desarrollo de la

tecnología en la primera mitad del siglo XIX, la regla de cálculo se convirtió en una herramienta indispensable.

En 1873, Dennert & Pape se convirtió en la primera empresa alemana en fabricar reglas de cálculo basadas en el modelo francés.

El primer taller de Johann Christian Dennert estaba en Pastorenstraße 5, cerca de la iglesia principal de St. Michaelis.



Figura 2.3.3: Alrededores del Gran Michel, símbolo de Hamburgo.

2.3.4. Industrialización en Lahr

En Lahr, la industrialización comienza temprano. Las primeras fábricas deben su fundación a la iniciativa privada de personalidades de Lahr.

En 1774 el comerciante Lotzbeck puso en marcha una fábrica de tabaco, y en 1809 ya trabajaban allí 80 obreros, que es mucho para la época. En el siglo XIX florecieron la industria y el comercio: en 1815 había tres fábricas y 47 casas comerciales; en 1880 estas cifras ascendieron a 42 y 113 respectivamente.

En 1816, el encuadernador Carl Friedrich Dreyspring fundó la primera fábrica alemana de cartón en Lahr. Después de solo diez años, 40 trabajadores ya estaban trabajando allí. La fábrica estaba ubicada en Heiligenstrasse 33. Aquí también tiene lugar la producción de estuches de todo tipo, como los de las reglas de cálculo.

Estos años del *Período Común* también son una época llena de acontecimientos para la ciudad de Lahr. El alcalde Alex Lausch escribe en 1991:

Los años 1880 - 1912 fueron un período de prosperidad económica en la industria, el comercio y la expansión de la infraestructura, que en su dinamismo exigió también muchas actividades de construcción.

En 1878, Theophil Beck y Albert Nestler fundaron *Maßstabfabrik Beck und Nestler*.

En 1880, la fabricación de reglas de cálculo también se incluyó en el programa de producción (ver sección 4.2, p.57).



Figura 2.3.4: Antigua fábrica de Nestler en Lahr, Selva Negra. En el medio se encuentra la mansión del fundador.

2.3.5. Industrialización en Stein

En 1761 Kaspar Faber construye la fábrica de lápices Faber, en Stein, cerca de Nuremberg. Lothar Faber decidió diversificar sus productos y fundó una fábrica de pizarra en Geroldsgrün en la Alta Franconia en 1861, que también producía reglas de madera. Esta experiencia productiva fue útil cuando comenzó la producción de reglas de cálculo en 1892 (ver sección 3.8, p.46).

Faber es así la tercera fábrica de reglas de cálculo en Alemania. Esto los estimula a presentar innovaciones para diferenciarse de D&P y Nestler.

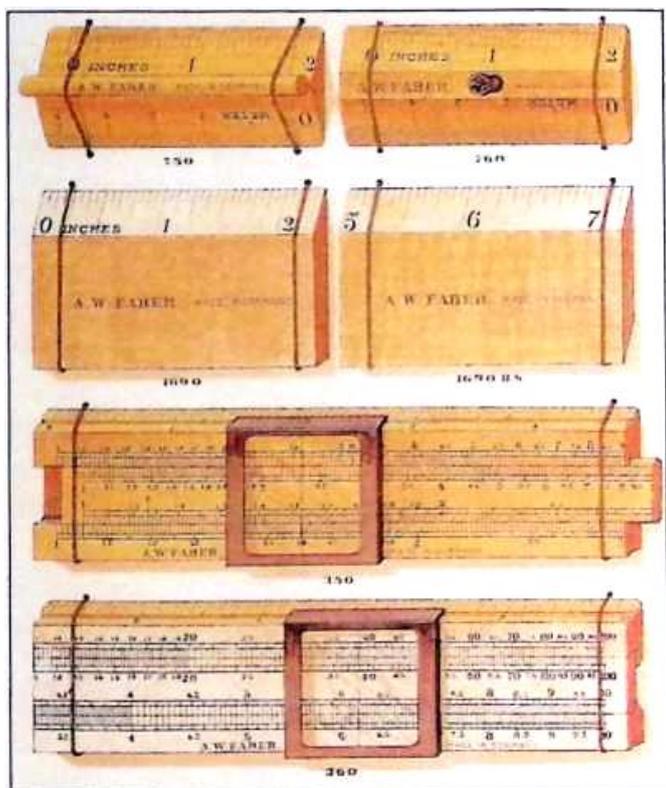


Figura 2.3.5: Reglas y reglas de cálculo de madera de Faber

Michael Lösel escribe lo siguiente sobre la industrialización en Nuremberg en un artículo sobre el paisaje urbano de Nuremberg:

Con la incorporación de la energía de vapor a las fábricas, comenzó el primer impulso importante de industrialización. Paralelamente al desarrollo industrial, el número de inmigrantes también aumentó considerablemente y a partir de 1834 (44.456) en 40 años la población de Núremberg se duplicó.

Faber había producido lápices en grandes cantidades y, por lo tanto, había adquirido experiencia en la producción en masa. No es de extrañar que a Faber se le ocurriera una idea revolucionaria para la producción en masa de reglas de cálculo en la década de 1920: una herramienta de división con la que se podían grabar todas las escalas de una regla de cálculo en una sola operación.

2.4. Oficina de Patentes y Patentes

La Oficina Alemana de Patentes se fundó en 1877 y, por lo tanto, permitió una protección uniforme de las invenciones. *Karl Kleine* escribe (ver p.96):

Las patentes y los modelos de utilidad son los

llamados derechos territoriales cuya historia se remonta a la Edad Media. Un estado [...] otorga a un solicitante de una invención o un producto especial un monopolio temporal para la fabricación y venta de un determinado objeto en su territorio, a cambio de la divulgación y el pago de tasas. La motivación al otorgar este privilegio es promover la innovación.

Las descripciones en las patentes son muy informativas para los coleccionistas de reglas de cálculo. Ayudan a profundizar en el conocimiento del producto y a comparar reglas de cálculo en términos técnicos.

El plazo máximo de vigencia para las patentes es de 18 años; el de los modelos de utilidad (expedido a partir de 1891) es de 6 años.

En 1878, se registraron 2000 patentes. Hasta 1898, los registros aumentaron de manera constante. El siguiente diagrama ilustra la progresión y números durante el cambio de siglo (Fig. 2.4). Muestra el número anual de solicitudes de patentes durante el período 1898 - 1902.

Año	Cantidad
1898	5300
1899	6700
1900	9000
1901	10200
1902	11150

Figura 2.4: Número de solicitudes de patentes de 1898 a 1902

De la figura se puede ver que los años 1898 - 1902 son una época de prosperidad económica. La primera patente que será decisiva para la producción de reglas de cálculo en Alemania, de Dennert & Pape, llega en 1885. Es la DRP 34 583 y se refiere a la cobertura de celuloide en las reglas. Más tarde, el celuloide también se utilizará para las reglas de cálculo.

Hasta aquí la revolución industrial. Pasemos ahora al desarrollo, fabricación y venta de reglas de cálculo en el *período alemán* (1872 - 1972, véase AN01, p.10). Centrémonos en cómo se van a producir reglas de cálculo de forma más racional y en cómo el comercio y la industria apoyan eficazmente este desarrollo.

2.5. Las Consecuencias para la Industria y el Comercio

Durante la Primera Revolución Industrial, una mejora considerable en las estructuras de transporte creó una base para el comercio mundial. La Segunda Revolución se caracteriza sobre todo por la simbiosis de la ciencia y la industria, con el resultado de una avalancha de innovaciones. La atención se centra en la industria eléctrica, la comunicación de masas y las nuevas posibilidades de la construcción con hormigón armado.

La creciente competencia obliga a una producción racional, es decir, a un uso más eficiente de materiales, máquinas y mano de obra. El diseño y el cálculo juegan un papel cada vez más dominante. La toma de decisiones óptima requiere una visión de las

posibles alternativas y se tiene que calcular mucho para esto.

La movilidad y la miniaturización tienen una fuerte interacción. Lo que debe ser móvil debe ser también ligero y pequeño, pero suficientemente robusto. Esto conlleva un diseño óptimo y un cálculo crítico de los límites de carga de las construcciones, para poder llevar los límites constantemente más allá de lo que es posible.

Los fabricantes de reglas de cálculo continúan desarrollando nuevos productos para respaldar las innovaciones de sus clientes. En los primeros doce años del siglo XX, Nestler lanza al mercado doce nuevas reglas de cálculo para nuevas aplicaciones; en 1914 D&P sorprendió con otros 28 sistemas completamente nuevos.

3. Predecesores, variantes y sucesores del sistema de Mannheim.

Antes del comienzo de la Primera Revolución Industrial, alrededor de 1740, en Inglaterra se producen reglas de cálculo especiales. Dado que estas reglas de cálculo están diseñadas con escalas específicas y tienen marcas especiales, en general no son de interés para los técnicos (ver la Figura 3.1.5). Además, todavía se dividen a mano y, por lo tanto, son inexactas y costosas.

James Watt inventó el sistema Soho en Inglaterra, y lo fabricó manualmente. Posteriormente, las Soho se fabricarán en Francia con una máquina de división de ocho brazos. La precisión de las divisiones es mucho mejor (ver Figuras 3.1.3, p.23 y 3.2.3, p.26).

En 1850 Mannheim inventa el sistema con su nombre en París, y será decisivo durante los 50 años siguientes.

En 1902, Max Rietz recibió un DRGM por su regla de cálculo de cubos, y será decisiva durante los siguientes 40 años.

Este capítulo describe la historia del desarrollo del sistema de Mannheim. El escenario se puede dividir en:

- Predecesores: Sistema Soho de Watt en Inglaterra y similares de Lenoir y Gravet-Lenoir en Francia,
- Variantes: Sistema Mannheim de Francia (Tavernier-Gravet y Barbotheu) y de Alemania (D&P y Nestler),
- Sucesores: Sistema Electro (D&P y Faber) y Sistema Rietz (Nestler).

Las reglas de cálculo inglesas y francesas se describen en las secciones 3.1 a 3.5. Las reglas de cálculo alemanas del período 1874 - 1905 se analizan en las secciones 3.6 a 3.9.

Todos los sistemas tienen cuatro escalas como base, que se designan de arriba a abajo con las letras A, B, C y D.

Para los sistemas Soho, las escalas A, B y C son iguales, es decir, de cuadrados (x^2); D es una escala logarítmica simple (x). La longitud de la regla de cálculo es casi siempre de solo 26 cm. Una Soho no tiene cursor.

En los sistemas de Mannheim, las escalas A y B son las mismas, es decir, de cuadrados (x^2), y las C y D son escalas logarítmicas simples (x). La longitud es de 26 cm para las primeras reglas de cálculo, y de 27 o 28 cm para las posteriores, de modo que la línea del cursor pueda alcanzar toda la longitud de la escala, de 25 cm. Esto también se aplica al sistema Rietz. Ambos sistemas tienen un cursor.

El uso de escalas trigonométricas es diferente para cada sistema de regla de cálculo. Esto se debe a la escala que se utilizará para leer los resultados y a otras diferencias constructivas. Para explicar su uso denominaremos *línea inicial* a la primera línea grabada de una escala; y la última línea grabada será la *línea final*. En las Soho el valor del seno y el valor de la tangente se leen en la escala B debajo de la línea final de la escala A.

Los Soho no tienen ventanas traseras con línea de índice. En la parte posterior, el borde entre cuerpo y reglilla es una línea de índice imaginaria (ver Figura 3.2.7, p.26).

Cuando algunas referencias no sean claramente visibles en una figura, estas indicaciones se incluirán en cursiva en el pie de la figura.

3.1. El sistema Soho de Watt, 1787 - 1804

El ingeniero escocés James Watt nació en Greenock en 1736 y murió en Heathfield, en Handsworth, en 1819. Watt, inventor de la máquina de vapor (ver sección 2.3.1, p.15), desarrolló una regla de cálculo simple y universalmente aplicable en el período de 1779 a 1796.

Paul Zoller (p.87) escribe:

Probablemente podamos fechar el desarrollo de la regla de cálculo simple de Soho entre 1779, cuando Watt claramente aún no tiene mucho conocimiento acerca de las reglas de cálculo, y 1796, cuando John Southern, un asistente importante de Watt, mantuvo correspondencia con William Jones, un fabricante de instrumentos de Londres, sobre el diseño y la fabricación de un tipo simple en particular.

Tomamos el año 1787 por ser la mitad de este período.



Figura 3.1.1: James Watt

Probablemente, las primeras reglas de cálculo de Watt fueron hechas por Edward Nairne (1726 - 1806), mecánico de la corte real. En ese momento Watt estaba trabajando en una fundición en Soho, en Birmingham. De ahí el nombre de la regla de cálculo Soho. Las Soho posteriores están hechas a mano por William Jones (1763 - 1831), lo cual es caro y requiere mucho tiempo. Jones es el sucesor del famoso fabricante de instrumentos George Adams Jr. (1750 - 1795). William es óptico y en 1794 fundó un taller con su hermano menor Samuel, con el nombre de W&S JONES. El catálogo de 1804 dice:

Una nueva regla de cálculo de bolsillo de 10 pulgadas, en boj, para resolver todo tipo de problemas de trigonometría, medición (cálculo de superficies y contenidos), etc. por 4 chelines.

La dirección, que a menudo se incluye en la regla de cálculo, puede ser un buen medio para fecharla. Las reglas de cálculo de W&S Jones en Londres se fabrican en las siguientes direcciones: 135 Holborn (de 1792 a 1800) y 30 Holborn (de 1800 a 1860). Las Soho hechos por W&S Jones son extremadamente raras de encontrar.

La regla de cálculo que se muestra en la figura 3.1.3 proviene del Museo de Ciencias de Londres y se usó en Boulton y Watt a principios del siglo XIX.

En el reverso de la regla de cálculo está escrito:

- W&S JONES, No.30 HOLBORN, LONDON

Esta fue la dirección del taller desde 1800.

Las dimensiones son $10\frac{1}{4} \times \frac{7}{8} \times \frac{3}{16}$ pulgadas o 260 x 22 x 5 mm. La reglilla tiene un ancho de 8,5 mm. Cuanto más antigua es la Soho, más estrecho es el cuerpo y la reglilla.

Las escalas casi siempre se referencian con las letras A, B, C y D. D&P fueron los primeros en hacer esto en el continente, en 1903 (ver el sistema Simplex, Fig. 4.3.6.1, p.62).

En el canal del cuerpo hay escalas de medición en pulgadas y en milímetros. A menudo se incluyen dos botones para facilitar el desplazamiento manual de la reglilla. En esa época las reglillas probablemente no funcionaban tan bien.

Rolf Jäger escribe en HD62 sobre el sistema Soho de James Watt:

Sin embargo, C es una escala de cuadrados, porque en ese momento se usaban las escalas A y B principalmente para evitar que la reglilla se saliera. En cambio, la escala C solo se necesitaba para calcular cuadrados y raíces cuadradas, en combinación con la D. Si consideramos que la regla de cálculo carece de cursor, se entiende que, para ello, una escala cuadrada y una escala básica deban deslizarse una contra la otra.

Sin embargo, el sistema Soho también tiene un precursor: el sistema Coggeshall (ver sección 6.11, p.98). El sistema ya estaba en el mercado en 1682. La Figura 3.1.2 muestra una sección de una versión tardía. La escala D es una escala especial.

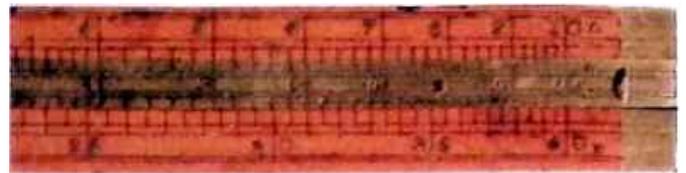


Figura 3.1.2: Fragmento del sistema Coggeshall

En la parte posterior de la reglilla hay una escala de senos, una de tangentes y una escala L, también llamada de mantisas. Las escalas de senos y tangentes están relacionadas con las escalas cuadradas. El valor del seno y el valor de la tangente se leen en la escala B debajo de la línea final de la escala A. Los rangos trigonométricos son:

- Senos 35' - 90°
- Tangentes 35' - 45°

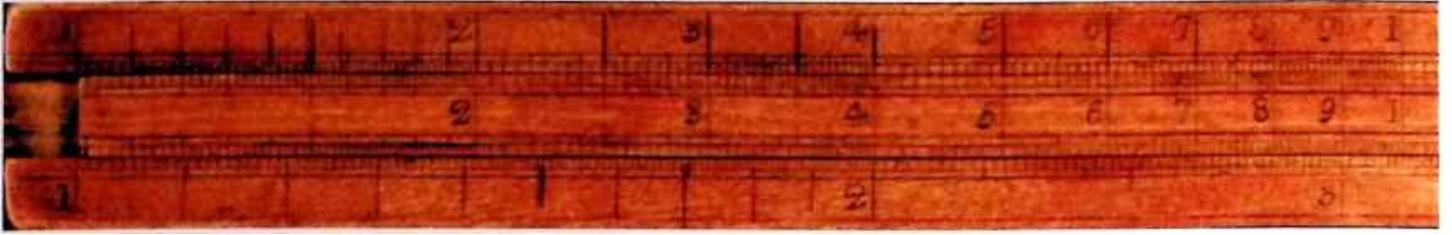


Figura 3.1.3.L: Mitad izquierda del frontal de un ejemplar Soho de Watt, fabricado por Jones. Museo de Ciencias, Londres

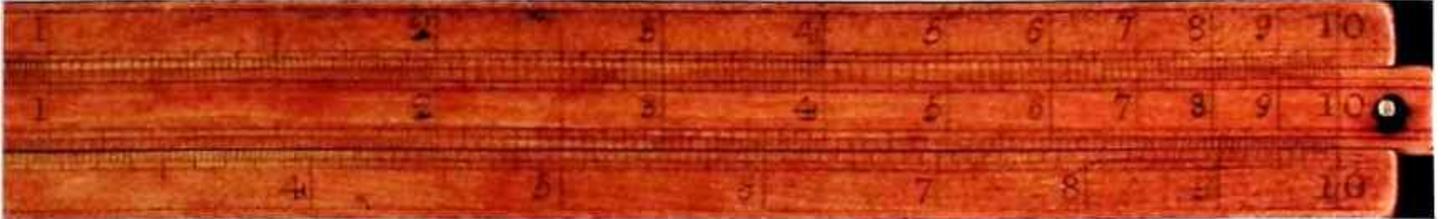


Figura 3.1.3.R: Mitad derecha del frontal de un ejemplar Soho de Watt, fabricado por Jones. Museo de Ciencias, Londres

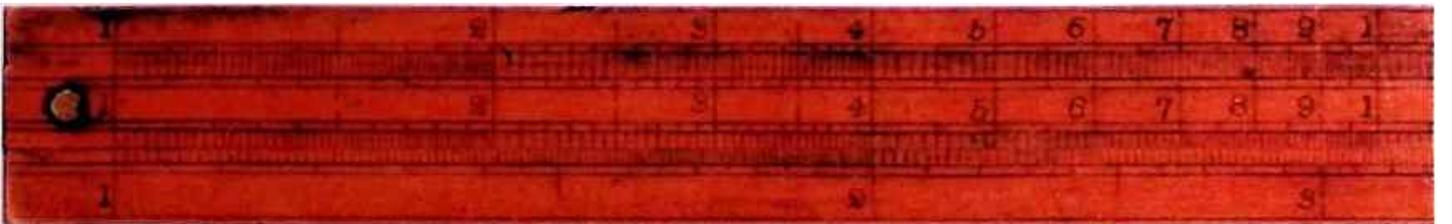


Figura 3.1.4.L: Mitad izquierda del frontal de un ejemplar Soho de Underhill, Manchester. Colección de IJzebrand Schuitema



Figura 3.1.4.R: Mitad derecha del frontal de un ejemplar Soho de Underhill, Manchester. Colección de IJzebrand Schuitema

El modelo Soho de Underhill (c. 1814) tiene algunas características especiales (ver Figura 3.1.4):

- No hay escalas de medición en el canal,
- La reglilla tiene dos botones para manipulación,
- La reglilla tiene la misma sección transversal que se muestra en la Figura 3.2.2 (p.25),
- El nombre y la dirección del fabricante están en el lateral.

3.1.1. Reglas de cálculo especiales

Se desarrollan reglas de cálculo especiales para áreas de aplicación específicas. La Figura 3.1.5 muestra una regla para el cálculo de estructuras de techos de madera. La regla de cálculo fue desarrollada en 1884 por Lala Ganga Ram (1851 - 1927), un ingeniero civil indio del Punjab.

En 1885 recibió la patente británica 2149. W. F. Stanley fabricó la regla de cálculo en Londres. Otro fabricante de Londres fue J. Tree & Co. La calidad de esta regla de cálculo es excepcional.

El frontal tiene diez escalas; el reverso (no mostrado) tiene seis escalas y una tabla. A pesar de las muchas escalas y textos complementarios, el diseño de la regla es muy claro.

El anverso muestra las fórmulas de resistencia (W) y deflexión (δ):

$$W = \frac{2 * b * d^2}{S * L} P$$

$$\delta = \frac{5 * W * L^3}{8 * E * b * d^3}$$

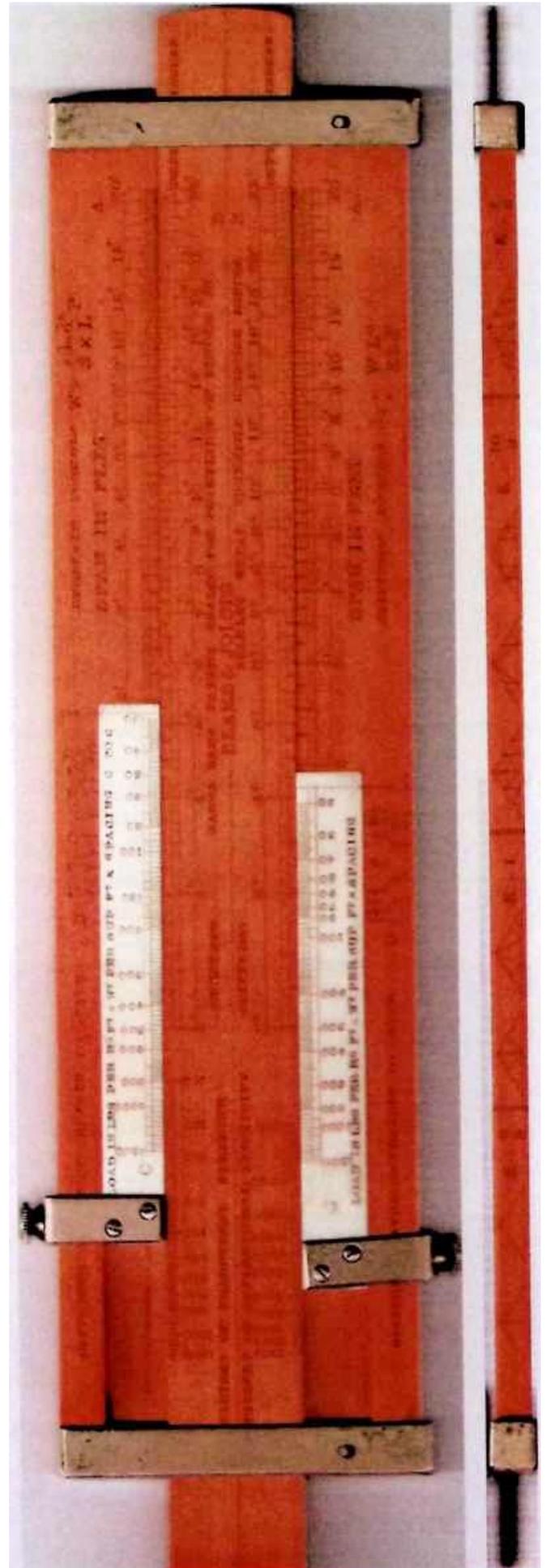
La mitad superior de la regla de cálculo se utiliza para calcular el espesor y la mitad inferior la deflexión.

En el lateral (ver Figura 3.1.5b) se muestran 8 estructuras de techo con los factores K correspondientes. Están referidos en la parte posterior del cuerpo.

La reglilla tiene dos escalas simétricas. Esto elimina la necesidad de un cursor.

Esta regla de cálculo especial no tiene ningún par de escalas con la misma subdivisión y que deslicen juntas, como las escalas A y B en el sistema Soho, y, por lo tanto, no es de aplicación general. Para una aplicación universal, la regla de cálculo tiene también demasiados elementos que no serían útiles.

Figura 3.1.5: Regla de cálculo especial para cubiertas de madera



3.2. El Sistema Soho de Lenoir, 1815 - 1846

Etienne Lenoir nació en Mer, cerca de Orleans, en 1744 y murió en París en 1832. Según Antony Turner, Lenoir proviene de un entorno humilde y no recibió ninguna educación. En 1793, el famoso fabricante de instrumentos francés construyó el primer patrón oficial del metro, que todavía se conserva en los Archivos Nacionales de Francia.

Su hijo Paul-Étienne nació en 1776. Participó en la expedición de Napoleón a Egipto y fue elegido miembro del Instituto de El Cairo.

En 1825 inventó la máquina de división de 8 brazos, con la que se pueden producir en la fábrica reglas de cálculo Soho muy precisas. Es su última gran innovación. Según *Maurice Daumas*, Lenoir dice de su máquina de división:

Al construir esta máquina, no intenté imitar la máquina inglesa. Por el contrario, me permito decir que mi método es enteramente francés.

En 1817 se hizo cargo del negocio de su padre. A partir de 1819, Paul-Étienne fue completamente responsable de las reglas de cálculo. En 1823 Paul-Étienne escribe en un folleto que acompaña a una exposición (según *Anthony Turner*, p.87):

He completado el desarrollo de mis nuevas máquinas de división. Esto significa que se pueden realizar con precisión más de 4000 divisiones, con las que se pueden realizar cálculos correctos. Las mujeres realizan este trabajo de división.

Cuando Paul-Etienne murió en 1827, su padre continuó dirigiendo el negocio hasta su muerte en 1832. Luego se une Mabire, que había estado con Lenoir desde 1830. Ambos son mecánicos de la corte real. Mabire dirige el negocio hasta 1846. Se llama a sí mismo *único sucesor* de Lenoir.

Los Sohos de Lenoir se realizan en 1817 en la *Rue Louis le Grand 21*, de 1817 a 1827 en la *Rue Saint Honore 340*, y desde 1828 en la *Rue Cassette 14*, a 400 metros al este del *Palais du Luxembourg*. Rara vez se incluye la dirección en las reglas de cálculo. En las Soho de Lenoir, el nombre Lenoir está

profundamente grabado y, por lo tanto, es fácil de leer incluso en las muy antiguas. Los especímenes de Lenoir no tienen cortes serrados (como en la parte inferior izquierda de la Fig. 3.3.3.L, p.28) para ajustar el cuerpo en la máquina de división, porque al principio, antes de 1823, las reglas de cálculo todavía se hacen a mano. La Figura 3.2.3 muestra un fragmento de una regla Soho de marfil de 35 cm de largo y con dos escalas de medida en el canal, en centímetros y en pulgadas.

La ventaja del marfil, una mejor legibilidad de las escalas, es evidente de inmediato. El material es más agradable a la vista y en gran medida es independiente de la temperatura. Las reglas de cálculo de marfil son seis veces más caras que las correspondientes de boj. También se utilizan otros materiales. *Cajori* escribe: *En 1821 Lenoir hizo su primera regla de cálculo de latón de 35 cm.*

Las figuras 3.2.5 y 3.2.6 muestran un sistema Soho. En el canal hay una escala de medición. Así, la regla de cálculo se puede utilizar para medir longitudes (de 26 a 52 cm). La reglilla tiene una sección transversal asimétrica y, por lo tanto, no es reversible (ver figura).



Figura 3.2.2: Sección de la reglilla del sistema Soho

En la parte posterior de la reglilla hay una escala de senos, una de tangentes y una escala L, también llamada escala de mantisas. Las escalas de senos y tangentes están relacionadas con las escalas cuadradas. El valor del seno y el valor de la tangente se leen en la escala B debajo de la línea final de la escala A.

Los rangos trigonométricos son:

- Senos $35' - 90^\circ$
- Tangentes $35' - 45^\circ$

La escala L es lineal. Esto permite determinar el valor logarítmico de cada número entre 0 y 1000. Además, con la escala L, por medio de un compás de puntas, se puede sumar y restar, lo cual es muy útil en esa época.

Las Soho no tienen ventanas de índice traseras. En la parte posterior de la regla de cálculo, el borde de deslizamiento del cuerpo es una línea de índice imaginaria (ver la Figura 3.2.7).

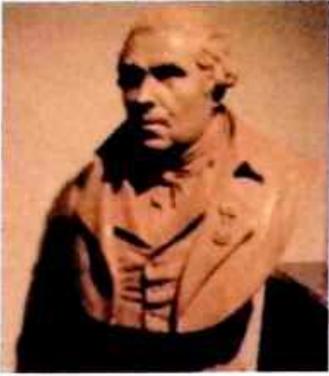


Figura 3.2.1: Etienne Lenoir

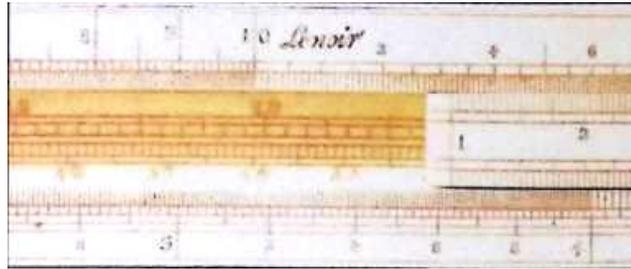


Figura 3.2.3: Fragmento de un ejemplar Soho de Lenoir en marfil

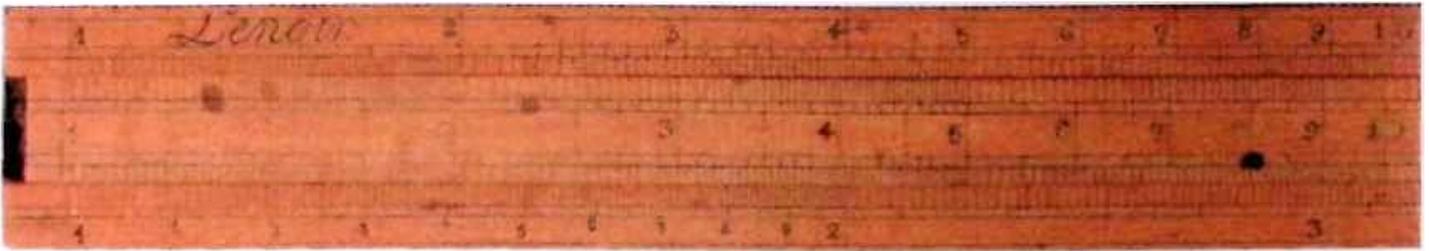


Figura 3.2.5.L: Parte izquierda de un ejemplar Soho de Lenoir. Colección de Robert K. Otnes

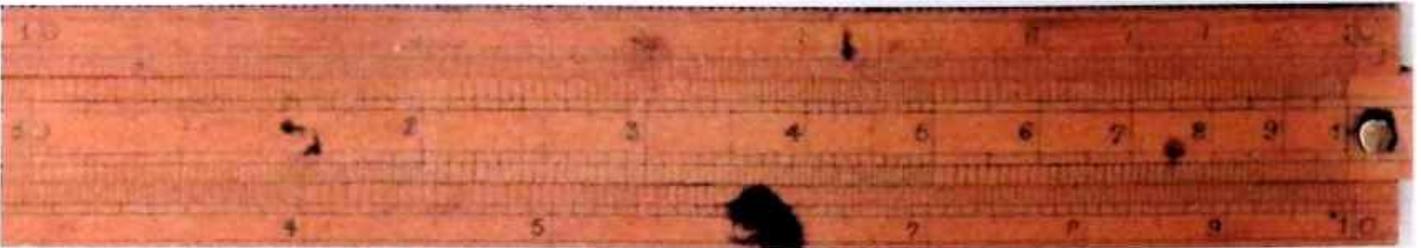


Figura 3.2.5.R: Parte derecha de un ejemplar Soho de Lenoir. Colección de Robert K. Otnes

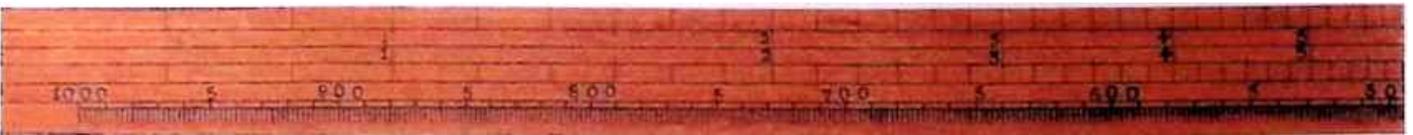


Figura 3.2.6.L: Parte izquierda del reverso de la reglilla de un ejemplar Soho de Lenoir. Colección de Robert K. Otnes

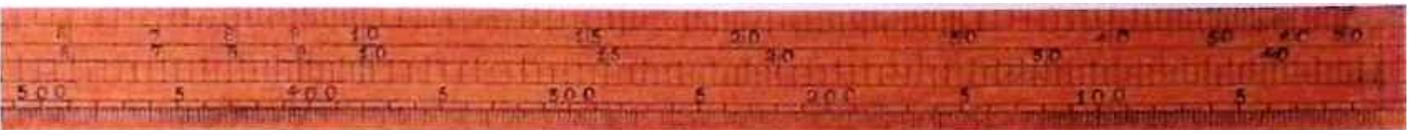


Figura 3.2.6.R: Parte derecha del reverso de la reglilla de un ejemplar Soho de Lenoir. Colección de Robert K. Otnes

V

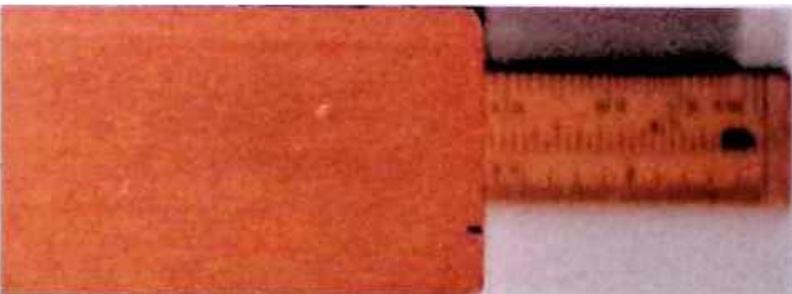


Figura 3.2.7: Reverso de un ejemplar Soho mostrando la línea de índice virtual (V)

3.3. El sistema Soho de Gravet-Lenoir, 1846 -1874

Se conocen pocos datos personales del Sr. F.F. Gravet (1812 - 1895). Gravet es óptico (ingeniero óptico). Trabaja en la *Rue Dauphine* a partir de 1837 y desde 1846 en la *Rue Cassette*.

Gravet se hizo cargo del negocio de Lenoir en 1846 y se nombró a sí mismo su sucesor al dar a la tienda el nombre de Gravet-Lenoir. Gravet marca algunos ejemplares Soho con la designación *Gravet, sucesor de Lenoir*.

Al datar ejemplares puede ser de ayuda la dirección, que a menudo se incluye en la regla de cálculo. Los ejemplares Soho de Gravet-Lenoir se fabrican en *14 Rue Cassette* desde 1846 hasta 1867. Aquí es también donde se fabrican los primeros Mannheim (ver sección 3.4 p.29). Desde 1867, la dirección comercial es *39 Rue de Babylone*, 400 metros al sur del Museo Rodin.

Las Figuras 3.3.3 y 3.3.4 muestran un ejemplar Soho de Gravet-Lenoir. El nombre está en la esquina superior izquierda. Hay una escala de medición en el canal, y, por esto, la regla de cálculo se puede utilizar para medir longitudes (de 26 a 52 cm). El modelo Soho no tiene un lateral achaflanado con regla.

Las escalas A, B y C son escalas cuadradas de 1 a 100; la escala D tiene un rango de 1 a 10. Con el modelo Soho se puede multiplicar, dividir y calcular

raíces. En esa época para calcular se usaban principalmente las escalas A y B, para evitar así que se saliera la reglilla. Los cálculos se realizan sin cursor.

La reglilla tiene una sección transversal asimétrica y, por lo tanto, no es reversible (ver figura).

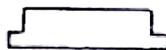


Figura 3.3.2: Sección de la reglilla del modelo Soho

En la parte posterior de la reglilla hay una escala de senos, una de tangentes y una escala en L, también llamada escala de mantisas. Las escalas de senos y tangentes, a menudo indicadas con S y T, están relacionadas con las escalas de cuadrados. El valor del seno y el valor de la tangente se leen en la escala B debajo de la línea final de la escala A.

Los rangos trigonométricos son:

- Seno $35' - 90^\circ$
- Tangente $35' - 45^\circ$

La escala L es lineal. Esto permite determinar el valor logarítmico de cada número entre 0 y 1000. También se puede sumar y restar con la escala L y un compás de puntas, lo que era muy útil en esa época.

Las figuras 3.3.5.L y 3.3.5.R muestran un ejemplar inicial Mannheim de Gravet-Lenoir. Este nombre está en la esquina superior izquierda de la primera figura y apenas se puede leer. En la parte inferior de la figura, la dirección, *14.R.Cassette*, indica que la regla de cálculo se hizo antes de 1867.

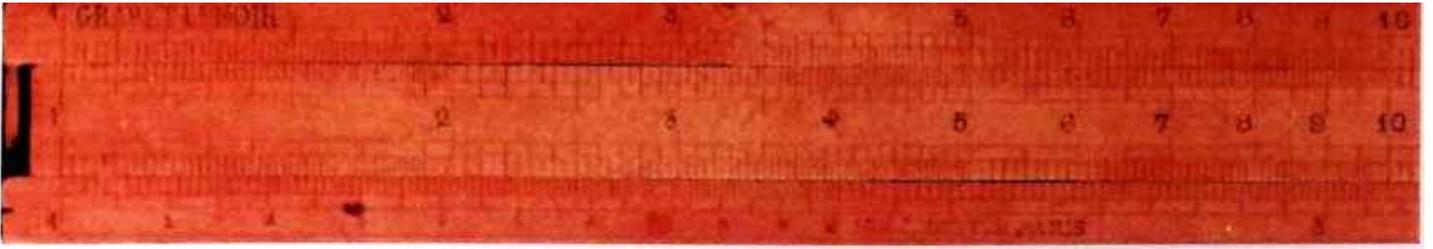


Figura 3.3.3.L: Parte izquierda de un ejemplar Soho de Gravet-Lenoir (14.R.Cassette Paris). Colección de IJzebrand Schuitema

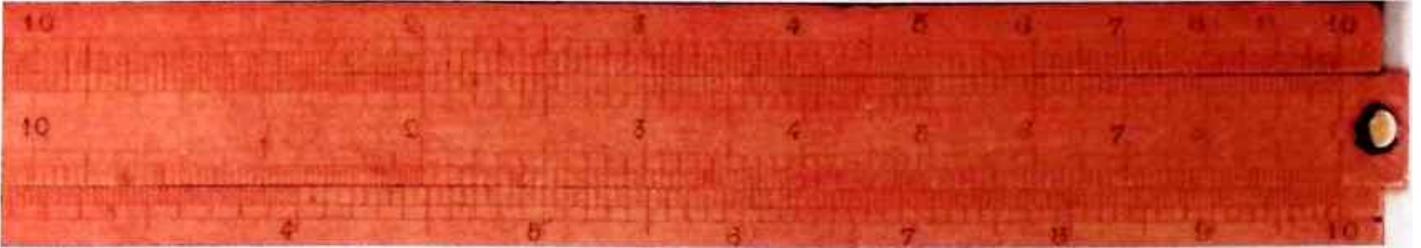


Figura 3.3.3.R: Parte derecha de un ejemplar Soho de Gravet-Lenoir. Colección de IJzebrand Schuitema



Figura 3.3.4.L: Parte izquierda del reverso de la reglilla de un ejemplar Soho de Gravet-Lenoir. Colección de IJzebrand Schuitema



Figura 3.3.4.R: Parte derecha del reverso de la reglilla de un ejemplar Soho de Gravet-Lenoir. Colección de IJzebrand Schuitema



Figura 3.3.5.L: Parte izquierda de un ejemplar Mannheim de Gravet-Lenoir (14.R.Cassette Paris). Colección de Robert K. Otnes

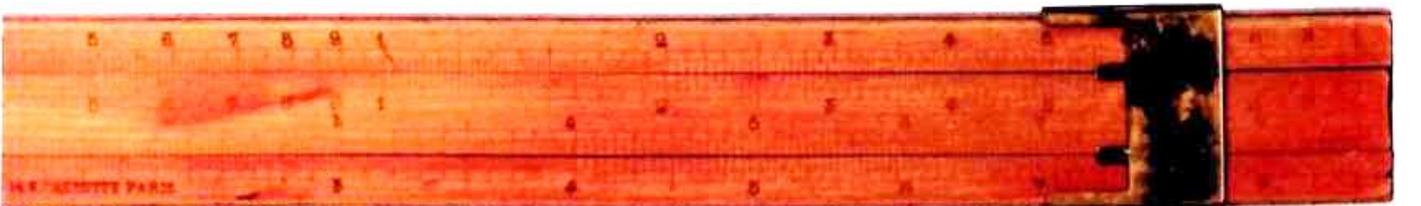


Figura 3.3.5.R: Parte derecha de un ejemplar Mannheim de Gravet-Lenoir (14.R.Cassette Paris). Colección de Robert K. Otnes

3.4. El Sistema Mannheim de Tavernier-Gravet, 1850 – 1906

Poco se sabe sobre el Sr. Tavernier. Empieza a hacer reglas de cálculo en la *Rue de Babylone 39*. En 1874 el negocio estaba dirigido por Vinay y Tavernier, que tenían una buena relación con Amédée Mannheim. En 1876, Tavernier tomó a Gravet como socio comercial. A partir de 1890, Tavernier-Gravet también produjo reglas de cálculo para Keuffel & Esser, de Nueva York.

Amédée Mannheim nació en París en 1831 y murió allí en 1906. En 1850, a la edad de 19 años, presentó una nueva configuración de escalas en Metz. Después de su carrera militar, en 1864 fue nombrado profesor de geometría descriptiva en la Ecole Polytechnique de París. En 1872 recibió el Premio Poncelet de la Academia de Ciencias. Poco se sabe sobre Amédée Mannheim. Paul y Jouanneau Berché afirman, sobre su personalidad:

He did not want to benefit from his invention - at that time the patent illness was not rife yet - and he gave his rule, without any compensation, to a Parisian precision Instrument maker, Tavernier-Gravet.



Figura 3.4.1: Amédée Mannheim

Al datar, la dirección exacta, que suele estar en la regla de cálculo, puede ser una ayuda útil. Las Soho de Tavernier-Gravet se fabrican de 1867 a 1881 en el *39 de la Rue de Babylone*, y de 1882 a 1939 en el *19 de la Rue Mayet*, mil metros al este del *Jardín de Luxemburgo*. Estas Soho suelen tener una escala en centímetros en la cara lateral biselada (ver Figura 3.4.6, p.30).

Otro medio de datación son las medallas de oro que se entregaban en el siglo XIX en grandes exposiciones y por logros extraordinarios. Tavernier-Gravet recibió una medalla de oro en 1878, 1889 y 1900. Esto se marca en las reglas de cálculo de la época poniendo MEDAILLES D'OR y los años. Desde 1906, la fecha se incluye en el reverso, arriba a la derecha, en el formato mes-año (ver Figura 3.4.5c). La medalla de oro de honor se explota durante muchos años. Así, el autor conoce una regla de cálculo con los tres años mencionados y con el año de fabricación 1906.

Las figuras 3.4.3 y 3.4.4 muestran un ejemplar Mannheim. Las Mannheim de Tavernier-Gravet tienen ventanas en ambos extremos de la parte posterior para poner con precisión los ángulos y así leer los valores trigonométricos en el anverso de la regla de cálculo.

En el canal hay una escala de medida. Por lo tanto, la regla de cálculo se puede utilizar para medir longitudes (de 26 a 52 cm). El nombre, la dirección y la fecha de producción (febrero de 1916) se encuentran en la parte posterior del cuerpo. Las ventanas con índice ya existen en 1875.

El nuevo sistema de escala tiene dos pares de escalas con las mismas divisiones: A|B 1 – 100 y C|D 1 - 10.

Las reglillas de las Mannheim (Fig. 3.4.3) y las Soho (Fig. 3.4.6) tienen una sección transversal simétrica y, por lo tanto, pueden invertirse (figura).



Figura 3.4.2a: Sección de la reglilla en las reglas Mannheim

En la parte posterior de la reglilla hay una escala de senos y una de tangentes, dispuestas de tal manera que estas escalas deslizan con la escala de cuadrados A después de invertirla. Esto es un remanente de la época sin cursores. Sin embargo, el botón de manipulación de las Soho (Fig. 3.4.6) impide que la reglilla se introduzca completamente en la regla después de invertirla.

Los rangos de las escalas trigonométricas son:

- Senos 35' - 90°
- Tangentes 35' - 45°

La marca " (segundos) y la marca ' (minutos) en las

escalas A|B dan constantes para la transformación de ángulos a radianes y viceversa. Estos valores fijos se calculan de la siguiente manera para un círculo dividido en 360°:

- $(180 \times 60 \times 6'') / \pi = 206265''$ (360°)
- $(180 \times 60') / \pi = 3438'$ (360°)

La figura 3.6.2.4 muestra una regla de cálculo de

1925 (p.37).



Figura 3.4.2b: Logo Tavernier-Gravet

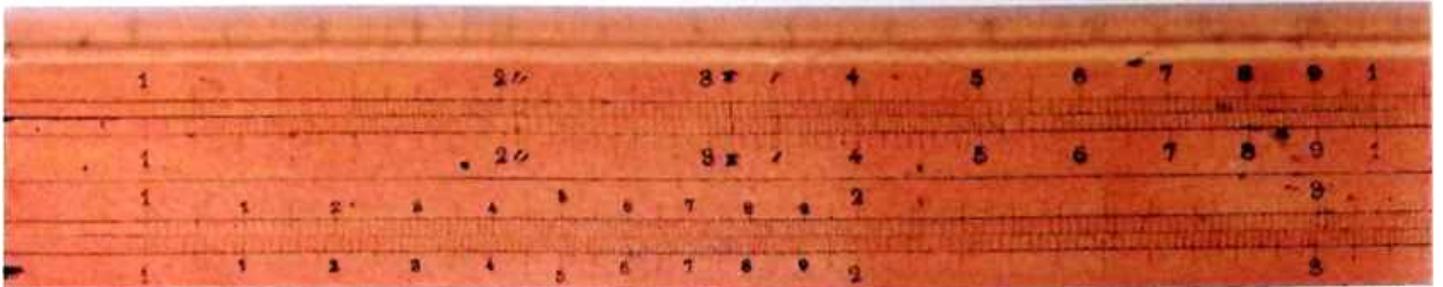


Figura 3.4.3.L: parte izquierda del anverso de un ejemplar Mannheim de Tavernier-Gravet

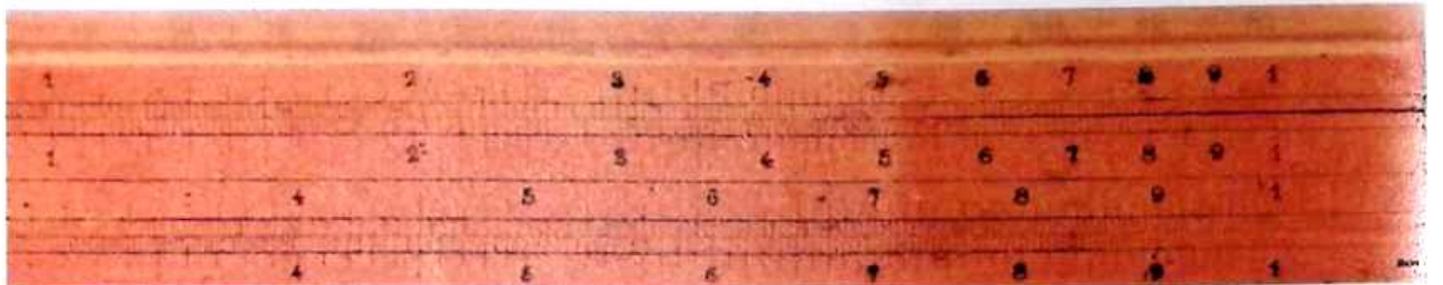


Figura 3.4.3.R: parte derecha del anverso de un ejemplar Mannheim de Tavernier-Gravet



Figura 3.4.4.L: parte izquierda del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de Tavernier-Gravet



Figura 3.4.4.R: parte derecha del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de Tavernier-Gravet

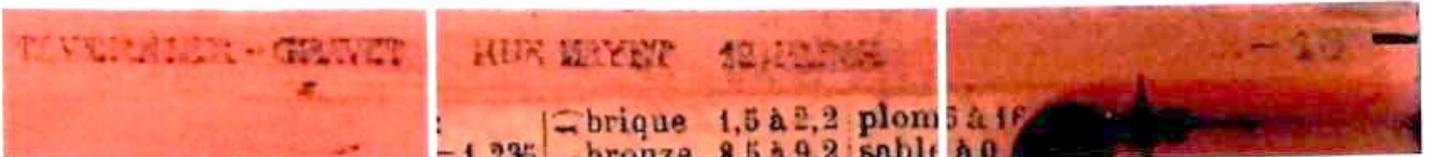


Figura 3.4.5: Nombre, dirección y fecha: *TAVERNIER-GRAVET RUE MAYET 19 PARIS 2-16*

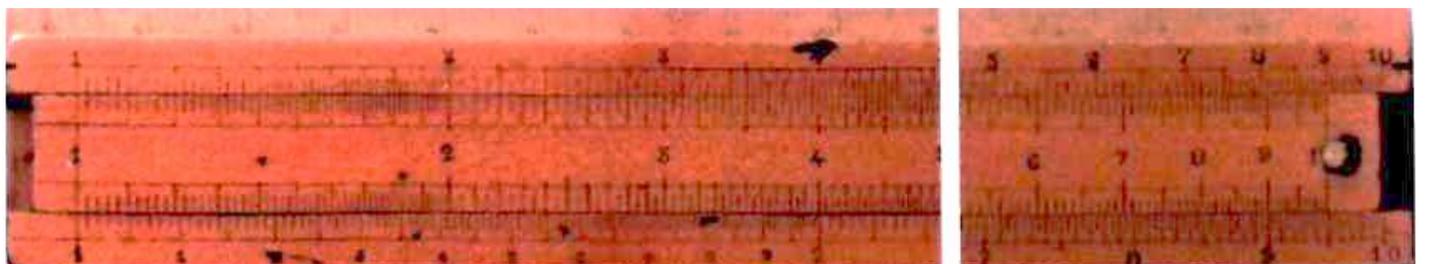


Figura 3.4.6 Anverso de un ejemplar Soho de Tavernier-Gravet con la regla en el lateral inclinado y el botón de manipulación

3.5. El Sistema Mannheim de Barbotheu, 1888-1913

Barbotheu trabajó en París desde 1888 hasta 1913 como fabricante de instrumentos de cálculo y dibujo.

El sistema de Mannheim de Barbotheu es más equilibrado que el de Tavernier-Gravet. El nombre y la dirección están claramente colocados en la cara frontal. Allí, las líneas longitudinales son tan largas como las escalas. Estas líneas no están presentes en el reverso de la reglilla. Aquí se aplica el principio del arquitecto estadounidense Louis Henry Sullivan (1856 - 1924), *la forma sigue a la función*.

Las figuras 3.5.2 y 3.5.3 muestran un ejemplar Mannheim. En el canal hay una escala de medida. Por lo tanto, la regla de cálculo se puede utilizar para medir longitudes (de 26 a 52 cm).

Las Mannheim de Barbotheu tienen ventanas biseladas en los extremos del reverso, para ajustar con precisión los ángulos y así leer los valores trigonométricos en el anverso de la regla de cálculo.

El sistema de escalas tiene dos pares de escalas con las mismas divisiones y enfrentadas: A|B 1 - 100 y C|D 1 - 10.

La reglilla tiene una sección simétrica y, por lo tanto, se puede invertir (figura).



Figura 3.5: Sección de la reglilla de las Mannheim

En la parte posterior de la reglilla hay una escala de senos y una de tangentes, dispuestas de tal manera que estas escalas deslizan con la escala de cuadrados A después de invertirla. Sin invertirla, el valor del seno se lee en la escala B debajo de la línea final de la escala A; y el valor de la tangente se lee en la escala A por encima de la línea final de la escala B.

Los rangos de las escalas trigonométricas son:

- Senos 35' - 90°
- Tangentes 35' - 45°

La marca " (segundos) y la marca ' (minutos) en las escalas A|B dan constantes para la transformación de ángulos a radianes y viceversa. Estos valores fijos se

calculan de la siguiente manera para un círculo dividido en 360°:

- $(180 \times 60 \times 6'') / \pi = 20626''$ (360°)
- $(180 \times 60') / \pi = 3438'$ (360°)

Al datar, la dirección exacta, que suele estar en la regla de cálculo, puede ser una ayuda útil.

Las reglas de cálculo de Barbotheu se hicieron en 1888 en la *Rue Saint Gilles 16*, de 1889 a 1892 en la *Rue Saint Gilles 10*, 250 metros al norte de la *Place de Vosges*, y de 1893 a 1913 en la *Rue Bèranger 17*, al sur de la *Place de la République*. El nombre, la dirección y la fecha de fabricación suelen estar en la parte posterior.

Barbotheu también utilizó madera de Zapatero. El tipo Zapatero brillante es muy denso, duro, elástico y duradero. Es fácil de trabajar y apenas se desgasta. A diferencia del boj, esta madera se puede producir en longitudes superiores a 26 cm.



Figura 3.5.1: Logo Barbotheu

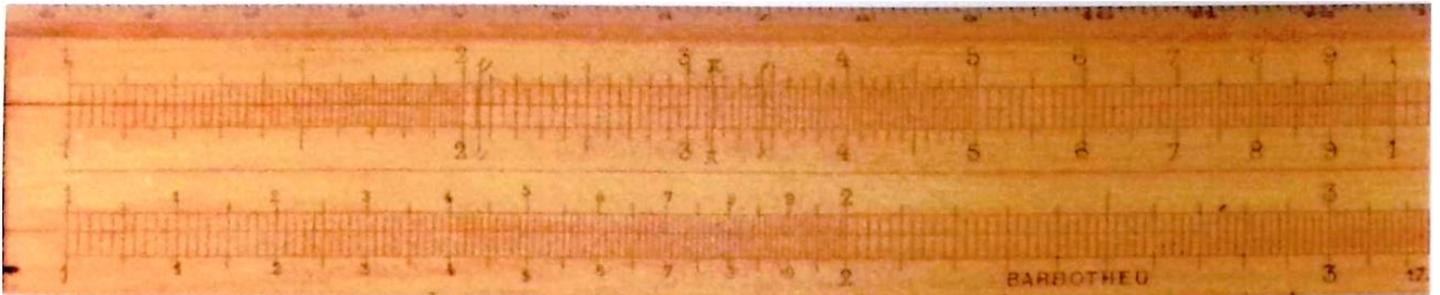


Figura 3.5.2.L: parte izquierda del anverso de un ejemplar Mannheim de Barbotheu. Colección de Ronald van Riet

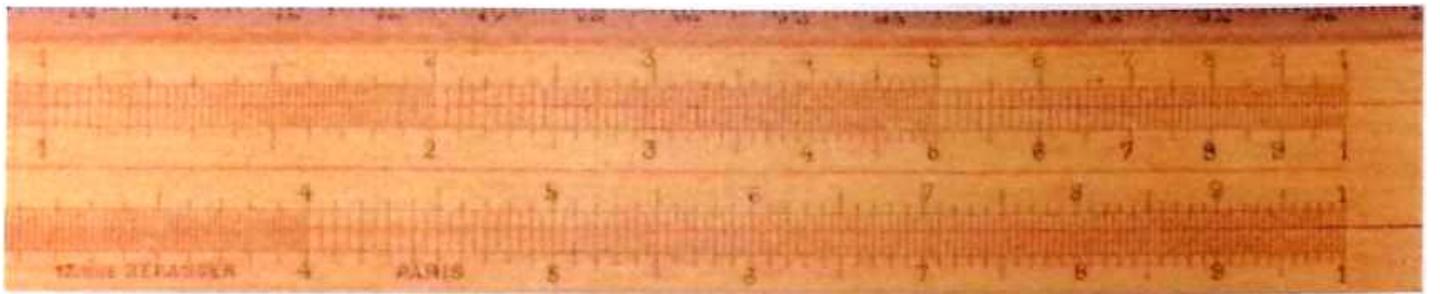


Figura 3.5.2.R: parte derecha del anverso de un ejemplar Mannheim de Barbotheu. Colección de Ronald van Riet



Figura 3.5.3.L: parte izquierda del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de Barbotheu. Colección de Ronald van Riet



Figura 3.5.3.R: parte derecha del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de Barbotheu. Colección de Ronald van Riet

3.6. El Sistema Mannheim de Dennert & Pape, desde 1873

3.6.1. Introducción

En 1862, Johann Christian Dennert (1829 - 1920) se hace cargo del taller de instrumentos geodésicos de Carl Plath (1825 - 1919). En 1863 se incorpora como socio el mecánico Martín Pape (1834 - 1884), y la empresa pasa a ser *Dennert und Pape*, D&P, y tiene su sede en Altona (desde 1938 Hamburg-Altona).

En un manual del maestro de obras Adolf Goering de Halberstadt (ver Figura 3.6.1.2) se puede leer cómo D&P llega a ser la primera en producir reglas de cálculo del sistema Mannheim en Alemania:

En ese momento, reglas de cálculo de calidad se obtenían directamente de París (Tavernier-Gravet), mientras que en Alemania se desconocía su producción. Pero en 1872/3, después de la guerra germano-francesa, tras quedar sin respuesta varios pedidos a París, el autor de este manual propuso a la conocida empresa Dennert & Pape, en Altona, producir reglas de cálculo en Alemania, a la manera de los franceses, pero con algunos cambios, como una escala de tangentes de doble tamaño.

Es necesario aclarar la frase "escala de tangentes de doble tamaño": Goering propone que D&P cambie el diseño de la escala de tangentes extendiendo el rango desde $5^{\circ} 42'$ a 45° a la longitud de 25 cm. Esto aumenta el número de intervalos (divisiones) y los resultados del cálculo son más precisos.

Los rangos de las escalas trigonométricas son:

- Senos $35' - 90^{\circ}$
- Tangentes $5^{\circ} 42' - 45^{\circ}$

Para las Mannheim de D&P, el valor del seno se lee en la escala B, debajo de la línea final de la escala A; y el valor de la tangente se lee en la escala C por encima de la línea inicial de la escala D.

En 1903, Dennert & Pape inventó los tornillos de ajuste, mejorando la regla de cálculo, y recibió el DRGM 192 052. La descripción es:

Regla de cálculo con guía móvil en el cuerpo para la reglilla y medios para controlar su

presión lateral.

Hans Dennert escribe en HD78:

1905. El primer catálogo ilustrado de Dennert & Pape muestra doce reglas de cálculo correspondientes a las patentes mencionadas, así como el primer modelo log-log, D&P N° 15.

Es la regla de cálculo exponencial inventada en 1900 por Wilhelm Schweth, maestro de obras de Colonia, y que obtuvo el DRGM 148 526. La descripción es:

Regla de cálculo exponencial con dos escalas agregadas al diseño común del anverso.

El autor posee una regla de cálculo Electro, tipo 15 (Fig. 3.6.1.5). Este modelo de Schweth es el sucesor del tipo Mannheim con los siguientes añadidos:

- Dos escalas en el canal del cuerpo: una escala para las eficiencias de las dinamos y los motores eléctricos y una escala para la caída de tensión,
- Cursor en el borde del extremo izquierdo de la reglilla para leer las escalas anteriores,
- Dos escalas exponenciales, que se encuentran en la parte superior e inferior del anverso de la regla de cálculo, según el diseño del DRGM 148 526 de Schweth,
- Cinco tornillos de ajuste según el DRGM 192 052 de Dennert & Pape. Una combinación de rendijas en el canal permiten ajustar la presión de la guía lateral de la reglilla (ver Figura 3.6.1.5).

En 1906 Faber comercializó una regla de cálculo Electro similar, el modelo 368 (ver Figura 3.8.1.5, p.48).



Figura 3.6.1.1: Johann Christian Dennert



Figura 3.6.1.2: Instrucciones para el uso del Sistema Mannheim, A. Goering

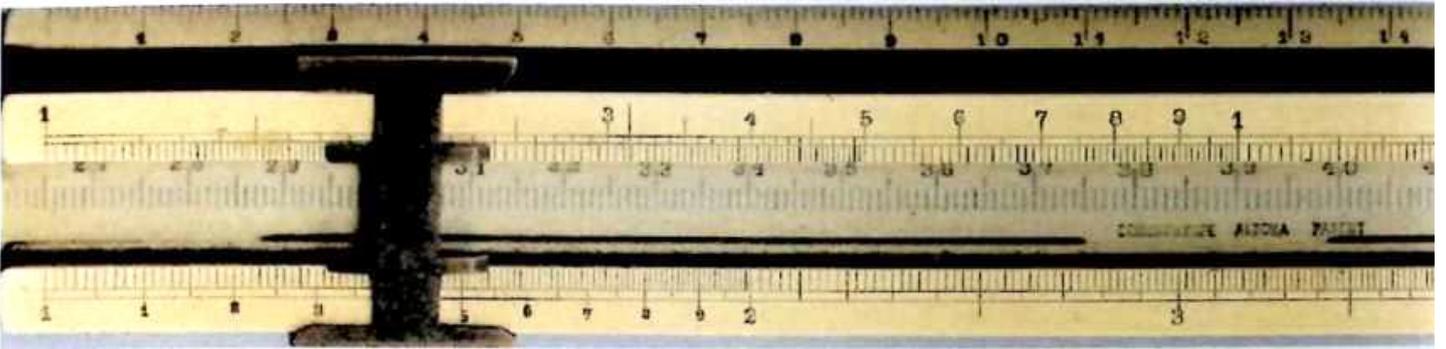


Figura 3.6.1.3.L: parte izquierda del frontal de un ejemplar Mannheim de *Dennert & Pape Altona*. Período 1888 - 1890. Colección de Werner Rudowski

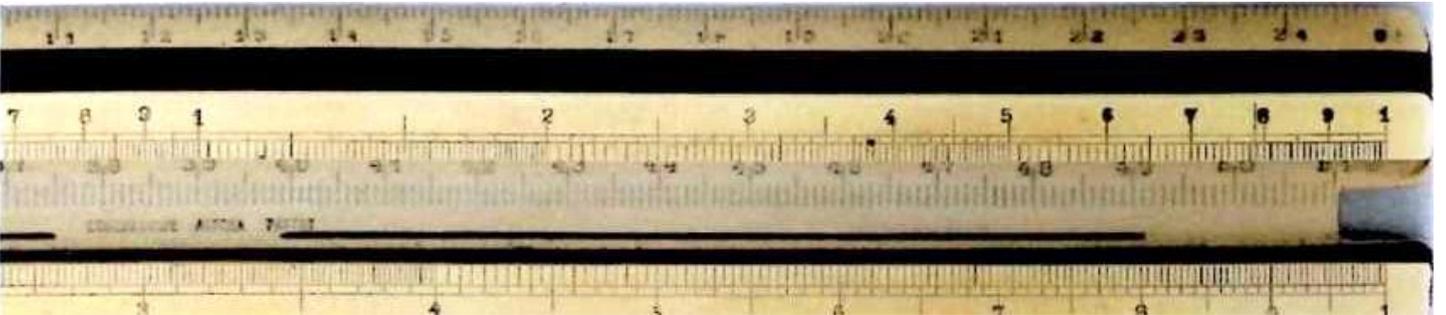


Figura 3.6.1.3.R: parte derecha del frontal de un ejemplar Mannheim de *Dennert & Pape Altona*. Período 1888 - 1890. Colección de Werner Rudowski

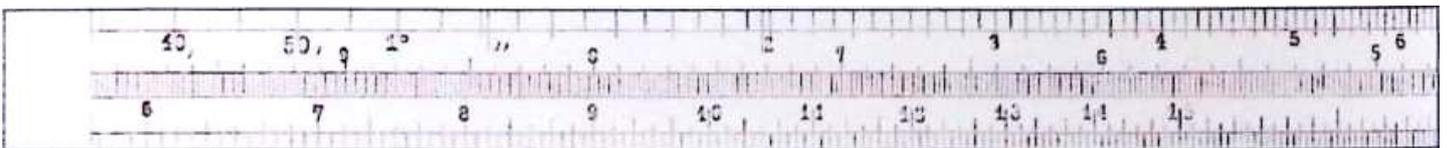


Figura 3.6.1.4.L: parte izquierda del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de D&P. Colección de Werner Rudowski

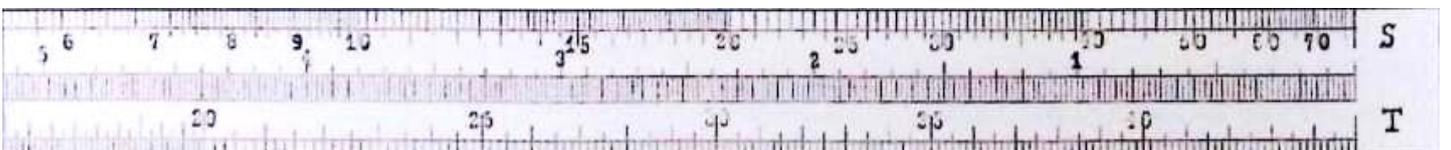


Figura 3.6.1.4.R: parte derecha del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de D&P. Colección de Werner Rudowski

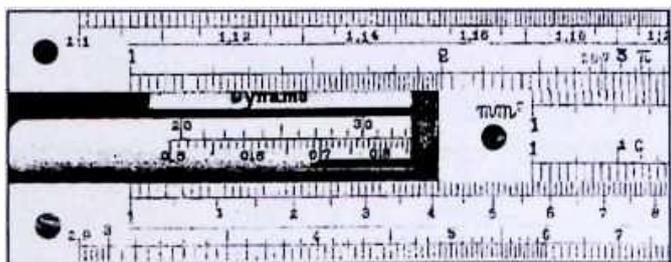


Figura 3.6.1.5.L: parte izquierda de la regla Electro de Schweth

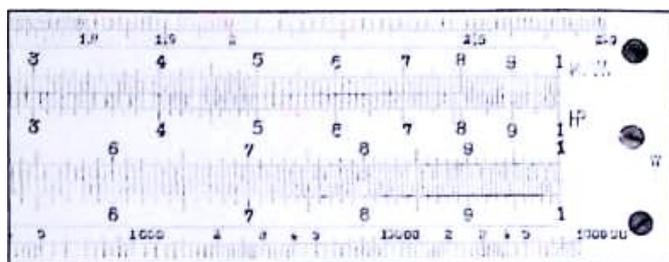


Figura 3.6.1.5.R: parte derecha de la regla Electro de Schweth

3.6.2. Datación en el Período Temprano

Dentro del *Período Común*, el período 1873 - 1895 se denomina *Período Temprano* y el período 1895 - 1905 se denomina *Período Tardío* (Sección 3.6.3, p.38).

Las reglas de cálculo del *Período Temprano* se pueden fechar fácilmente en base a características externas. Los DRGM para reglas de cálculo y

diseños no existen hasta después de 1895, pues la Oficina de Patentes no empezó a conceder modelos de utilidad hasta 1891.

Durante este período, D&P produjo las siguientes reglas de cálculo (ver Figura 3.6.2.1). La información utilizada se basa en un artículo de Jürgen Bartzik, en listas de precios (1898, 1902, 1905/6), y en una lista de fabricación que Hans Dennert puso a disposición del autor en 1999.

Serie	Grados	Material	Largo	1873	1882	1887/89	1898	1902	1905/6
D&P I	360°	Boj/Caoba	25	76 (26)	94 (26)	109/133 (26)	254 (26)	287 (27)	338 (27)
D&P I	400 ^g	Boj/Caoba	25	76 (26)	94 (26)	109/133 (26)	254 (26)	287 (27)	338 (27)
D&P II	360°	Boj/Caoba	50		97 (51)	111/137(51)	261 (51)	294 (51)	339 (52)
D&P II	400 ^g	Boj/Caoba	50		97 (51)	111/137(51)	261 (51)	294 (51)	339 (52)
D&P III	360°	Caoba & Ajust.	25						340 (27)
D&P III	400 ^g	Caoba & Ajust.	25						340 (27)
D&P IV	360°	Caoba & Ajust.	50						341 (52)
D&P IV	400 ^g	Caoba & Ajust.	50						341 (52)

Figura 3.6.2.1: Resumen de tipos de las reglas de cálculo de D&P del período 1873 a 1905, según Bartzik

La abreviatura *Ajust.* hace referencia a los tornillos de ajuste; Los números entre paréntesis detrás de los números de modelo indican la longitud del cuerpo. Hasta 1906, D&P tenía solo dos longitudes de escalas: 25 y 50 cm. El resumen no contempla la regla de cálculo sin escalas trigonométricas en el reverso de la reglilla: el tipo 78 (de 1873 a 1878, ver la Figura 3.6.2.3, p.37).

Con este resumen de modelos se puede compilar una tabla temporal en base a características externas (ver Figura 3.6.2.2). Así, las primeras reglas de cálculo se pueden datar a partir de esta tabla.

Período →	1873	1888	1890	1895	1898	1902	1905/6
Ventanas traseras	1, recta	1, recta	2, rectas	2, curvas	2, curvas	2, curvas	2, curvas
Flexión	ninguna	Ranura-V	rendijas	rendijas	rendijas	rendijas	lámina
Marca Fabricante	reverso	canal	canal	canal	canal	anverso	anverso
Longitud	26 cm	26 cm	26 cm	26 cm	26 cm	27 cm	27 cm
Líneas longitudinales	sí	no	no	no	no	no	no
Pista del cursor	ancha	ancha	ancha	estrecha	estrecha	estrecha	estrecha
Tipo de cursor	biselado	biselado	crystal	crystal	crystal	crystal	crystal
Marcas pi	A	AB	AB	AB	AB	AB	A B
Escala de medida	no	sí	sí	sí	sí	sí	sí
Material	boj	boj/caoba	caoba	caoba	caoba	caoba	caoba

Figura 3.6.2.1: Resumen de características de las reglas de cálculo de D&P del período 1873 a 1905

Las características en la tabla se describen a continuación.

Ventanas traseras (líneas de índice)

Las aperturas a cada extremo del reverso del cuerpo son muy útiles para leer las escalas trigonométricas en el reverso de la reglilla. Estas ventanas con líneas de índice se cortan rectas (en ángulo recto) al principio (ver la Figura 3.7.2.1.L, p.42, entre las letras A y D) y luego se fresan en un semicírculo. Con una ventana, los valores extremos de las escalas de senos y tangentes solo son accesibles si se saca casi totalmente la reglilla; con dos ventanas es posible leerlos sin sacar del todo la reglilla.

Flexión

Para mejorar la flexión sobre la reglilla, Dennert & Pape inicialmente crea ranuras en forma de V en la parte posterior del cuerpo (ver Figura 4.5.1.3, p.66); Para aliviar además la tensión transversal, desde 1890 se abren ranuras en el canal (ver Figura 4.3.2, p.60). Al principio su longitud es de 9 cm, luego es de 8 cm.

Texto de empresa

Al principio el nombre de empresa, *Dennert & Pape Altona*, se escribe en el reverso del cuerpo, a partir de 1888 en el canal, y después de 1902 en el anverso. A partir de 1902, la referencia a la patente DRP 126 499 también se graba en el cuerpo; a partir de 1905

se añaden las letras A, B, C y D.

Longitud

A partir de 1900 la longitud del cuerpo de 26 cm pasa a 27 cm para poder leer mejor los resultados en todo el rango de las escalas (ver la sección 4.1.1 *Cursores con la precisión de un pelo*, p.55).

Líneas longitudinales

Las reglas de cálculo del período 1873 - 1888 tienen nueve líneas horizontales a lo largo de todo el cuerpo (ver Figura 3.6.2.3). Estas líneas no tienen uso funcional y desaparecen con el tiempo. Tavernier-Gravet es más conservadora en este tema, como muestra la Figura 3.6.2.4. Las reglas de cálculo tienen dos marcas especiales en la parte posterior de la reglilla (ver la sección 3.6.4).

Pista del cursor y tipo de cursor

Al principio, D&P usa cursores con punteros biselados que llevan un fleje prominente, lo que obliga a dejar una amplia franja por encima de las escalas para su deslizamiento (ver Figura 3.6.1.3.L, p.34). El cursor debe estar incluido en el alto total de la regla, y esto requiere una pista superior ancha para el cursor. Con el cursor de cristal de diseño compacto, la pista pasa a ser más estrecha.

Marcas pi

Se agregan constantes, como Pi (3,14), en las escalas

A y B. Esto se puede hacer agregando una línea (|AB) o con la combinación de una línea y un signo π (A|B).

Escala de medida

Con la escala en el canal de la regla de cálculo se pueden medir dimensiones internas, como las de los cajones. No se incluye una escala de medición en el canal de las reglas de cálculo de D&P hasta 1886.

Material

En 1888 se produce el cambio de material de boj a caoba con láminas de celuloide.

Escalas trigonométricas

La regla de cálculo sin escalas trigonométricas de la colección de Klaus Kühn (Fig. 3.6.2.3), es muy útil

para la construcción de una tabla de datación.

D&P comenzó a fabricar reglas de cálculo de boj en 1873 y terminó en 1888. Este modelo no tiene escalas trigonométricas en la parte posterior de la reglilla. Según los resúmenes de producción de Hans Dennert, la regla de cálculo especial data del período de 1873 a 1877. Las reglas de cálculo de la colección de Werner Rudowski son igualmente útiles. Algunas características de la datación parten de estas reglas de cálculo.

Siguiendo el diseño original de James Watt, en el *Período Temprano* las reglas de cálculo de D&P no tienen marcas con la excepción de dos marcas especiales en la escala de senos (ver Figura 3.6.1.4.L, p.34). Se puede encontrar una descripción de éstas en la sección 3.6.4 *Marcas especiales*, p.38.

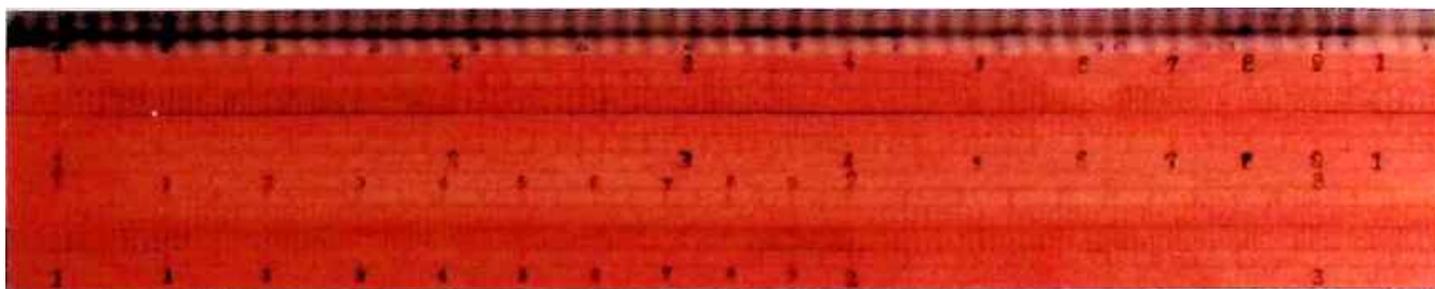


Figura 3.6.2.3.L: parte izquierda del ejemplar sin escalas trigonométricas, Dennert & Pape, 1873 – 1877. Colección de Klaus Kühn

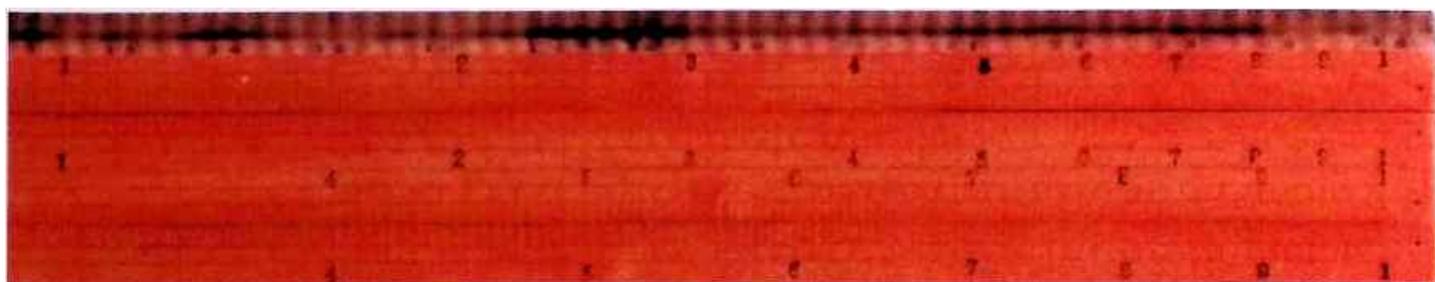


Figura 3.6.2.3.R: parte derecha del ejemplar sin escalas trigonométricas, Dennert & Pape, 1873 – 1877. Colección de Klaus Kühn

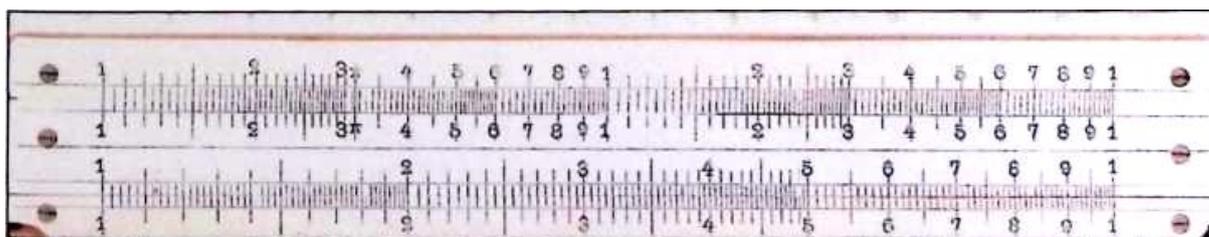


Figura 3.6.2.4: Regla de cálculo de Tavernier-Gravet de 1925 con láminas de celuloide y *líneas longitudinales* (ver p.36).

3.6.3. Datación en el Período Tardío

Para la datación de las reglas de cálculo del *Período Tardío*, 1895 - 1905, los modelos de utilidad son más adecuados que las patentes, porque hay más DRGM que DRP en el período, y porque la protección de las DRGM es solo de 3 o 6 años.

El nombre de la empresa y la ubicación, *Dennert & Pape Altona*, han estado en el canal desde 1888 y aparecen en el anverso de la regla de cálculo a partir de 1902. Además de las marcas en el frontal de la regla de cálculo, su longitud es relevante también. Todas las reglas de cálculo del *Período Común* tienen dos marcas en la escala de senos (ver Figura 3.6.1.4.L, p.34). Estas marcas se analizan al final de esta sección en *Marcas Especiales*.

Año	DRGM / DRP	Objeto
1895	DRGM 37 191	Ranuras en el canal
1900	DRGM 148 526	Sistema Schweth
1901	DRP 126 499	Placa flexible
1903	DRGM 192 052	Tornillos de ajuste

Figura 3.6.3.1: Modelos de utilidad y patente de D&P

Año	π	$\pi/4$	c c1	Largo
1895	AB	AB		26 cm
1902	A B	AB		27 cm
1905	A B	AB	C C	27 cm

Figura 3.6.3.2: Marcas en las reglas D&P

Explicación

|A: línea π en la escala A

|AB: línea π en las escalas A y B;

A|B: línea y símbolo π en las escalas.

Las constantes son: $c = \sqrt{4/\pi} = 1,13$ y

$c1 = \sqrt{40/\pi} = 3,57$, ambas en la escala C.

En los sistemas Mannheim (ver apartado 3.7) y Rietz (ver apartado 3.9) de Nestler, los valores 2,06 y 3,43 están marcados en las escalas C|D con los símbolos ζ'' y ζ' .

Las reglas de cálculo más antiguas miden 26 cm de largo, no tienen marcas ni ranuras. Las reglas de cálculo más nuevas miden 28 cm de largo y tienen cuatro ranuras.

3.6.4. Marcas Especiales

La Figura 3.6.4 muestra los valores de $1,18^\circ$ y $1,97^\circ$ sobre la parte izquierda de una escala de Senos. Son marcas especiales porque los valores angulares y sinusoidales no son lo mismo. Se utilizan para convertir ángulos a radianes y viceversa (ver también Figura 3.6.1.4.L).

Si se escoge 1,18 en la escala sinusoidal, se obtiene el valor de 206265" (segundos) en la escala B. Si se escoge 1,97 en la escala sinusoidal, se obtiene un valor de 3438' (minutos) en la escala B.

Estas constantes se calculan, para un círculo dividido en 360° , de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} - (180 \times 60 \times 60) / \pi &= 206265'' & (360^\circ) \\ - (180 \times 60) / \pi &= 3438' & (360^\circ) \end{aligned}$$

Para seguir calculando con estos valores, es más fácil invertir la reglilla. Por encima del valor de 1,18 en la escala de senos, está 2,06 en la escala A; por encima de 1,97 se encuentra 3,43.

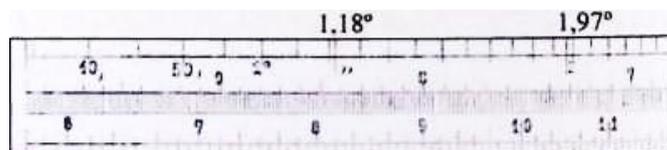


Figura 3.6.4: Reverso de la reglilla del modelo Mannheim de Dennert & Pape con las marcas especiales

3.7. El Sistema Mannheim de Nestler desde 1878

3.7.1. Introducción

Investigaciones recientes de Jürgen Nestler han revelado nueva información sobre la historia de la creación de la Compañía Nestler. A continuación se amplía la descripción de AN01 con este nuevo conocimiento.

El autor también debe su conocimiento de la creación de Nestler a sus amigos coleccionistas Hans-Peter Schaub y Heinz Joss. Además, se utilizaron los siguientes libros y artículos:

- Ruh, Max, *Schaffhauser Biographien*, Asociación Histórica del Cantón de Schaffhausen, 1981. (La biografía de Beck se encuentra en la parte 4).
- Insler-Hungerbühler, Úrsula, *Die Mahler von Schloss Laufen*, Editorial Rascher, Zúrich, 1953.
- Briquet, Charles-Moïse, se desconoce el título y la fecha de este artículo.

Jakob Siegrist y Theophil Beck son decisivos en la creación de la fábrica de reglas.

Jakob Siegrist nació en 1854 en Feuerthalen, cerca de Schaffhausen, y murió en 1936. Allí asistió a la escuela primaria y secundaria y completó un aprendizaje comercial. Su talento para el arte del dibujo se desarrolló en una oficina de ingeniería ferroviaria en Zúrich, y allí surgió su interés por la topografía.

Theophil Beck nació en Schaffhausen en 1814 y murió allí en 1903. Allí asistió a la escuela y luego completó un aprendizaje como mecánico. En 1833 continuó su educación en Nuremberg, una ciudad con una fuerte tradición mecánica. Allí se certifican sus buenas habilidades técnicas en mecánica de precisión.

Beck primero trabajó como grabador de cobre y luego, según Úrsula Insler-Hungerbühler, comenzó "con la producción de reglas y reglas de cálculo". Beck dirige una tienda de óptica en la casa de su padre y "luego funda una fábrica de reglas, que luego se convierte en la fábrica de reglas Schaffhausen

AG". (Las investigaciones de Jürgen Nestler muestran un curso diferente de los acontecimientos. Ver final de la sección 4.2.3, p.58).

En 1876, Theophil Beck y Albert Nestler (1851 - 1901) fundan una pequeña fábrica de artículos de dibujo en Schaffhausen y en Lahr (Selva Negra) bajo el nombre de *Beck und Nestler*. La fábrica estaba ubicada en Schaffhausen en la calle Rheinstraße, donde Jakob Amsler, el mundialmente famoso fabricante de planímetros, tenía su taller. Es muy probable que los dos caballeros pudieran observar la precisa máquina divisoria.

En 1878 ambos decidieron trasladar todo el negocio a Lahr. Briquet dice: "Durante la existencia de Schaffhausen, la empresa tenía un joven entre sus empleados, Jakob Siegrist, que siguió a sus jefes a Lahr en 1878 y trabajó allí durante 6 meses. Durante este período, Siegrist inventó una práctica máquina divisoria de precisión". Briquet luego continúa: "Esta invención de la máquina divisoria en *Beck und Nestler* en Lahr le valió a Siegrist 300 táleros, una suma considerable para ese período". En el mismo año, Nestler comenzó a dividir automáticamente las reglas hechas de madera de boj.

Según el *Informe anual de la Cámara de Comercio (Lahr)* del año 1878:

La fábrica de reglas *Beck und Nestler*, que se fundó en el año en cuestión, funciona con un motor de gas de 4 caballos de fuerza y emplea de 12 a 15 trabajadores. Además de una carpintería totalmente equipada y de un taller mecánico, hay 6 máquinas divisoras de construcción propia en funcionamiento, con lo cual cada escala se puede gravar con las divisiones más finas. Se fabrican todo tipo de instrumentos de dibujo y medida. La máquina divisora logarítmica inventada recientemente por el propietario Beck y construida en la fábrica debe figurar como la única máquina existente. Esta complicada máquina produce reglas de cálculo, muy apreciadas en los círculos especializados, con una precisión que hasta ahora sólo podía conseguir Tavernier-Gravet, un fabricante de París.

En 1880 se incluye la fabricación de reglas de cálculo en el programa de producción.

En 1881, Beck se fue y fundó el *Taller de División Matemática* en Estrasburgo.

En 1895 el nombre de la empresa se convierte en Albert Nestler. Por lo tanto, un coleccionista buscará en vano reglas de cálculo con el nombre de Albert Nestler del período anterior a 1895.

D&P empieza a fabricar reglas de cálculo con celuloide en 1888. Según Walther Dyck, uno de los fundadores del Deutsches Museum, en 1892 Nestler suministra reglas de cálculo de boj con longitudes de escala de 20, 25 y 50 cm, y solo con revestimiento de celuloide en las de 25 y 50 cm. Las longitudes 25 y 50 cm fueron las longitudes estándar en D&P hasta 1903.

La compra de estas reglas de cálculo por parte de Nestler en 1892 indica que Nestler no produjo tales reglas de cálculo durante este período. En 1895, D&P recibió el DRGM para reglas de cálculo con el canal ranurado, después de haberlas estado fabricando durante varios años. Nestler adquirió estos cuerpos en blanco desde 1895 hasta 1905.

De esto se puede concluir que Nestler recibió cuerpos en blanco con celuloide de D&P desde el principio.

Una encuesta a coleccionistas ha demostrado que casi todos los Mannheim del período 1888 - 1905 tienen el canal ranurado. Por tanto, o bien fueron fabricados por D&P o bien los cuerpos en blanco se obtuvieron de D&P.

El autor conoce sólo dos Mannheim de este período, producidas íntegramente por Nestler.

Las Mannheim de Nestler tienen el mismo diseño de escalas que Tavernier-Gravet: dos pares de escalas que se deslizan enfrentadas con las mismas divisiones: A|B 1-100 y C|D 1-10 (ver Figuras 3.4.3, p.30 y 3.7.1.2, p.41).

En el reverso de la reglilla una escala de seno y una de tangente están dispuestas de modo que al invertir la reglilla se enfrentan a la escala cuadrada A. Sin invertir la reglilla el valor del seno se lee en la escala B debajo de la línea final de la escala A; y el valor de la tangente está en la escala A por encima de la línea final de la escala B. Sin embargo, si la escala Tangentes va en la dirección contraria (dividida de derecha a izquierda, como en la Figura 3.7.1.3),

entonces el valor de la tangente se lee en la escala C sobre la línea inicial de la escala D.

Los rangos trigonométricos son:

- Senos $35' - 90^\circ$
- Tangentes $5^\circ 42' - 45^\circ$

La regla de cálculo de la Figura 3.7.1.2 se fabricó alrededor de 1909 y tiene algunas características especiales: el símbolo π en las escalas C|D, que solo se incluye a partir de 1902, y los símbolos ζ que aparecen desde 1903. En el canal se lee el texto:

- ALBERT NESTLER LAHR I/B

Más tarde, a partir de 1908, Nestler desarrolló una regla de cálculo para plantas de luz y energía. El modelo 32 es una regla de cálculo para calcular el rendimiento eléctrico. Para cualquier corriente entre 0,1 y 1000 amperios, se puede leer directamente la sección transversal requerida y para cualquier sección transversal, la corriente permitida. El Tipo 37 es una regla de cálculo para motores eléctricos y dinamos. Tiene un cursor según el DRGM 400 076 de Heinz-Heinrich Peter, de 1909 (ver AN04, p.75).



Figura 3.7.1.1: Albert Nestler

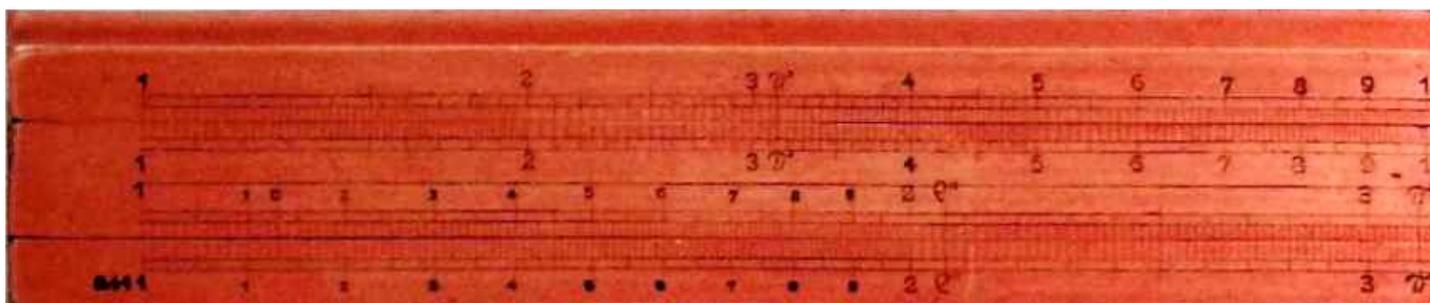


Figura 3.7.1.2.L: parte izquierda del frontal de un ejemplar Mannheim de Nestler. Colección de Günter Kugel

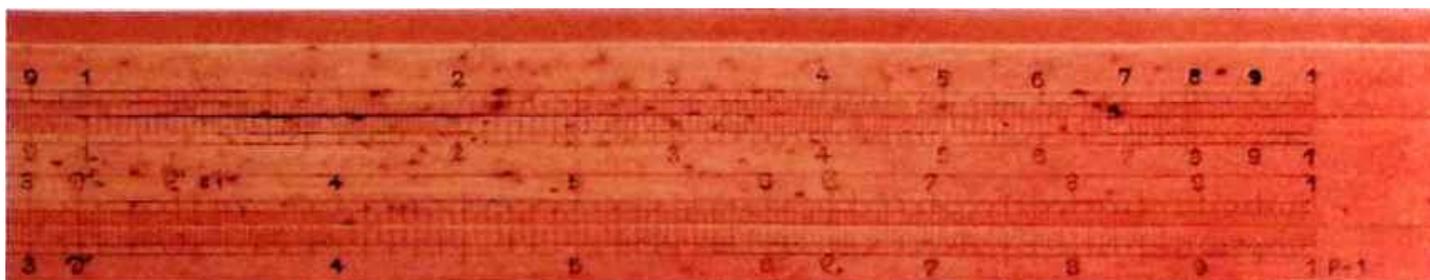


Figura 3.7.1.2.R: parte derecha del frontal de un ejemplar Mannheim de Nestler. Colección de Günter Kugel



Figura 3.7.1.3.L: parte izquierda del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de Nestler. Colección de Günter Kugel

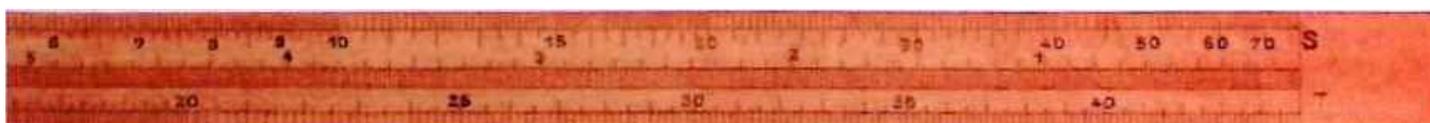


Figura 3.7.1.3.R: parte derecha del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de Nestler. Colección de Günter Kugel

3.7.2. Datación en el Período Temprano

Dentro del *Período Común*, el período hasta 1895 se denomina *Período Temprano* y el período 1895 - 1905 se denomina *Período Tardío*.

Las reglas de cálculo de Nestler del *Período Temprano* se pueden fechar sobre la base de características externas. Los DRGM y las marcas solo están presentes después de 1895. En la literatura, solo se mencionan unas pocas reglas de cálculo de Nestler muy tempranas; no se encuentran en las colecciones. Esto se justifica por lo siguiente.

No fue hasta 1895 que el fabricante de Lahr dio a su empresa el nombre de *Albert Nestler*. Antes de 1895, la empresa se llamaba *Maaßstabfahrik Beck und Nestler*. Hasta el momento, no se conoce ninguna regla de cálculo con este primer nombre de empresa.

Esto es diferente con Dennert & Pape: la tabla temporal (Fig. 3.6.2.2, p.36) se ha hecho en base a reglas de cálculo conocidas. Todas las reglas de cálculo antiguas de D&P del *Período Común* llevan el nombre completo *Dennert & Pape*. Entonces ¿se limitó Nesler principalmente a dividir los cuerpos de D&P?

Para buscar reglas de cálculo antiguas de Nestler pueden ser útiles posibles variantes del nombre de empresa. ¿Qué variantes son concebibles para el *Maaßstabfahrik* de Lahr?

- *Beck und Nestler*, o *B u. N*,
- *Beck & Nestler*, o *B & N*,
- Sello con una B y una N, como 

Estas variantes se podrían encontrar en la parte delantera o trasera de la regla de cálculo, o en el estuche.

Sobre la base de dos reglas de cálculo de Nestler de 1895 (Figuras 3.7.2.2 a 3.7.2.5) y un libro de E. Hammer de 1902 (ver Figura 3.7.2.1.L), las siguientes características se aplican a las reglas de cálculo muy antiguas:

- En un principio el material es boj, y luego caoba,
- La ventana trasera tiene corte recto o en ángulo (ver figura, entre A y D),
- Hay una línea longitudinal en el medio de la reglilla sobre toda la longitud del cuerpo (ver figura, entre B y C),
- Una regla de medida de 25 cm, no de 26 cm

como en Dennert & Pape,

- La longitud del cuerpo es de 26 cm hasta 1895,
- Numeración finamente grabada, no con números estampados a mano, como suele ser en D&P.

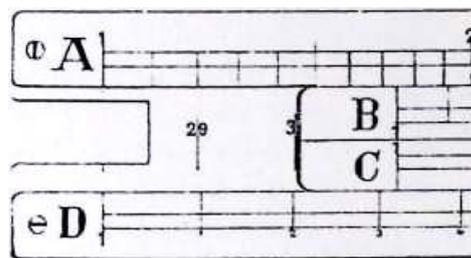


Figura 3.7.2.1.L: Dibujo de la parte izquierda de un ejemplar Mannheim, del libro de E. Hammer.

Aunque las letras (A, B, C y D) están en manuales y libros, no se encuentran en las reglas de cálculo del *Período Común*. D&P fue el primero en hacerlo en 1905; Nestler les siguió solo después de la Segunda Guerra Mundial.

Hammer escribe en 1902 en *La regla de cálculo logarítmica y su uso*:

Las ventanas en los extremos de la parte posterior de la regla de cálculo tienen una forma ligeramente diferente en el último modelo: están fresadas en semicírculo, no cortadas en línea recta.

Las ventanas rectas son caras de fabricar. El hecho de que los fabricantes alemanes empezaran con éstas tiene que ver con que las Soho de Francia -que sirvieron de modelo en 1873- aún no contaban con ventanas fresadas.

Las características anteriores se incluyen en la quinta columna de la tabla temporal, Fig. 3.7.2.6. Las características de la primera columna están tomadas del artículo *New Slide Rules* (*Surveying Journal*; p.220, 1880) de *Wilhelm Jordan*. Los datos de las columnas dos a cuatro se obtuvieron comparándolos con las características de las reglas de cálculo de D&P de períodos similares.

La tabla temporal se podrá actualizar más adelante si aparecen reglas de cálculo muy antiguas de Nestler.

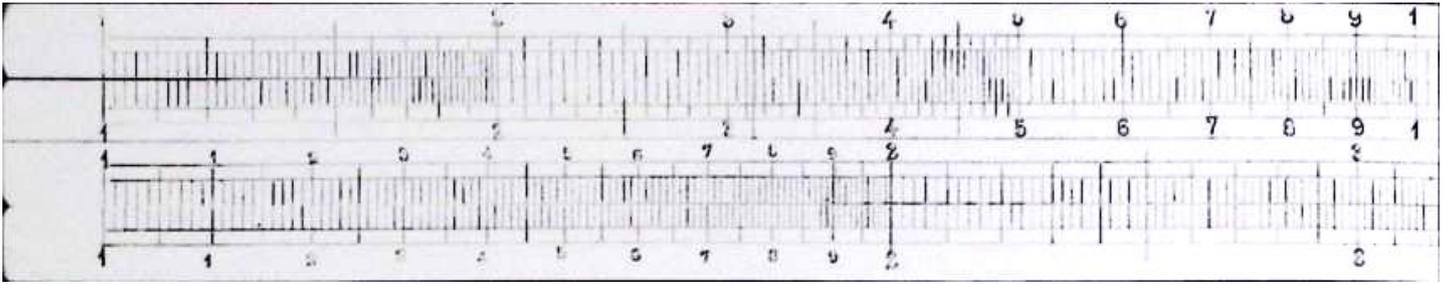


Figura 3.7.2.2.L: Parte izquierda del frontal de un ejemplar Mannheim de Nestler, 1895.

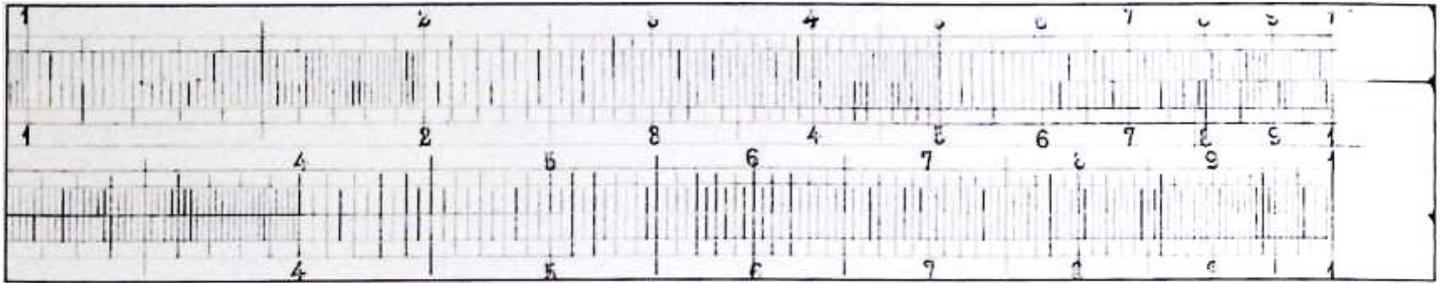


Figura 3.7.2.2.R: Parte derecha del frontal de un ejemplar Mannheim de Nestler, 1895.

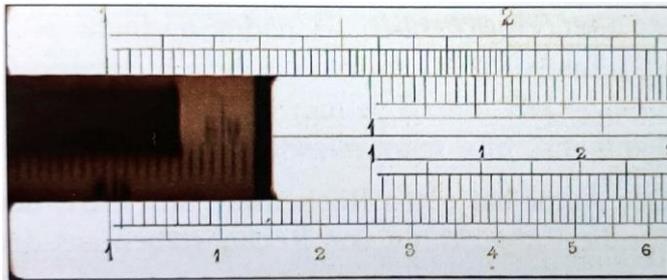


Figura 3.7.2.3: Frontal con vista de la ventana trasera



Figura 3.7.2.4: Reverso con vista de la ventana.

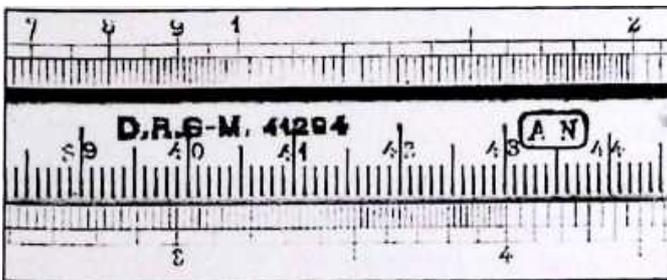


Figura 3.7.2.5: Canal del ejemplar Mannheim

Período →	1880	1884	1888	1892	1895
Ventanas traseras	1, recta	1, recta	1, recta	2, recta	2, recta
Flexión	ninguna	Ninguna	Ranura en V (?)	Rendijas (?)	Rendijas
Nombre de Empresa	?	?	?	?	 en el canal
Longitud	26 cm	26 cm	26 cm	26 cm	27 cm
Línea longitudinal	1 x	1 x	1 x	1 x	1 x
Pista para el cursor	ancha/estrecha	ancha/estrecha	ancha/estrecha	ancha/estrecha	ancha/estrecha
Tipo de cursor	biselado	biselado	biselado	biselado/cristal	biselado/cristal
Marcas PI	AB	AB	AB	AB	AB
Escala de medida	no	no	sí	sí	sí
Material	Boj	Boj	Boj	Boj	Boj/Caoba

Figura 35.2.6: Tabla temporal con las características de las reglas de cálculo Nestler del *Período Temprano*

3.7.3. Datación en el Período Tardío

Para fechar reglas de cálculo del *Período Tardío*, 1895 – 1905, los modelos de utilidad son más adecuados que las patentes porque en este período hay más DRGM que DRP, y porque la protección de los DRGM es de solo de 3 o 6 años. También son reveladoras las marcas en el frontal de la regla de cálculo y su longitud.

Año	DRGM / DRP	Objeto
1895	DRGM 41,294	Cobertura bilateral
1901	DRGM 164,885	Tornillos de alpaca
1905	DRP 173 660	Placa elástica de goma

Figura 3.7.3.1: Modelos de Utilidad y patentes de Nestler

El autor tiene una regla de cálculo de 1901, que es muy informativa para el estudio de las reglas de cálculo del *Período Tardío*. Probablemente sea un prototipo pues la hechura no es muy experta y las marcas y tornillos (las novedades) son muy abundantes.

El frontal (ver Figuras 3.7.2.2) muestra marcas que coinciden con las del sistema Mannheim (ver Figuras 3.7.1.2, p.41). Solo faltan los símbolos π .

Así, el prototipo es un precursor del sistema de

Mannheim con tornillos de alpaca de 2 x 5.

El sello  se usa hasta 1902. Después de eso, el nombre ALBERT NESTLER aparece en el canal en un tamaño modesto (ver AN01, p.68).

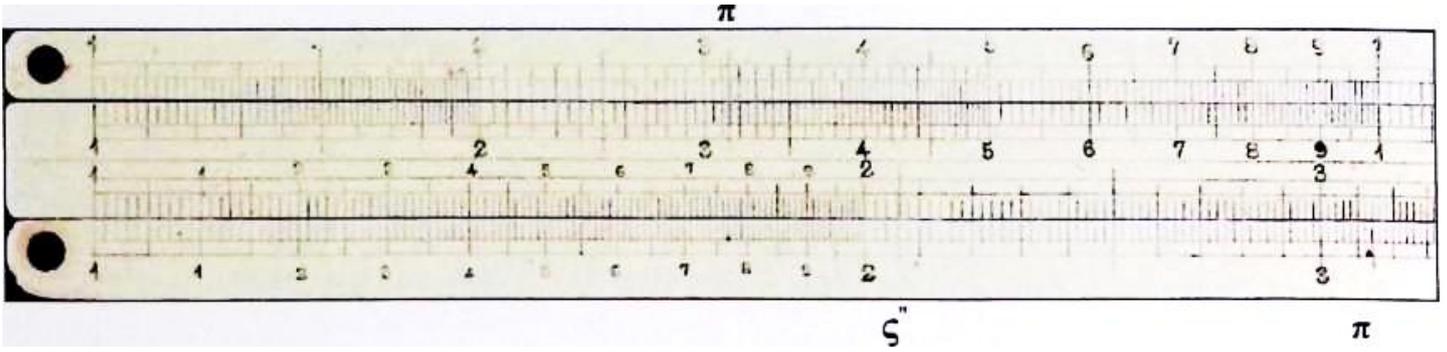


Figura 3.7.3.2.L: Parte izquierda del frontal del prototipo de 1901.

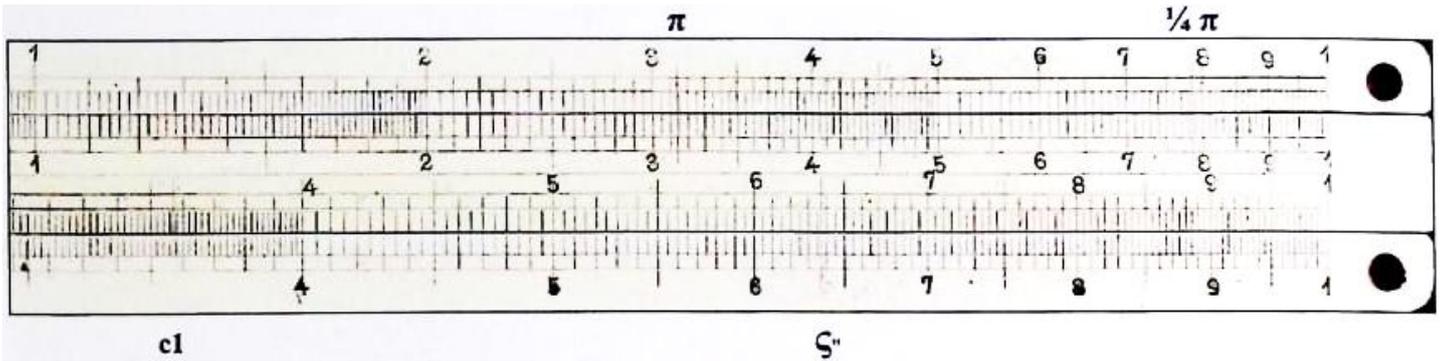


Figura 3.7.3.2.R: Parte derecha del frontal del prototipo de 1901.

Los tornillos de acero (ver Figura 3.7.3.3) en el frontal son de 3,5 mm de diámetro. La escala de medida en el bisel se fija con pasadores de diámetro 0,5 mm. En versiones posteriores de este modelo de regla de cálculo todos los tornillos tienen el mismo tamaño, 2,5 mm de diámetro, y el revestimiento de celuloide de la reglilla también se fija con tornillos. Las cuatro esquinas del frontal están claramente

redondeadas para ser más resistentes a los golpes.

En el canal (ver Figura 3.7.3.4) se lee el texto PATENT ANGEM. (patente registrada). Se desconoce qué sucedió con esta aplicación. En 1901, Nestler obtiene el DRGM 164 885 para los tornillos de alpaca.

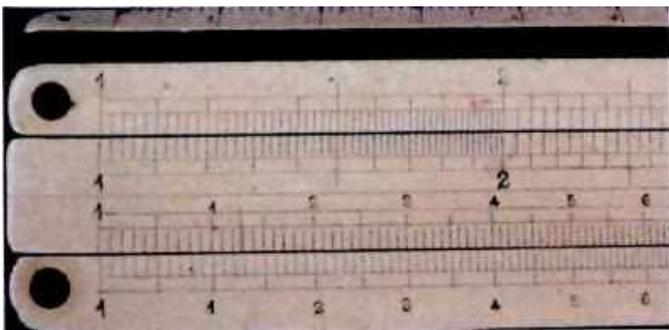


Figura 3.7.3.3: Tornillos de acero del prototipo



Figura 3.7.3.4: Canal del prototipo

Año	π	$\pi/4$	c c1	$\zeta''\zeta,\zeta'$	Largo
1895	AB	AB			27 cm
1898	AB	AB	C C		27 cm
1901	A B C D	AB	C C	C D	27 cm

Figura 3.7.3.5: Marcas en las reglas de cálculo Nestler

Explicación

|AB: línea π en las escalas A y B, o C y D; A|B: línea π y símbolo π en las escalas A y B, o C y D. Las constantes son: $c = \sqrt{4/\pi} = 1,13$ y $c1 = \sqrt{40/\pi} = 3,57$ ambas en la escala C. Los caracteres ζ (rho) indican números para transformar ángulos en radianes y viceversa:

$$\zeta'' = 206265'', \zeta' = 3438' \text{ y } \zeta,, = 636629,,$$

3.8. El Sistema Mannheim de Faber desde 1892

3.8.1. Introducción

A. W. Faber es una fábrica de lápices fundada en 1761 en Stein, cerca de Nuremberg.

Lothar Faber (1817-1896) abrió una fábrica de pizarra en Geroldsgrün en 1861, donde también se produjeron reglas de cálculo a partir de 1892.

Faber es así la tercera fábrica de reglas de cálculo en Alemania. Esto los estimula a innovar para diferenciarse de D&P y de Nestler. Faber es el primer fabricante alemán en incluir marcas especiales, como el símbolo π en las escalas A y B, y marcas c y c1 solo en la escala D. En la parte posterior del cuerpo hay una ventana achaflanada con líneas de índice.

Las primeras reglas Mannheim están hechas de madera de boj, pero pronto habrá reglas de cálculo de boj con celuloide en el frontal. También hay dos ranuras en el canal. En 1898 Faber recibe el DRGM 98 350 con 6 años de protección. La descripción es:

Regla de cálculo con ranuras elásticas a los lados o debajo de la reglilla.

Al principio la longitud total de la regla de cálculo es de 260 mm, pero pasa a 280 mm después de 1900, para permitir que el cursor alcance fácilmente toda la extensión de las escalas. También hay dos ventanas de lectura en la parte posterior. Cualquiera que inspeccione el anverso y el reverso de las reglas verá inmediatamente la gran calidad de su acabado.

Una verdadera innovación es el cursor con contador de dígitos, con el que se puede llevar la cuenta continua del número de dígitos (Fig. 3.8.1.1). En 1899 Faber recibe el DRGM 116 832 con una protección de 6 años. El texto dice:

Regla de cálculo con puntero adjunto al cursor que se moverá por una escala para determinar el número de dígitos del resultado final.

Para contar con este cursor, se utilizan las inscripciones (COCIENTE+1 y PRODUCTO-1) o las marcas ($\leftarrow \pm \rightarrow$) al principio y al final de la regla de cálculo. El cursor tiene en el lado derecho una superficie con una escala radial y un puntero giratorio. La escala lleva 12 divisiones, de -6 a +6. Las indicaciones en las inscripciones (COCIENTE+1 y PRODUCTO-1) deben usarse solo para las escalas inferiores, C y D; la marca ($\leftarrow \pm \rightarrow$) se puede utilizar tanto para las escalas superiores como para las inferiores.

En 1906 Faber ofrece un muy detallado *estudio sobre el uso de la regla de cálculo*. El uso de la regla de cálculo y el puntero se explica con numerosos ejemplos prácticos.

El valor del seno se lee en la escala B debajo de la línea final de la escala A; el valor de la tangente se lee en la escala C por encima de la línea inicial de la escala D, en los modelos con dos ventanas posteriores; para los modelos con una ventana, hay que invertir la reglilla.

Los rangos trigonométricos son:

- Seno $35' - 90^\circ$
- Tangente $5^\circ 42' - 45^\circ$

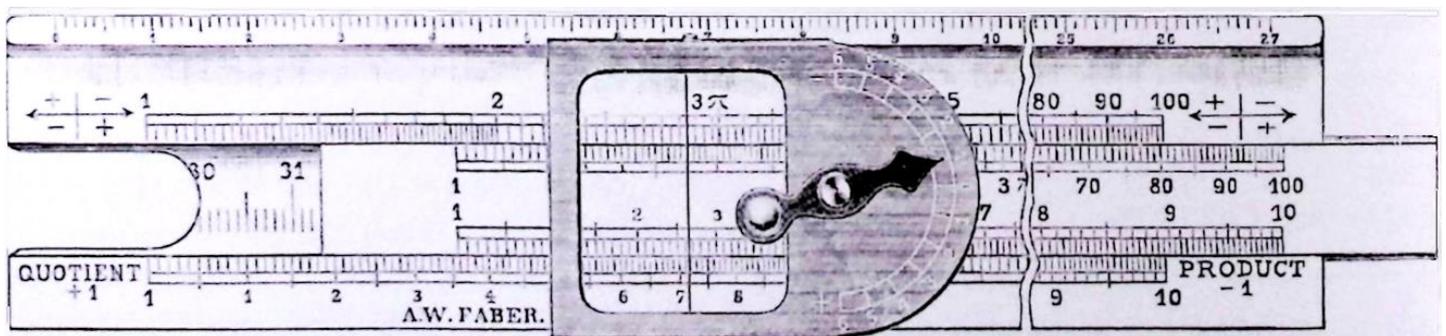


Figura 3.8.1.1: Indicación directa del número de dígitos por medio de las marcas en la escala.

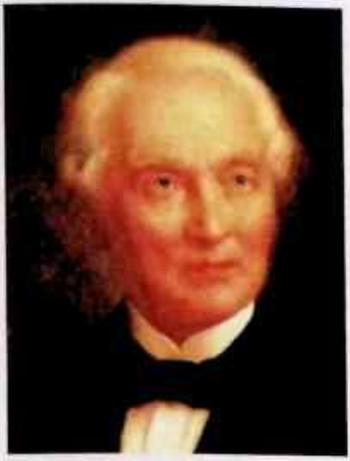


Figura 3.8.1.2: Lothar Faber

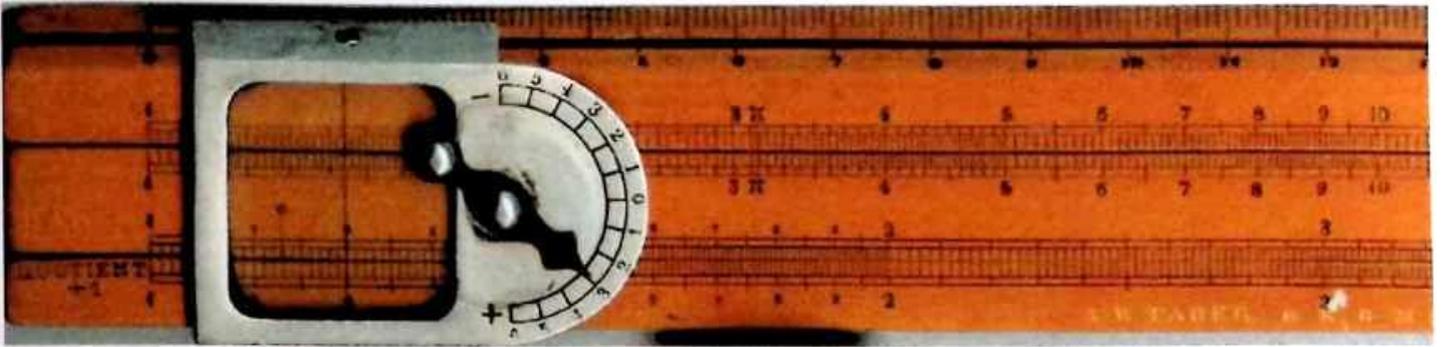


Figura 3.8.1.3.L: Parte izquierda del frontal de un ejemplar Mannheim de A. W. Faber. Colección de Werner Rudowski

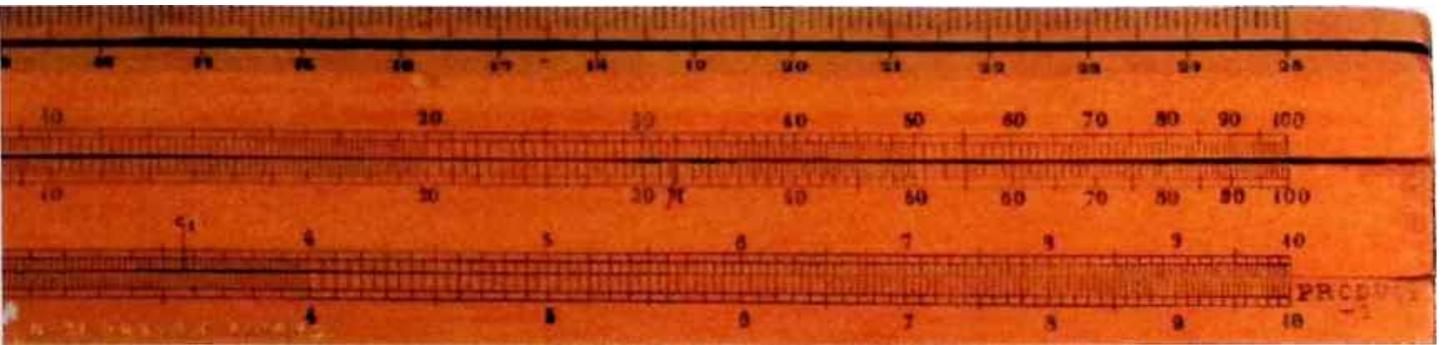


Figura 3.8.1.3.R: Parte derecha del frontal de un ejemplar Mannheim de A. W. Faber. Colección de Werner Rudowski



Figura 3.8.1.4.L: Parte izquierda del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de A. W. Faber. Colección de Werner Rudowski

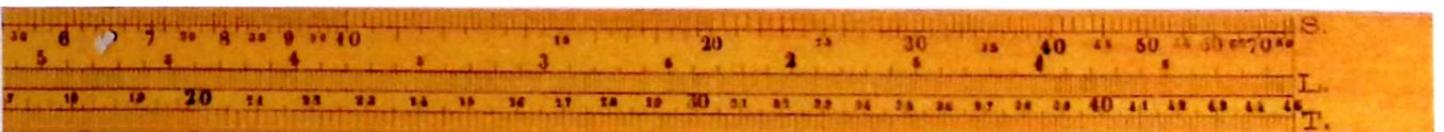


Figura 3.8.1.4.R: Parte derecha del reverso de la reglilla de un ejemplar Mannheim de A. W. Faber. Colección de Werner Rudowski

Una sucesora especial del modelo Mannheim es la regla Electro, tipo 368 (Fig. 3.8.1.5). Se añaden tres elementos:

- Dos escalas en el canal del cuerpo: una escala para las eficiencias de los dínamos y los motores eléctricos; la otra escala para la caída de tensión,
- Extremo izquierdo de la reglilla con un puntero biselado para leer las escalas mencionadas anteriormente. En 1905, Faber obtiene el DRGM 247514 con la descripción:

Regla de cálculo con puntero biselado en el extremo de la reglilla.

- Cursor para regla de cálculo con un puntero biselado adjunto para la superficie lateral del cuerpo. (Ver Figura 3.8.1.6: Cursor con puntero lateral biselado). Faber obtiene el DRGM 271 169 en 1906.

Las dos escalas exponenciales se colocan en el lateral achaflanado de la regla de cálculo para poder saltarse el DRGM de Schweth. Wilhelm Schweth, arquitecto del gobierno de Colonia, inventó una regla de cálculo exponencial en 1900 y recibió el DRGM 148 526. La descripción dice:

Regla de cálculo exponencial, que tiene dos escalas añadidas a un frontal con el diseño habitual.

En 1905, D&P ofreció una regla de cálculo Electro

comparable basada en el DRGM de Schweth (Fig. 3.6.1.5, p.35).

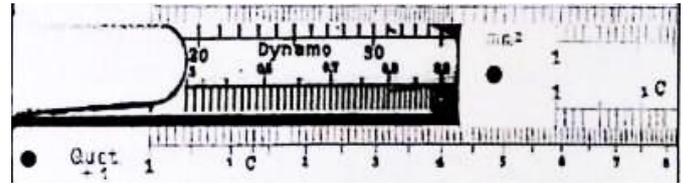


Figura 3.8.1.5.L: Parte izquierda de la regla Faber Electro

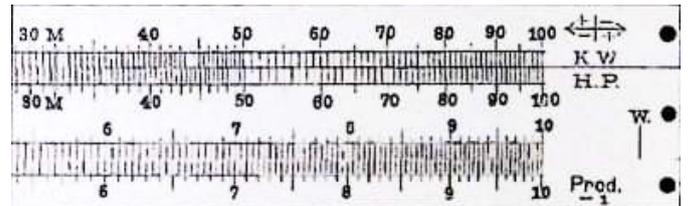


Figura 3.8.1.5.R: Parte derecha de la regla Faber Electro

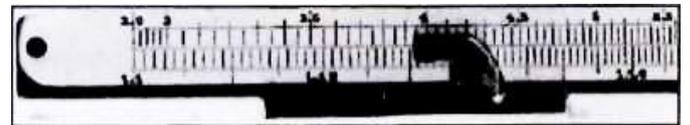


Figura 3.8.1.6: Cursor con puntero lateral biselado

Solo después de 1907 se fija la lámina de celuloide con puntas de madera. Hasta entonces, esto está prohibido por el DRGM 164 885 de Nestler. El texto de este Nestler DRGM de 1901 dice:

Reglas, reglas de cálculo y similares con láminas de celuloide aseguradas mecánicamente mediante tornillos o pasadores para que no se desprendan ni alteren.

3.8.2. Datación en el Período Tardío

Debido a que Faber no comenzó con las reglas de cálculo hasta 1892, solo hace falta la datación de las reglas de cálculo en el período tardío, 1895 - 1905. Los modelos de utilidad son más adecuados para esto que las patentes porque hay más DRGM que DRP en el período y la protección de DRGM es de solo 3 o 6 años. Además de las marcas en el frontal de la regla de cálculo, su longitud también es reveladora.

Año	Modelo de Utilidad	Objeto
1898	DRGM 98 350	Dos rendijas en el canal
1899	DRGM 116 832	Cursor con contador
1905	DRGM 247 514	Reglilla con extremo biselado
1906	DRGM 271 169	Cursor puntero lateral biselado

Figura 3.8.2.1: Modelos de Utilidad de Faber

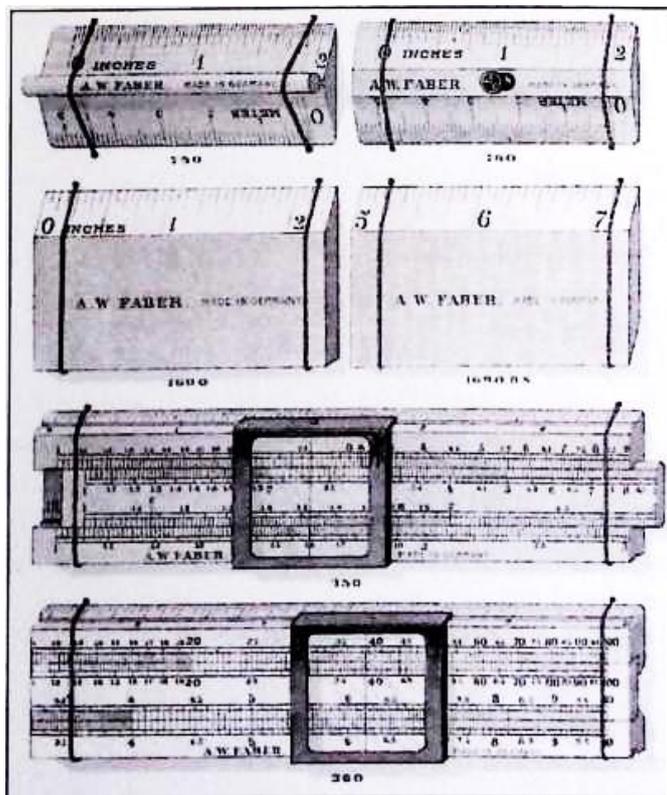


Figura 3.8.2.3: Reglas y reglas de cálculo de madera de Faber

Año	π	M	c c1	Largo
1895	A B	...	C	26 cm
1899	A B	B	C	28 cm
1899	A B	B	C	28 cm
1906	A B	A B	C D	28 cm
1906	A B	A B	C D	28 cm

Figura 3.8.2.2: Marcas en reglas de cálculo Faber

Explicación

A|B: línea π y símbolo π para las escalas A y B, o C y D. Las constantes son $M = 1/\pi = 0,3183$, $c = \sqrt{4/\pi} = 1,13$ y $c1 = \sqrt{40/\pi} = 3,57$ en la escala C o en las escalas C y D.

Las reglas de cálculo más antiguas miden 26 cm de largo, tienen pocas marcas y pocas líneas y no tienen ranuras. Las reglas de cálculo más nuevas tienen 28 cm de largo, tienen más marcas y más líneas y solo una ranura.

3.9. El modelo Rietz de Nestler desde 1903

3.9.1. Introducción

Max Rietz nació en Morrn cerca de Landsberg an der Warthe (actual Polonia) en 1872, y murió en Erfurt en 1956. Rietz estudió en la Universidad Técnica de Karlsruhe. En 1901 llegó a Erfurt, donde vivió en la calle Schamhorststraße 18. Luego consiguió un trabajo en la fábrica de máquinas y calderas de vapor Trenck. Cuando la fábrica cerró sus puertas en 1920, permaneció como ingeniero independiente en Erfurt.



Figura 3.9.1: Max Rietz

En su especialización, Rietz ha realizado varios inventos para el ahorro de energía en la tecnología de calefacción y refrigeración. Incluso a la edad de 80 años, el ingeniero Rietz contribuye a través de sus recomendaciones a un mejor uso económico de las calderas de vapor en cervecerías, plantas de abastecimiento de agua y fábricas de tejidos. No solo es un asesor de estas empresas, sino también un maestro para sus trabajadores, que siempre están en un círculo compacto a su alrededor. A pesar del gran éxito, Rietz muestra una modestia casi conmovedora.

Rietz inventa el sistema más importante sucesor del Mannheim. Se trata básicamente de un sistema Mannheim ampliado con una escala cúbica y una de mantisas (ver Figura 3.9.2). Max Rietz recibe el DRGM 181 110 en 1902. El texto literal dice:

Reglas de cálculo con escalas uniforme (numérica), logarítmica simple, doble y triple en el cuerpo de la regla de cálculo, y escalas logarítmica simple y doble en la reglilla, para lectura directa de logaritmos, cubos y raíces cúbicas.

La escala cúbica es nueva, al igual que la posición de la escala de mantisa, que se mueve desde el reverso de la reglilla hacia el frontal del cuerpo. Esto da espacio para una escala extra. Por el momento, los rangos trigonométricos son:

- Seno $35' - 90^\circ$
- Tangente $5^\circ 42' - 45^\circ$

En 1905 se amplió la configuración con una escala ST para ángulos pequeños, de $35'$ a $5^\circ 42'$; en esta zona los valores de seno y tangente son prácticamente iguales (ver Figura 3.9.7 p.52). Al mismo tiempo, la escala de senos vuelve al rango original, $5^\circ 44' - 90^\circ$. Los nuevos rangos trigonométricos son (ver Figura 3.9.3):

- Seno $5^\circ 44' - 90^\circ$
- Seno/Tangente $35' - 5^\circ 42'$
- Tangente $5^\circ 42' - 45^\circ$

Las escalas de seno y ST tienen una longitud de 25 cm y, por lo tanto, intervalos más grandes. Esto permite situar o leer valores con mayor precisión y lograr resultados más precisos. Gracias a la máquina divisora automática, Nestler puede desarrollar y grabar nuevas escalas en menos tiempo.

En el sistema Rietz, el valor del seno se lee en la escala C encima de la línea final de la escala D; el valor de la tangente se lee en la escala C sobre la línea inicial de la escala D porque la escala de las tangentes está invertida (dividida de derecha a izquierda) (ver Figura 3.9.3).

En el canal se lee el texto:

- ALBERT NESTLER LAHR I/B

Prototipo hecho a mano

En 1957, la hija de Rietz, Marianne, donó el prototipo hecho a mano por su padre (figura 3.9.5) a George Dennert, propietario de Aristo-Werke, Dennert & Pape. Hans Dennert le dio una copia al autor.

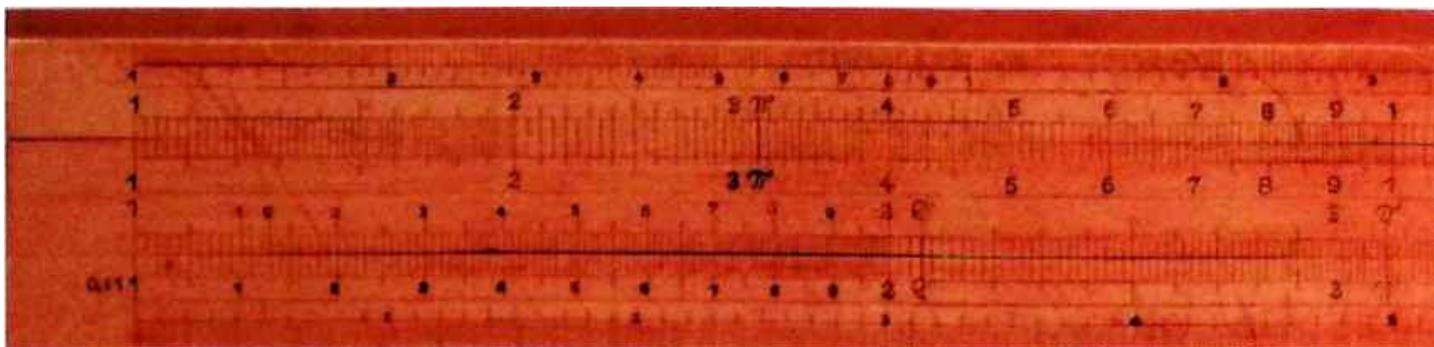


Figura 3.9.2.L: Parte izquierda del frontal de un ejemplar Rietz de Nestler

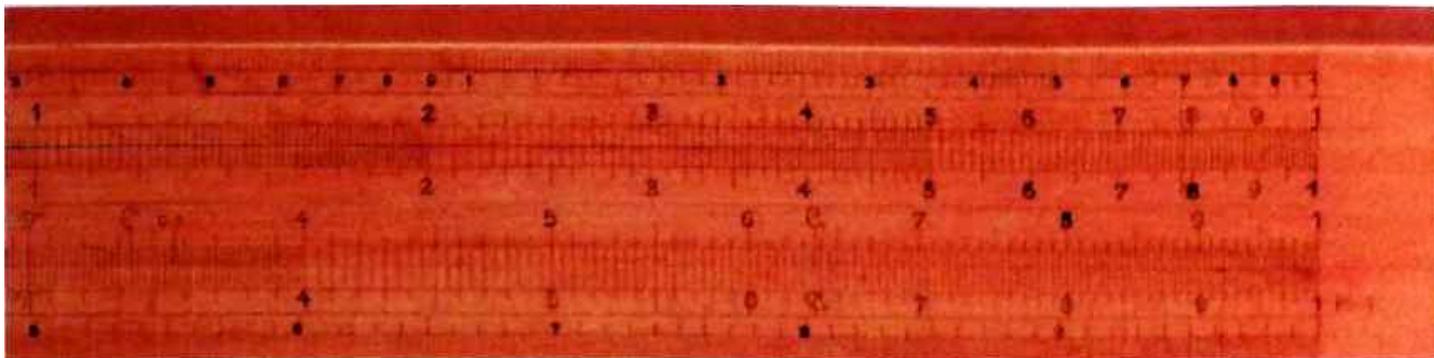


Figura 3.9.2.R: Parte derecha del frontal de un ejemplar Rietz de Nestler



Figura 3.9.3.L: Parte izquierda del reverso de la reglilla de un ejemplar Rietz de Nestler

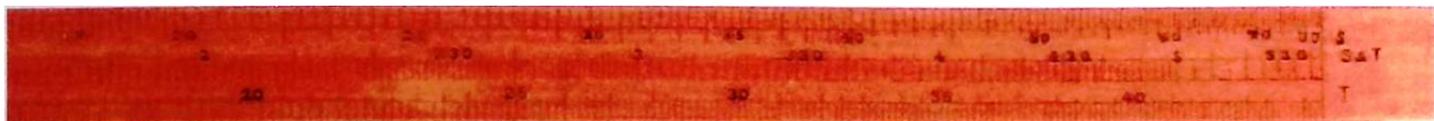


Figura 3.9.3.R: Parte derecha del reverso de la reglilla de un ejemplar Rietz de Nestler

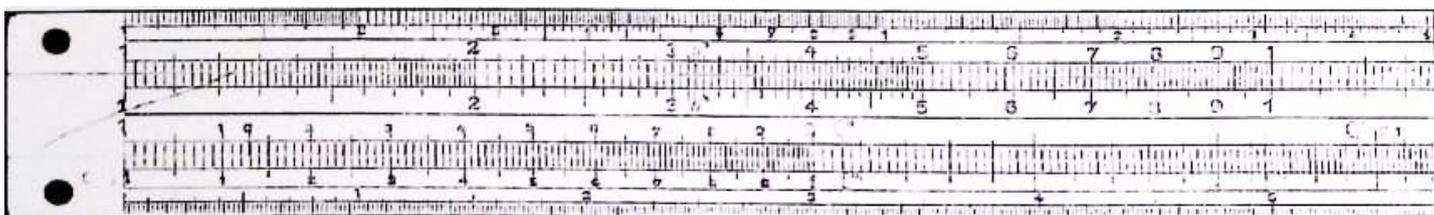


Figura 3.9.4.L: Parte izquierda del frontal de la versión estrecha del modelo Rietz de Nestler (25 en vez de 31mm)

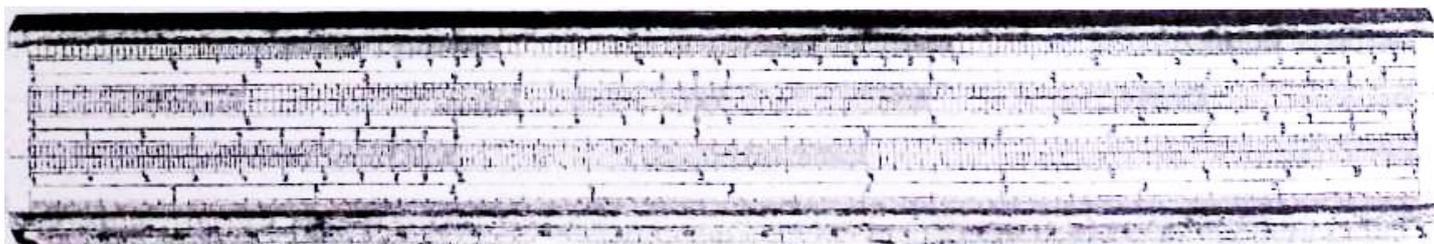


Figura 3.9.5: Prototipo hecho a mano por Rietz en 1902. Colección de Irene Dennert

El sistema Rietz tiene un ancho frontal de 31 mm; el sistema de Mannheim sólo de 25 mm. Como para ciertos clientes esto no es práctico, Nestler produce una versión estrecha del modelo Rietz (ver Figura 3.9.4.L). Nestler escribe en 1912:

Esta regla de cálculo estrecha es una concesión de fábrica a aquellos computadores que, al haber usado durante mucho tiempo la regla de cálculo estrecha, están acostumbrados a ésta y de ningún modo quieren utilizar la más ancha.

El sistema Rietz tiene marcas especiales y constantes en ciertas posiciones de ciertas escalas.

Año	π	$\pi/4$	c c1	$\zeta''\zeta''\zeta'$
1902	A B C D	AB	C C	C D
1906	A B C D	AB	C C	C D

Figura 3.9.6: Marcas en las reglas de cálculo Rietz

Explicación

|AB: línea π en las escalas A y B, o C y D; A|B: línea π y símbolo π en las escalas A y B, o C y D. Las constantes son: $c = \sqrt{4/\pi} = 1,13$ y $c1 = \sqrt{40/\pi} = 3,57$.

Tabla

La tabla para ángulos pequeños (figura) muestra que los valores del seno y la tangente son casi iguales.

Ángulo	Seno	Tangente
1°	0,0175	0,0175
2°	0,0349	0,0349
3°	0,0523	0,0524
4°	0,0698	0,0699
5°	0,0872	0,0875
5° 42'	0,0993	0,0998

Figura 3.9.7: Tabla para ángulos pequeños

Los símbolos ζ (rho) dan números para transformar ángulos en radianes y viceversa: $\zeta'' = 206265$, $\zeta' = 3438'$ y $\zeta_{,,} = 636629_{,,}$. Estos valores fijos se calculan de la siguiente manera, dependiendo de las

divisiones del círculo (360° o 400g):

$$\zeta'' = (180 \times 60 \times 60'') / \pi = 206265'' \text{ (360°)}$$

$$\zeta' = (180 \times 60') / \pi = 3438' \text{ (360°)}$$

$$\zeta_{,,} = (200 \times 100 \times 100_{,,}) / \pi = 636629_{,,} \text{ (400g)}$$

Las escalas del sistema Rietz permanecen sin cambios durante el *Período Común*.

Posteriormente se añadieron dos elementos: en 1913 una escala recíproca (inventada en 1755 por Thomas Everard), y en 1924 divisiones al principio y al final de las escalas, el DRGM 889 460 de Nestler.

Hasta 1934 (la invención del sistema de Darmstadt), el sistema de Rietz fue la base para posteriores desarrollos en la industria de las reglas de cálculo.

Para Nestler, el sistema Rietz es fundamental.

4. Capacidades y Cooperación de Dennert & Pape y Nestler

4.1. Las Capacidades de Dennert & Pape

Dennert & Pape tiene una rica tradición en mecánica de precisión. En 1862, Johann Christian Dennert (1829 - 1920) se hizo cargo del taller de instrumentos geodésicos de Carl Plath (1825 - 1919). En 1863 se incorporó como socio el mecánico Martín Pape (1834 - 1884). La empresa ahora se llama *Dennert und Pape*, D&P, y tiene su sede en Altona (posteriormente Hamburg-Altona).

D&P construyó su primera máquina divisora de escalas en 1862. Se utilizó por primera vez para la producción de reglas. Debido a que cada intervalo se configura a mano, la misma máquina también se puede usar para las divisiones en las reglas de cálculo. Según Hans Dennert en HD99, en 1886 ya tienen una máquina divisoria para reglas de cálculo con 9 movimientos de grabado a la que más tarde se añaden tres más.

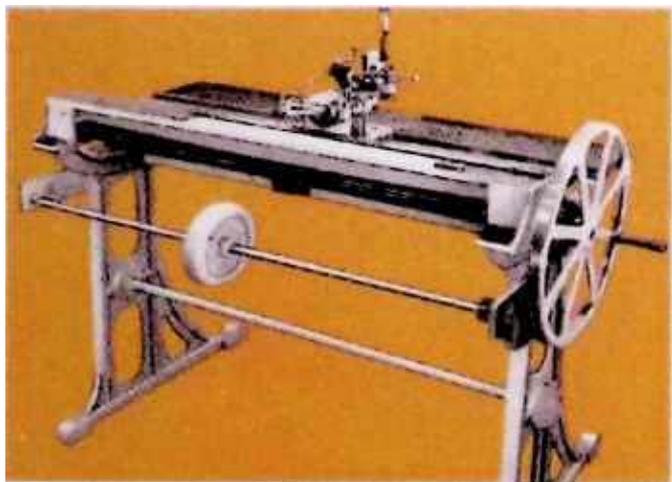


Figura 4.1: Primera máquina divisoria de D&P

4.1.1. Cursores con la Presión de un Pelo

La experiencia en mecánica de precisión es claramente reconocible en el desarrollo y construcción de cursores. En 1873, D&P comienza construyendo un cursor de bisel basado en el modelo francés. Este modelo tiene la desventaja de que su ancho frontal cubre parte de las escalas, especialmente al final.

Posteriormente se incluye el cursor de bisel doble, también llamado cursor de alas. Esto permite posicionar y leer en toda la escala de la regla de

cálculo de 26 cm.

En 1882 se ofrece un cursor con un pelo de crin de caballo como línea de índice, y en 1890 un cursor de aluminio con la línea de índice grabada en una ventana de cristal, el cursor de cristal.

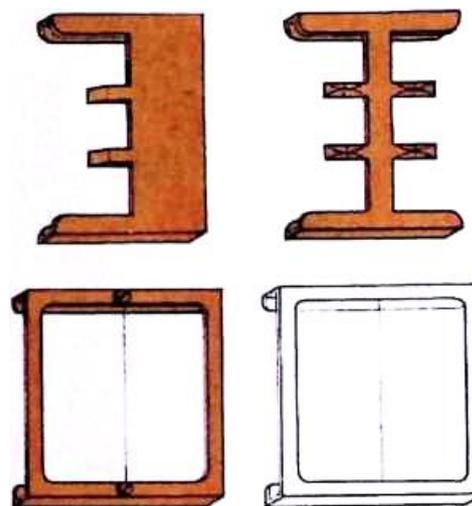


Figura 4.1.1.1: Desarrollo de cursores en D&P

Para satisfacer la demanda de más funciones, en 1892 D&P fue el primer fabricante en lanzar un cursor con dos líneas de índice separadas en un factor $\pi/4$. En 1894, D&P recibió el DRGM 25 025 por:

Cursor de regla de cálculo con una ventana de vidrio sostenida en el marco entre tornillos y una protuberancia.

En 1909, D&P recibió el DRGM 383 627 por un cursor de cristal entre dos soportes de metal, sin tiras laterales, el cursor de visión libre (ver figura), para que las escalas no queden parcialmente cubiertas. (Ver también la sección *Sistema Peuckert*, p.99).

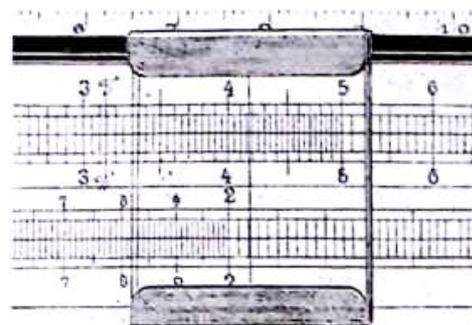


Figura 4.1.1.2: Cursor de visión libre de D&P

Un ejemplo de alta calidad es el cursor de la regla de cálculo de Robert Nelting (1876 - 1947) construido por D&P alrededor de 1909. Este cursor es una obra maestra de mecánica fina, pero caro de fabricar. Está provisto de líneas de índice en los cuatro lados, que se pueden ajustar independientemente entre sí mediante tornillos (i).

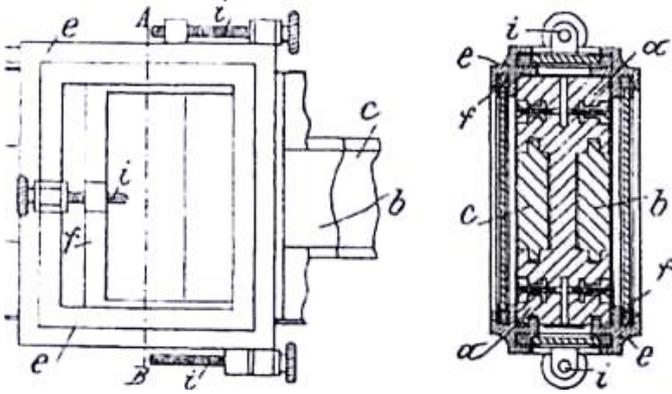


Figura 4.1.1.3: Cursor de Nelting

En 1912 la regla de cálculo de Nelting completa costaba 140 Mk, dos meses de salario de un trabajador portuario de Hamburgo.

Jochen Konrad-Klein informa en su artículo *Empleado en Dennert & Pape* (ver la sección 6.3 Fuentes, p.85):

Bolte es el único empleado que recibe como una prima por pieza. Por cada cursor recibe 7,5 Pfg. En 1913, Bolte ha producido 7450 cursores. Por lo tanto, sus ganancias anuales son las más altas de todos los empleados.

4.1.2. La regla de cálculo de dos caras

En 1891, William Cox recibió una patente por una regla de cálculo de dos caras. Cox, un inglés que vive en Nueva York, recibe la patente estadounidense 460 930 el 6 de octubre de 1891. La regla de cálculo será fabricada inicialmente por D&P en Alemania en nombre de Cox y Keuffel & Esser la ofrecerá en Estados Unidos (ver la Figura 4.1.2).

El pedido confirma la buena reputación de D&P como fabricante de reglas de cálculo y cursores.

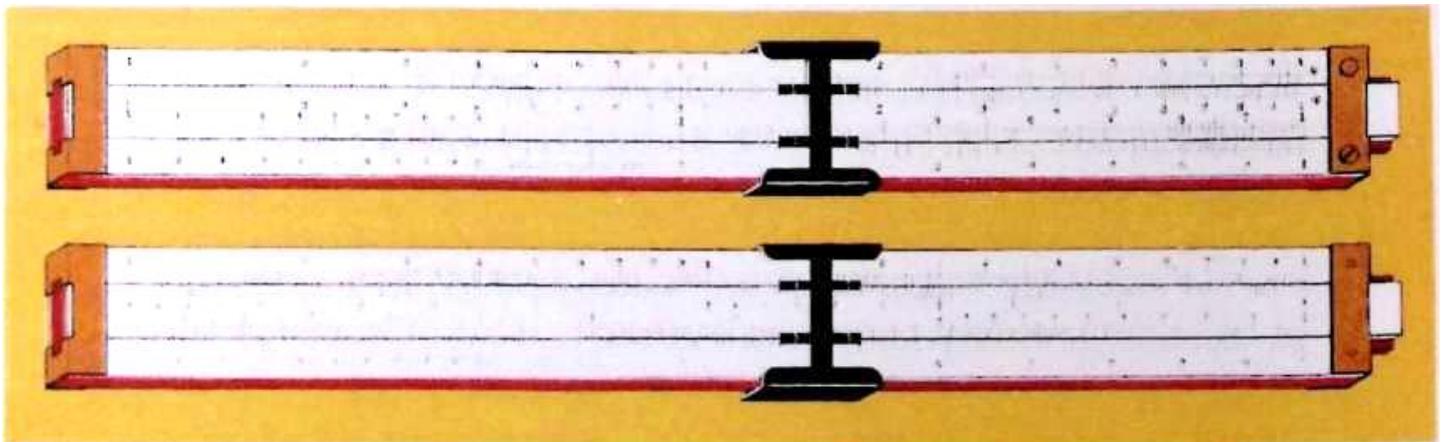


Figura 4.1.2: Regla de cálculo de dos caras de Willian Cox, fabricada por D&P.

4.2. Las Capacidades de Albert Nestler

La empresa Albert Nestler comenzó con un nombre diferente. En 1878, el óptico Theophil Beck (1814 - 1903) de Schaffhausen y el comerciante Albert Nestler (1851 - 1901) de Lahr fundaron la *Maaßstabfabrik Beck und Nestler*. Los caballeros se habían conocido en Estrasburgo, entonces la capital de la Tierra Imperial de Alsacia-Lorena.

En 1880, la fabricación de reglas de cálculo también se incluyó en el programa de producción. Un año más tarde, Beck deja la empresa y funda un taller de división en Estrasburgo.

En 1895 el nombre de la empresa se convierte en *Albert Nestler*. Por lo tanto, los coleccionistas buscarán en vano reglas de cálculo del período 1880 - 1895 con el nombre de *Albert Nestler*.



Figura 4.2: Albert Nestler

4.2.1. La Máquina Divisora de Beck

Beck desarrolla una máquina divisoria totalmente automática. Según el *Informe Anual de la Cámara de Comercio (Lahr)* del año 1878.

La fábrica de reglas *Beck und Nestler*, que se fundó en el año en cuestión, funciona con un motor de gas de 4 caballos de fuerza y emplea de 12 a 15 trabajadores. Además de una carpintería totalmente equipada y de un taller mecánico, hay 6 máquinas divisoras de construcción propia en funcionamiento, con lo cual cada escala se puede grabar con las divisiones más finas. Se fabrican todo tipo de instrumentos de dibujo y medida. La máquina divisora logarítmica inventada recientemente

por el propietario Beck y construida en la fábrica debe figurar como la única máquina existente. Esta complicada máquina produce reglas de cálculo, muy apreciadas en los círculos especializados, con una precisión que hasta ahora sólo podía conseguir Tavernier-Gravet, un fabricante de París.

Esta máquina divisora también demostrará ser el gran factor de éxito de Nestler. Con esta máquina se puede grabar cualquier escala logarítmica en cualquier posición y longitud.

La capacidad de la máquina divisora es considerable. Dependiendo de la longitud de la escala, 12½, 25 o 50 cm, se pueden grabar 66, 30 o 16 reglas de cálculo en cada montaje.

La velocidad es considerable: en 400 segundos se pueden dividir 66 reglas de cálculo pequeñas, de 12½ cm, o 30 medianas, de 25 cm, (ver AN04, apartado 3.4 - 3.7, p.13-17).

Hans Dennert ha proporcionado datos que pueden utilizarse para la comparación: en el mismo período, la división en D&P tiene lugar exclusivamente como una producción única y dura aproximadamente 3 horas (ver AN04, figuras 3.7.1 y 3.7.2, p.17). Alrededor de 1900, D&P construyó una máquina divisoria de 9 brazos. Más tarde una máquina de 20 brazos.

El rendimiento efectivo de una máquina divisora está parcialmente determinado por el número de grabadores (brazos).

En la fabricación manual, el divisor experto es el factor limitante. Tiene que leer cada paso de una lista, establecer el intervalo manualmente y comprobarlo visualmente. En el caso de una grabación defectuosa hay que rechazar todo.

Con una máquina divisora completamente automática, estos problemas no ocurren.

En el *Período Común*, Nestler se dedica principalmente a lo que saben hacer muy bien: dividir las escalas. Los cuerpos en blanco y los cursores provienen de D&P. Los cuerpos en blanco van siendo mejorados gradualmente por Nestler y finalmente llegarán a su propia fabricación. Los cursores siguen un camino similar.

4.2.2. Rodillos y Ruedas

El corazón de la máquina divisora automática son los rodillos (Figuras 4.2.2.1 y 4.2.2.2) y los engranajes helicoidales (Figuras 4.2.2.3 a 4.2.2.8).

El rodillo para las divisiones en las reglas de cálculo tiene una longitud de 33 cm y un diámetro de 20 cm.

El rodillo para las líneas longitudinales de las reglas de cálculo tiene una longitud de 16,5 cm y un diámetro de 16 cm.

En la figura (4.2.2.9) se muestra una de una regla de cálculo contemporánea de tipo Rietz para poder comparar las funciones de los rodillos y ruedas con la regla de cálculo respectiva.

4.2.3. Swiss Made, las Reglas de Cálculo Suizas

En el año 2000 aparece la primera regla de cálculo de Nestler con el texto *Swiss made* en el canal. El uso de este término está estrictamente protegido por la ley en Suiza. No se había encontrado una explicación para esta identificación, entendida como una marca de calidad, a pesar de los esfuerzos de muchas personas.

En los últimos años, han aparecido más ejemplares *Swiss made*. Hasta la fecha (primavera de 2009), el autor sabe de nueve de estas reglas de cálculo suizas. Es notable que los primeros especímenes fabricados en Suiza no se comercializaron hasta 1954:

- Colección de Hans Kordetzky en Cham, Suiza: Modelo Landis & Gyr, 25 cm, 1973
- Colección de Timo Leipälä en Turku, Finlandia: Modelo Darmstadt, tipo 11D, 12,5 cm, 1954
- Colección de Willy Robbrecht en Lebbeke, Bélgica: Modelo Darmstadt, tipo 0210, 25 cm, 1958
- Colección de H.P. Schaub en Allschwil, Suiza: Modelo Mannheim, tipo 14/52, 25 cm, 1954; Modelo Mannheim, tipo 14/RO, 25 cm, 1954; Modelo Kaufmann, tipo 40 N, 25 cm, 1955; Modelo Darmstadt, tipo 21, 25 cm, 1955; Modelo Rietz, tipo 0232, 25 cm, 1958; Modelo Rietz, tipo 23R/3, 25 cm, 1913
- Colección de Pierre Vander Meulen en Wezenbeek-Oppem, Bélgica:

Modelo Rietz, tipo 0232, 25 cm, 1958

- Colección del autor en Soest, Países Bajos:

Modelo Mannheim, tipo 14/52, 25 cm, 1954;
Modelo Darmstadt, tipo 0210, 25 cm, 1958

Recientemente, Jürgen Nestler investigó más a fondo el origen de la empresa Nestler y se encontró con un invento de Jakob Siegrist (ver sección 3.7.1, p.39). Siegrist trabajó en Lahr durante sólo 6 meses. Cuando regresó a Schaffhausen en 1878, fundó la fábrica de reglas Siegrist (Maßstabfabrik).

Debido a la constante expansión, la fábrica tuvo que ser reubicada cerca de la estación de tren en 1889 y fue a Stein am Rhein en 1913. En 1923, la empresa Nestler compró la fábrica y la convirtió en *Maßstabfabrik Schaffhausen AG*, o abreviado *Massag*.

El informe anual de Massag en 1954 indica lo siguiente:

Además, en verano la empresa ha empezado a dividir reglas de cálculo. De esta forma, la empresa tiene la oportunidad de exportar a países donde existe demanda de reglas de cálculo de origen suizo por motivos comerciales.

Por lo tanto, el misterio de los especímenes *Swiss made* queda finalmente resuelto, y confirma que los coleccionistas tienen reglas de cálculo legalmente fabricadas en Suiza. La hipótesis del autor (ver AN01, p.15) ha demostrado ser, hasta cierto punto, correcta.

4.2.4. Figuras de Rodillos y Ruedas

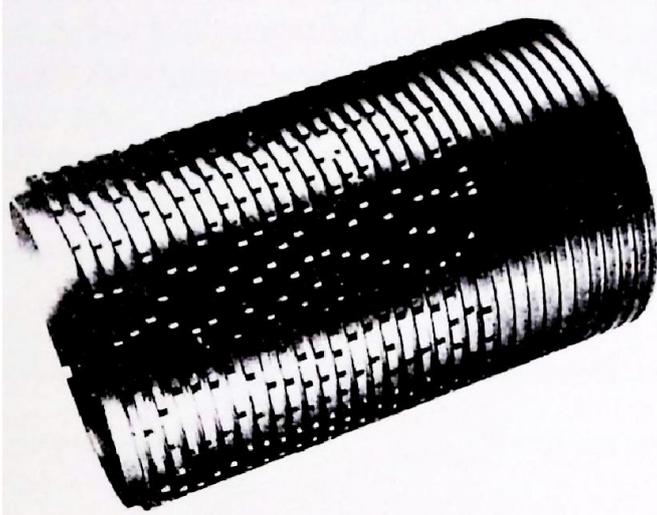


Figura 4.2.4.1: Rodillo para división de marcas

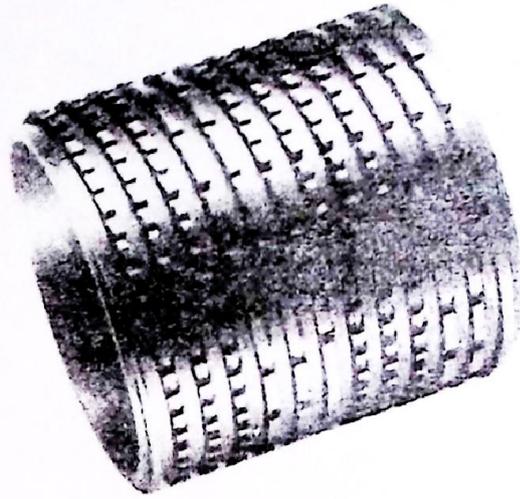


Figura 4.2.4.2: Rodillo para líneas longitudinales

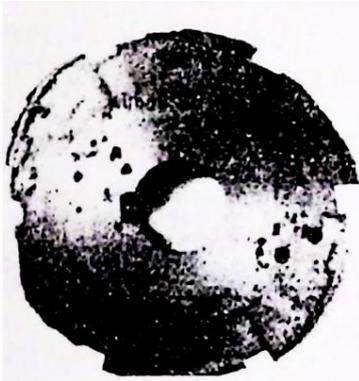


Figura 4.2.4.3: Rueda para la escala K

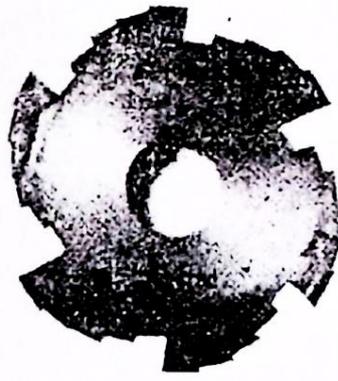


Figura 4.2.4.4: Rueda para las escalas A y B

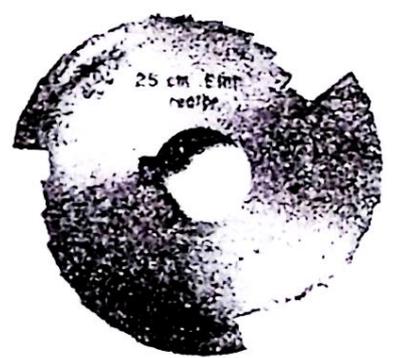


Figura 4.2.4.5: Rueda para la escala CI

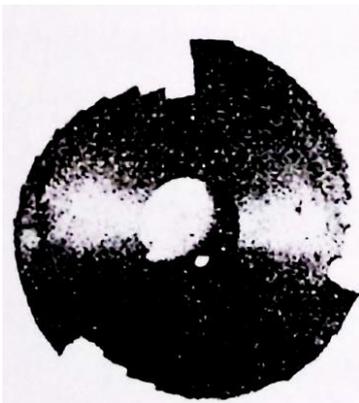


Figura 4.2.4.6: Rueda para las escalas C y D



Figura 4.2.4.7: Rueda para la escala de senos

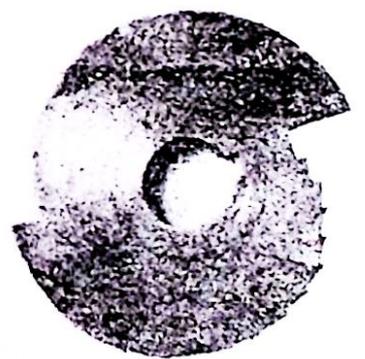


Figura 4.2.4.8: Rueda para tangentes

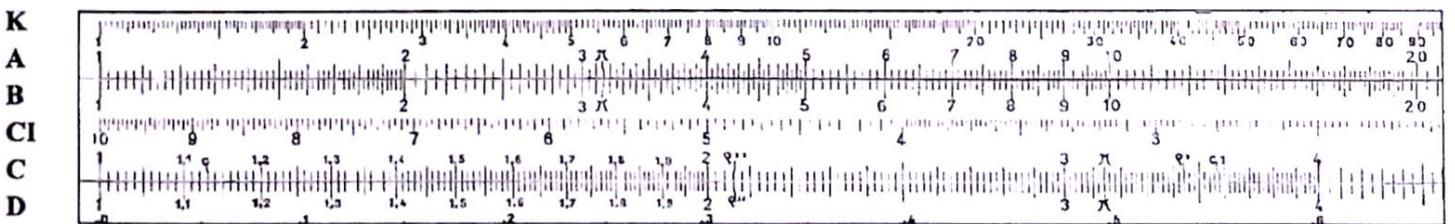


Figura 4.2.4.9: Parte izquierda del frontal del sistema Rietz

4.3. El Desarrollo de Reglas de Cálculo en Dennert y Pape

La evolución en Dennert & Pape se basa en una patente, en un modelo de utilidad, en la experiencia práctica con el celuloide, en la producción en cantidades económicas y en un malentendido.

4.3.1. DRP 34 583, la Regla Inalterable

La patente más lucrativa de D&P es, sin duda, la DRP 34 583 de 1885. Se podría llamar la patente de recubrimiento con celuloide, pero se llama la regla inalterable. La reivindicación es:

Reglas de madera blanda, que están revestidas en la dirección de las fibras de madera con capas extremadamente finas de celuloide para recibir las divisiones.

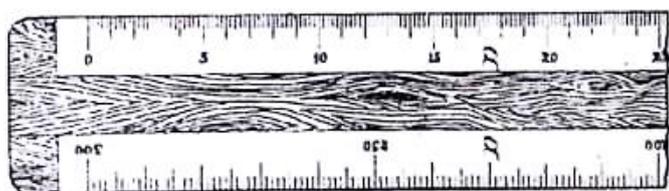


Figure 4.3.1: La regla inalterable, según descrita en la patente

Esta DRP a menudo ha dado lugar a malentendidos porque se supone que la patente también cubre las reglas de cálculo, aunque esto no queda claro en la descripción de la patente. Hans Dennert escribió lo siguiente al autor el 29 de abril de 1999:

La patente indicada (DRP 34 583) se aplicaba a reglas con revestimiento de celuloide. No hubo patente para las reglas de cálculo, que solo se produjeron de la misma manera después de la experiencia positiva con las reglas.

4.3.2. DRGM 37 191, El Canal Ranurado

Un modelo de utilidad muy importante en el *Período Común* es el DRGM 37 191, de 19 de febrero de 1895, con la siguiente descripción:

Regla de cálculo con rendijas en el canal del cuerpo para guiar la reglilla.

Ver la Figura 4.3.2 con ranuras a la izquierda y a la derecha. D&P quiere eliminar las tensiones transversales y mejorar el efecto de flexión. Como D&P y Nestler usan los mismos cuerpos, éstos se

pueden producir económicamente en grandes cantidades.

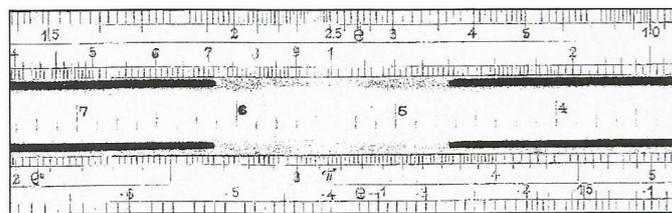


Figura 4.3.2: Canal Ranurado

Según Hans Dennert en HD72, ya en 1890 D&P producía reglas de cálculo con canales ranurados. Esto también está documentado en el catálogo de 1890 de Keuffel & Esser, Nueva York.

4.3.3. DRP 126 499, Placa Flexible

En la segunda mitad del *Período Común*, existe otra patente que da a los cuerpos una base sólida. La DRP 126 499 se emite el 10 de marzo de 1901. La reivindicación es:

Regla de cálculo con laterales de madera y reglilla de madera, caracterizada porque la base que une los laterales es una placa relativamente flexible en el sentido transversal.

Y la descripción de la patente dice:

Una placa de celuloide puede usarse para esto.

No se menciona una placa de metal.

Wilhelm Rees recibe el DRGM 190 019, el 3 de diciembre de 1902, con la descripción:

Regla de cálculo con placa de metal flexible en el canal.

Hasta 1905, D&P solo produjo reglas de cálculo con una placa de celuloide (ver Figura 4.3.3.1) y desde 1905 solo con una placa de metal (ver Figura 4.3.3.2) ¿Se debería este cambio de material al DRGM de Wilhelm Rees?

La Figura 4.3.3.1 muestra el dibujo de la descripción de la patente, una variación sin revestimiento lateral y el diseño en un ejemplar del sistema Frank (ver sección 4.5.2.1, p.68).



Figura 4.3.3.1 a: Regla de cálculo con placa de celuloide



Figura 4.3.3.1b: Regla de cálculo con placa de celuloide



Figura 4.3.3.1 c: Regla de cálculo con placa de celuloide

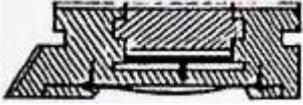


Figura 4.3.3.2: Regla de cálculo con fleje plano

La placa de metal, también llamada fleje plano, se sujeta al cuerpo por medio de tornillos de madera.

Johann Christian Dennert recibió la patente con el número 694 258 por esta innovación en las reglas de cálculo, el 25 de febrero de 1902 en los EE. UU.

4.3.4. DRGM 148 526, La Regla de Cálculo Exponencial

Este modelo de utilidad, DRGM 148 526, es la regla de cálculo exponencial, inventada el 15 de diciembre de 1900 por Wilhelm Schweth, arquitecto del gobierno de Colonia (ver Figura 4.3.4). La descripción es:

Regla de cálculo exponencial, con dos escalas añadidas al diseño habitual en el frontal.

Este diseño de regla de cálculo log-log es la base de la regla de cálculo Electro según Schweth (ver HD78, p.16).

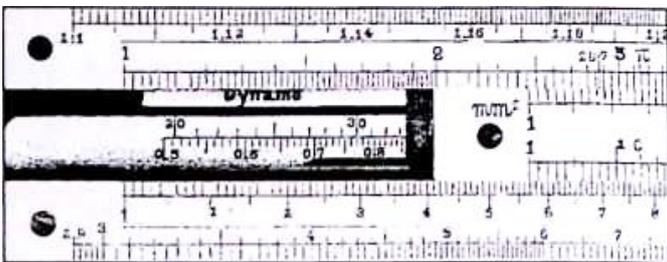


Figura 4.3.4: Regla de cálculo Electro según Schweth

4.3.5. DRGM 192 052, Tornillos de Ajuste

La última innovación se refiere al DRGM 192 052 de 1903. La descripción dice:

Regla de cálculo con guías laterales del cuerpo ajustables y medios de control para cambiar la presión de las guías laterales sobre la reglilla.

Los medios de control son tornillos de ajuste en el lateral. Para una regla de 25 cm se incluyen cinco tornillos. La figura 4.3.5.1 muestra su posición.

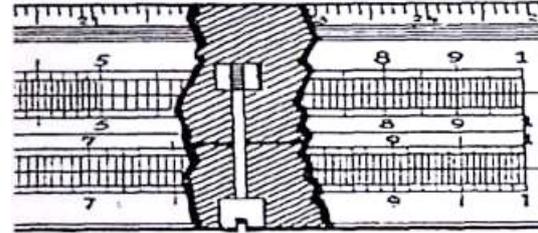


Figura 4.3.5.1: Posición de los tornillos de ajuste

Para ajustar el ancho interior del cuerpo, se ranuran cinco rendijas parcialmente intercaladas en el canal (ver Figura 4.3.5.2). Mediante los tornillos laterales se puede ajustar con precisión la anchura interior y, por tanto, la movilidad de la corredera.

Una de las aplicaciones más conocidas de este DRGM es la regla de cálculo D&P Electro de 1905, probablemente la primera regla de cálculo Electro de un gran fabricante (ver Figura 3.6.1.5, p.35).

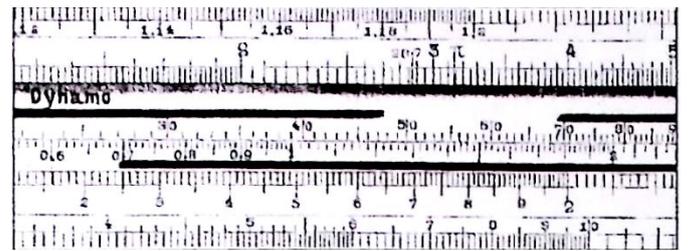


Figura 4.3.5.2: Rendijas intercaladas

Este DRGM es particularmente importante para las reglas de cálculo con una longitud de escala de 50 cm, porque la curvatura longitudinal es más relevante en las reglas de cálculo grandes.

4.3.6. La Regla de Bolsillo Simplex

Hasta 1903, D&P produce reglas de cálculo en solo dos longitudes de escala, 25 cm y 50 cm. Desde el principio Nestler fabrica además reglas de cálculo de bolsillo, con una longitud de escala de 12,5 cm.

Las reglas de cálculo pequeñas son más portables y un resultado de cálculo algo inexacto es aceptable para ciertas aplicaciones. Por esta razón D&P ofrece una regla de cálculo de bolsillo a partir de 1903.

El diseño es más simple (ver Figura 4.3.3.1b) y por lo tanto más económico de fabricar. La reglilla se encuentra entre dos guías encoladas y atornilladas sobre una placa de celuloide.

En 1903 en el *Diario de Topografía* aparece una figura de una regla de cálculo con las letras A, B, C y D en las escalas, y 4 tornillos de alpaca en el frontal (ver Figura 4.3.6.1).

En 1905 en la *Lista de Precios* de D&P aparece una figura similar (4.3.6.2) sin tornillos.

Posteriormente, D&P ofrece una regla de cálculo de bolsillo con remaches (ver Figura 4.3.6.3). D&P ha

respetado así el modelo de utilidad de Nestler para los tornillos de alpaca.

A Nestler también se le entregan cuerpos en blanco de 23 cm con esta estructura. En 1905, esto se traduce en el sistema para Comerciantes de Madera (ver Figura 5.L, p.77). Un último ejemplo de la cooperación entre los dos fabricantes al final del *Período Común*.

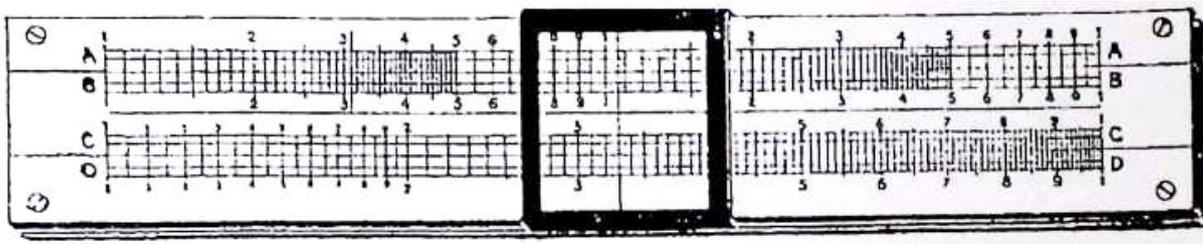


Figura 4.3.6.1: Regla de bolsillo modelo Simplex de 1903 con tornillos. Diario de Topografía.

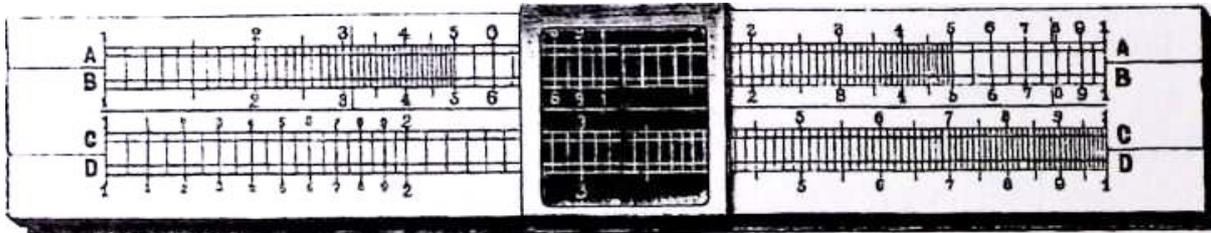


Figura 4.3.6.2: Regla de bolsillo modelo Simplex de 1905 sin tornillos. Lista de Precios de D&P

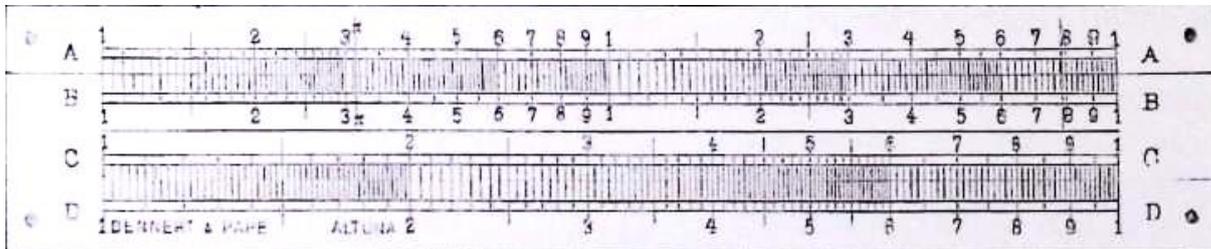


Figura 4.3.6.3: Regla de bolsillo modelo Simplex con remaches. Colección de IJzebrand Schuitema

4.4. El Desarrollo de las Reglas de Cálculo en Nestler

Nestler fabricó reglas Mannheim con madera de boj entre 1880 y 1925. A partir de 1892, también las ofreció con láminas de celuloide, comprando los cuerpos en blanco directamente a D&P. Estos cuerpos en blanco se van mejorando hasta que Nestler obtiene su primera patente y sienta las bases para su propia producción. Esta evolución se describe a continuación paso a paso.

4.4.1. Cuerpos en blanco con cuatro rendijas en el canal

D&P recibe el DRGM 37 191 el 19 de febrero de

1895:

Regla de cálculo con rendijas en el canal del cuerpo para guiar la reglilla.

Como resultado, se mejora la flexión del cuerpo y se reducen las tensiones transversales.

Durante los próximos 10 años Nestler utilizará estos cuerpos en blanco con cuatro rendijas (ver la Figura 4.4.1) como base para futuras mejoras.

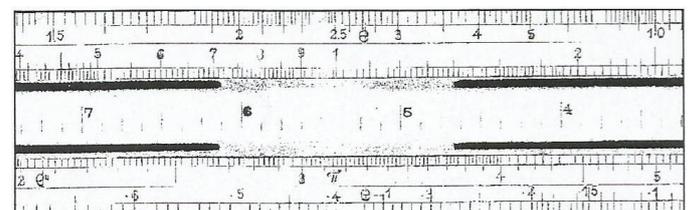


Figura 4.4.1: Regla de cálculo con cuatro rendijas

4.4.2. DRGM 41 294, cobertura a doble cara

Los cuerpos en blanco comprados a D&P son mejorados estructuralmente por Nestler. El 15 de mayo de 1895, Wilhelm Rees, de Friburgo, recibe el DRGM 41 294 por:

Regla de cálculo con cubierta de celuloide en ambas caras del canal.

Esto hace que la flexión del cuerpo sea más estable. Nestler adquiere estos derechos de Rees.

En los primeros años del DRGM, la cobertura trasera del canal tiene el mismo ancho que la superior (ver Figura 4.4.2a). A partir de 1900 ésta ocupa todo el ancho del reverso (ver Figura 4.4.2b). Esta es una característica útil para fechar estas reglas de cálculo.

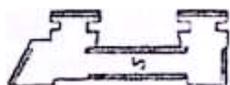


Figura 4.4.2a: Cobertura a doble cara

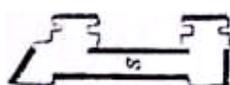


Figura 4.4.2b: Cobertura a doble cara

4.4.3. DRGM 164 885, Tornillos de Alpaca

En 1901, Nestler recibe el DRGM 164 885 por un diseño en la que los extremos de las láminas de celuloide se sujetan con tornillos. El texto reivindica:

Reglas, reglas de cálculo y similares con láminas de celuloide aseguradas mecánicamente mediante tornillos o clavijas para que no se desprendan ni se alteren.

El autor posee un ejemplar Mannheim con el texto *patente pendiente (Patent angemeldet)* en el canal (ver Figura 3.7.4 p.45), pero desconoce cuál o si ésta se concedió alguna vez.

Este DRGM se conoce como de los tornillos de alpaca, pero en realidad es mucho más amplio. Retrasa hasta 1907 el uso en Faber de clavijas de madera para fijar de las láminas de celuloide.

Los tornillos serán el sello distintivo de las reglas de cálculo de Nestler durante los próximos 45 años (ver figura).

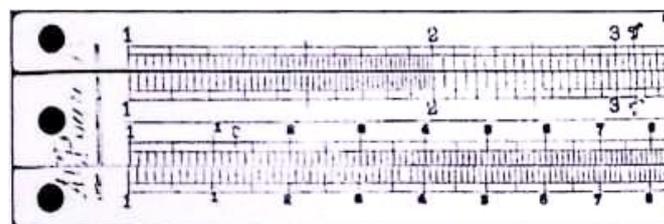


Figura 4.4.3: Regla de cálculo con tornillos de alpaca

4.4.4. DRGM 181 110, Sistema Rietz

El sistema es básicamente el de Mannheim ampliado con una escala cúbica y una de mantisas (ver la Figura 4.4.4) y también se denomina regla de cálculo de cubos. Max Rietz obtiene el DRGM 181 110 en 1902. El texto original dice:

Reglas de cálculo con escalas uniforme (numérica), logarítmica simple, doble y triple en el cuerpo, y escalas logarítmica simple y doble en la reglilla, para lectura directa de logaritmos, cubos y raíces cúbicas.

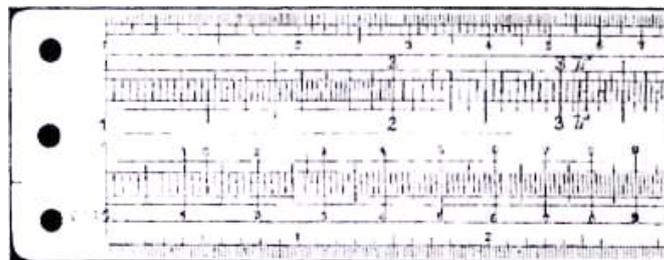


Figura 4.4.4: Regla de cálculo modelo Rietz

4.4.5. DRP 173 660, Placas Flexibles de Goma

En busca de nuevas mejoras en la movilidad de la reglilla, Nestler utilizó caucho y en 1905 recibió el DRP 173 660. El texto dice:

Regla de cálculo, regla o similar con guías que presionan elásticamente la reglilla por la interposición de una placa de goma.

La regla de cálculo se caracteriza porque las guías se fijan a su cuerpo base con la interposición de una placa elástica (c) con el fin de conseguir tanto un ajuste firme de la reglilla sobre su guía como un fácil movimiento (ver figura).



Figura 4.4.5: Regla de cálculo con placas elásticas de goma (c)

4.4.6. Producción Propia

Las reglas de cálculo de Nestler con DRP 173 660 ya no se fabrican a partir de madera maciza, sino que las guías se fijan en el cuerpo base, junto con las placas de goma. Esto supone un método de producción completamente diferente y Nestler inicia su propio camino.

Albert Nestler, el fundador, muere en 1901 y los dos hijos, Richard y Albert jr. toman la iniciativa. El cambio de liderazgo es el comienzo de un período de prosperidad para Nestler: las tres cuartas partes de todas las innovaciones se aplican en solo doce años.

Numerosos pedidos de las autoridades del Reich, la industria y las universidades técnicas son responsables del rápido desarrollo a partir de 1900. Entre 1901 y 1905, los ingresos comerciales gravados se triplicaron. Así, Nestler puede financiar su propia producción. En 1905 se construye otro edificio de producción de tres plantas. También en Dennert & Pape se producen cambios de dirección en 1904: Richard y Jean Dennert, hijos de Johann Christian, se convierten en socios. En 1908 Johann Christian se retira de la dirección.

Dennert & Pape abre nuevos caminos con la DRP 126 499 (placa flexible) (ver la sección 4.3.3).

Por lo tanto, el *Período Común* llega a su fin.

4.5. Cooperación en Europa

La experiencia de D&P y Nestler demuestra ser complementaria. Juntos pueden suministrar con éxito a otras empresas, como Ahrend. En el *Período Común* D&P y Nestler colaboran en el desarrollo y producción de reglas de cálculo.

Además, se revisan los sistemas de Frank y Perry porque hay nueva información y el libro de Nestler (AN04) con las descripciones detalladas está (casi) agotado.

4.5.1. Reglas de cálculo de Ahrend

Las reglas de cálculo de esta sección son resultado de la colaboración entre Dennert & Pape y Albert Nestler. Dado que Ahrend es el cliente, en lo sucesivo se denominan reglas de cálculo de Ahrend. Una revisión de estas reglas de cálculo es muy

instructiva.

Ahrend es una empresa comercial holandesa de utensilios de aritmética y de dibujo, fundada en 1896 por Jacobus Ahrend. Cuando se presenta en la Cámara de Comercio de Amsterdam, dice que viene en nombre de su madre, que es viuda. Desde el principio, la empresa se llamó Weduwe (viuda) Ahrend.

Dos días después, Jacobus le dice a su madre:

Hemos creado una empresa comercial; Solo tienes que pagar los sellos.

La empresa todavía existe hoy.

En la biografía de Ahrend se describe que la empresa ya ofreció rekenstokken (reglas de cálculo) de Nestler en 1897. El autor tiene dos ejemplares de este período. El cuerpo en blanco para estas reglas de cálculo fue claramente fabricado por Dennert & Pape. Esto se puede reconocer en:

- cursor con la guía superior ancha,
- pista ancha en el cuerpo para el cursor,
- regla de medida de 26 cm en la cara biselada,
- ventana de lectura trasera biselada,
- ausencia de lámina de celuloide en el reverso del cuerpo, y
- marcas especiales (ver sección 3.6.4, p.38) en el reverso de la reglilla.

Dennert & Pape entregó estos cuerpos en blanco a Nestler, y ellos:

- tallan las escalas en el frontal,
- añaden la marca π y los tornillos de fijación.

De esta forma las reglas de cálculo consiguen un aspecto más moderno.

Ahrend elimina los logotipos de los fabricantes y el número de DRGM. Con esto, el cliente compra una regla de cálculo de Ahrend. A principios de 1900, una empresa comercial local está más cerca del cliente holandés que un fabricante extranjero. En el canal (ver figuras) pone:

- HOLLANDIA-REKENSTOK
- WED. J. AHREND & ZOON, ÁMSTERDAM

Esto es lo que ambas reglas de cálculo tienen en común, pero también hay diferencias notables.

La regla de cálculo más antigua (ver las imágenes 4.5.1.2 a 4.5.1.4) está firmada por el antiguo propietario A.C. POUWELS. El reverso muestra una ranura en V de 3 mm de profundidad para dar flexibilidad, un detalle útil para la datación de las reglas de cálculo de D&P. Por tanto, es muy probable que el cuerpo en blanco se produjera entre 1888 y 1890. La numeración está troquelada a mano: los dígitos tienen una profundidad desigual y no siempre están bien centrados. Lleva tornillos de alpaca, que no se oxidan, de 2 x 5.

La regla de cálculo más nueva (ver las figuras 4.5.1.5 a 4.5.1.7) tiene 2 x 2 ranuras apenas visibles en el canal. En el reverso hay una tira de papel con texto

en holandés. Los números están grabados y colocados centrados. Los extremos del frontal del cuerpo no están redondeados, lo que le da un aspecto moderno. El cuerpo en blanco probablemente se fabricó después de 1890. Lleva tornillos de acero, que pueden oxidarse, de 2 x 3.

Si se miran ambas reglas de cálculo de Ahrend por detrás (incluida la reglilla), inmediatamente se piensa en Dennert & Pape; pero si se miran de frente se piensa en Nestler. Ahrend las ofreció como reglas de cálculo de Nestler. Estas reglas de cálculo son excelentes ejemplos de cooperación entre los dos fabricantes.

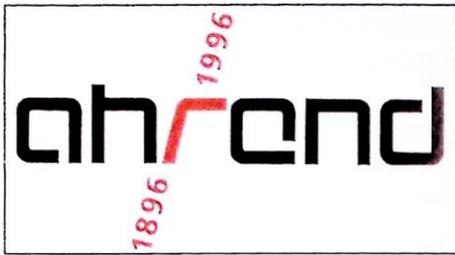


Figura 4.5.1.1: logo de Ahrend

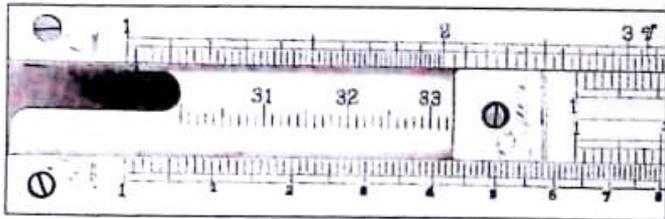


Figura 4.5.1.2: Frontal de la regla de cálculo Ahrend vieja

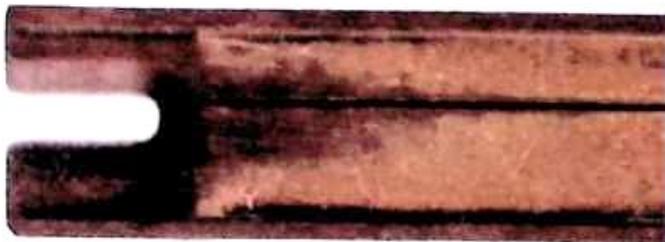


Figura 4.5.1.3: Reverso de la regla de cálculo Ahrend vieja

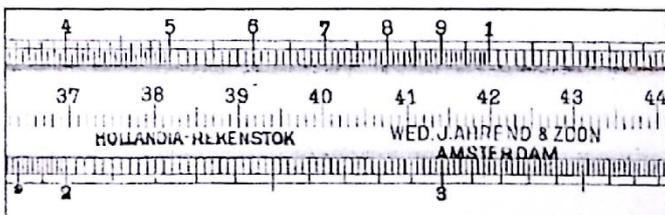


Figura 4.5.1.4: Canal de la regla de cálculo Ahrend vieja

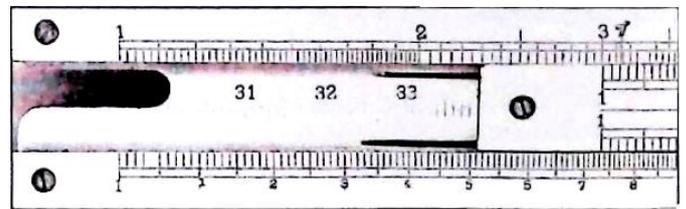


Figura 4.5.1.5: Frontal de la regla de cálculo Ahrend nueva



Figura 4.5.1.6: Reverso de la regla de cálculo Ahrend nueva

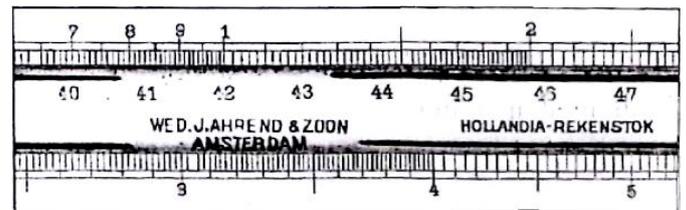


Figure 4.5.1.7: Canal de la regla de cálculo Ahrend nueva

4.5.2. El Sistema Frank

Wilhelm (Friedrich) Frank nace en Stuttgart en 1876 y muere allí en 1963. Vive toda su vida en Neckarstraße 241. Frank estudia construcción en la Real Universidad Técnica de Stuttgart. Allí, en 1901, fue el primer doctorando de la Universidad Técnica de Stuttgart en recibir la dignidad de Doctor en Ingeniería.

En 1902, Frank recibe la patente suiza 26 145 por su regla de cálculo, que difería *en la forma en que estaba logarítmicamente dividida*. La patente menciona como ventajas *una mayor precisión y lectura directa de los valores recíprocos*.

En el mismo año, Frank recibe el DRGM 173 095 por una regla de cálculo con una escala invertida (recíproca), en la que las escalas logarítmicas se dividen en segmentos separados.

El 27 de abril de 1907, 40 días antes del final del período de protección, este DRGM fue transferido a la empresa Albert Martz (ver AN04, p. 25). El autor desconoce el motivo.

El sistema Frank consiste en un par de escalas de una década, de longitud 500 mm, divididas por la mitad. Por lo tanto, las reglas de cálculo de este sistema se denominan de escala única (ver Figura 4.5.2.1).

Con 25 cm, la precisión corresponde a la de una regla de cálculo dos veces más larga. Hammer dice que ha determinado un error medio de alrededor de $\pm 1/3000$ para multiplicaciones o divisiones simples.

A partir de 1908, el sistema Frank fue fabricado por Dennert & Pape (también llamado DUPA) y ofrecido como modelo 11. Hans Dennert, en una carta al autor en 1998, explica que este modelo es raro y poco práctico:

Con la DUPA No. 11 ha añadido a su colección una regla de cálculo que probablemente no se fabricó en grandes cantidades. Con la llamada regla de cálculo de escala larga, el objetivo era conseguir el mismo número de dígitos en una regla de cálculo de 25 cm de longitud que en una de 50 cm, utilizando las escalas cortadas en $\sqrt{10}$.

De las instrucciones se puede ver la forma algo engorrosa de trabajar. No prevaleció por el esfuerzo que suponía en relación con el

resultado alcanzado. Ya en 1935 no había más modelos de este tipo en el programa DUPA y en 1936 no se incluía ninguno en el programa ARISTO.

Hay tres modelos del sistema Frank y las versiones posteriores, que se pueden clasificar mejor según las fechas de origen de su diseño:

- 1902, primer modelo, según el DRGM 173 095, a nombre de Wilhelm Frank,
- 1907, segundo modelo, según el DRGM 314 734, a nombre de la empresa Albert Martz,
- 1908, tercer modelo, según el DRGM 354 529, a nombre de la empresa D&P.

Es probable que Albert Martz sea el fabricante del primer modelo. Martz tenía experiencia trabajando con D&P antes de 1900. El segundo modelo lo proporciona el Dr. Frank, aunque Frank no es el titular del segundo DRGM. ¿Fue ese un acuerdo entre la compañía Martz y Wilhelm Frank?

Como el tercer modelo se ofreció después de la Primera Guerra Mundial, el período de protección de el DRGM 314 734 había expirado hacía mucho tiempo. Como propietaria del DRGM, la empresa es, por supuesto, la comercializadora. El modelo 3 solo lo ofrece D&P a partir de 1909.

Los tres modelos del sistema Frank muestran la misma escala en el frontal. La diferencia radica en la escala en la parte posterior de la reglilla (ver AN04, p.27).

- El primer modelo tiene una escala de mantisas,
- El segundo modelo tiene dos escalas: x y x^3 ,
- El tercer modelo tiene escalas para los recíprocos de cuadrados y cubos.

La regla de cálculo hecha por Albert Martz muestra el logotipo de la compañía Martz en el canal (ver Fig. 4.5.2.4).

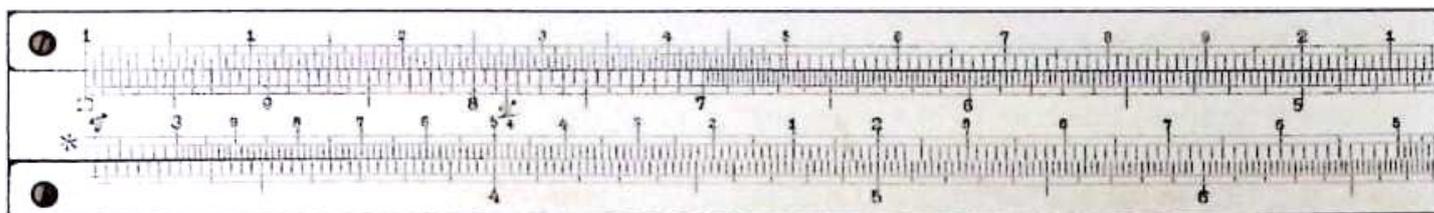


Figura 4.5.2.1.L: Parte izquierda de un ejemplar Frank, según el primer modelo

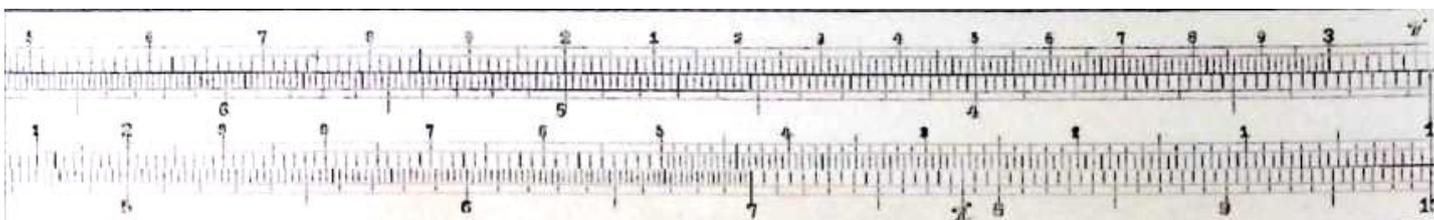


Figura 4.5.2.1. R: Parte derecha de un ejemplar Frank, según el primer modelo

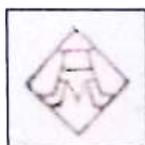
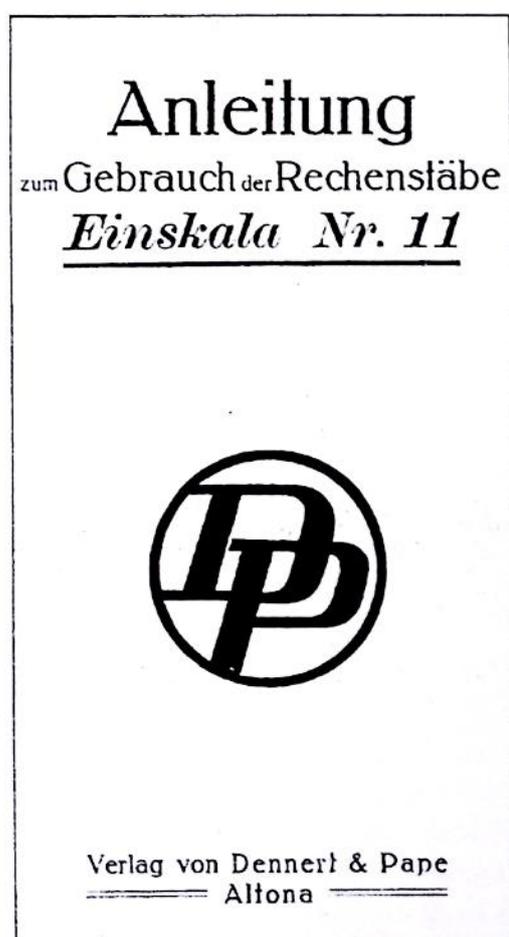


Figura 4.5.2.3: Instrucciones para el modelo Frank

Figura 4.5.2.4: Logo de Albert Martz

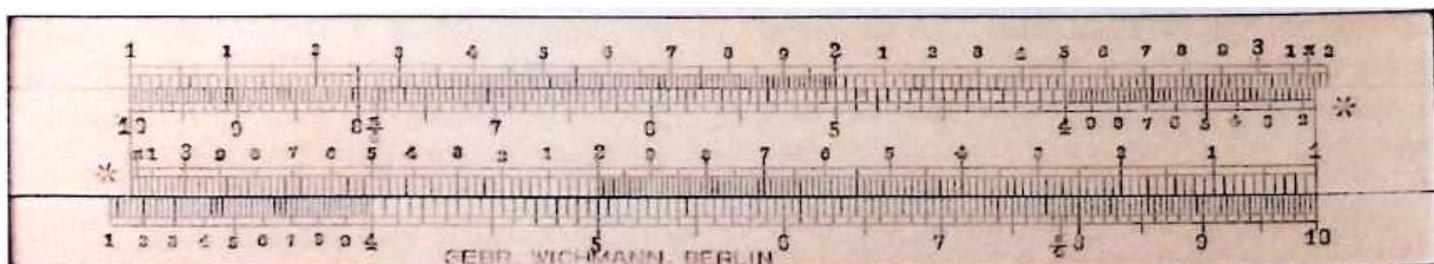


Figura 4.5.2.5: Ejemplar Frank, según el tercer modelo

4.5.3. El Sistema Perry

El médico inglés Peter Roget (1779 - 1869) inventó la doble escala logarítmica o log-log en 1814. Su invento fue olvidado; sin embargo, el sistema log-log fue reinventado en 1901 por el matemático inglés Perry.

John Perry nació en Garvagh, Irlanda del Norte, en 1850 y murió en 1920. Trabajó como asistente de Lord Kelvin en la Universidad de Glasgow y luego se convirtió en profesor de mecánica y matemáticas en el Royal College of Science de Londres.



Figura 4.5.3.1: John Perry

En 1896, se publicó la primera edición del conocido libro de Perry *The Calculus for Engineers*.

En 1901 recibió la patente británica 23 236 por este invento. La regla de cálculo es fabricada por Nestler y más tarde se ofrece como la regla de cálculo de Perry (ver AN04, sección 4.5.5 Fabricación y venta, p.31, para una discusión de la posición de Thornton, de Manchester).

Perry escribe en la descripción de su patente:

Mi invención se refiere a reglas de cálculo del tipo Gravet y está diseñada para aumentar la utilidad de tales reglas. La regla de cálculo ordinaria está provista de cuatro escalas comúnmente conocidas como A, B, C y D.

El dibujo del prototipo de Perry (ver Figura 4.5.3.2) muestra un sistema Mannheim modificado, donde la escala D es una escala log-log. El propio Perry afirma en la memoria descriptiva de la patente que la escala logarítmica se puede dividir en dos secciones.

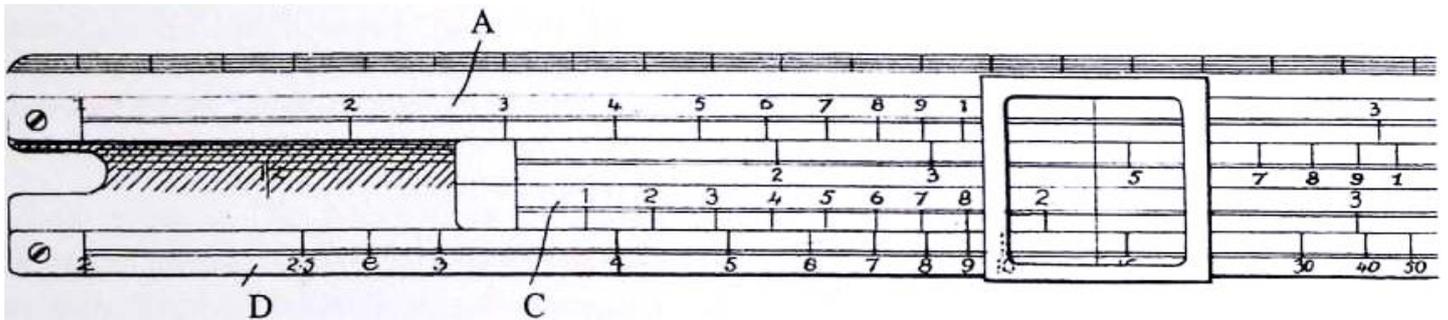


Figura 4.5.3.2.L: Parte izquierda del dibujo del prototipo de Perry

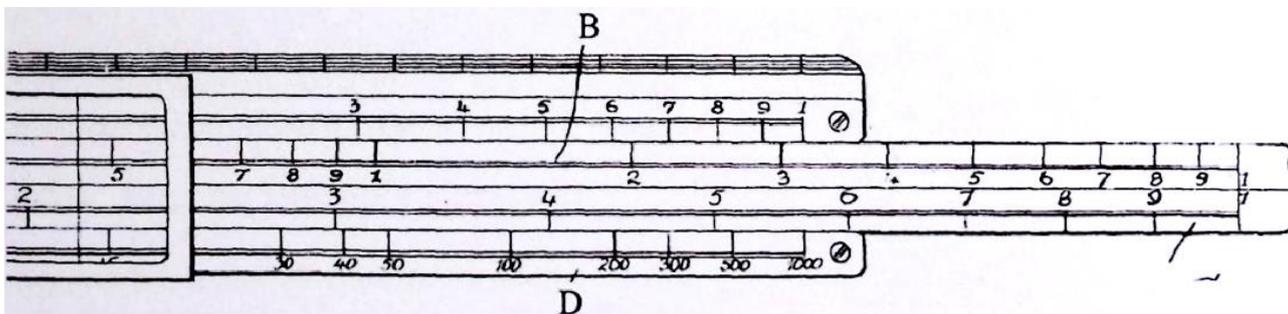


Figura 4.5.3.2.R: Parte derecha del dibujo del prototipo de Perry

En el sistema Perry de Nestler, este diseño se implementa de esta manera, con los segmentos de la escala logarítmica incluidos además de las cuatro escalas de Mannheim (ver Figura 4.5.3.3.L).

La adición consta de una escala para potencias en la

parte superior (de 1,1 a 0,95) y una escala para potencias en la parte inferior (de 0,95 a 10^4).

El sistema permite calcular potencias y raíces con cualquier exponente entero y fraccionario, positivo o negativo, con solo un ajuste de la reglilla.

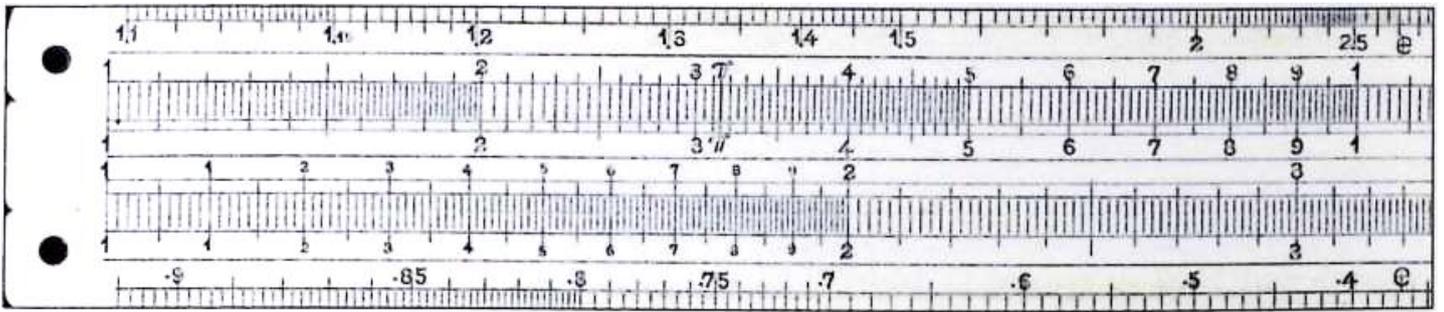


Figura 4.5.33.L: Parte izquierda de un ejemplar Perry de Nestler. Colección de David Rance

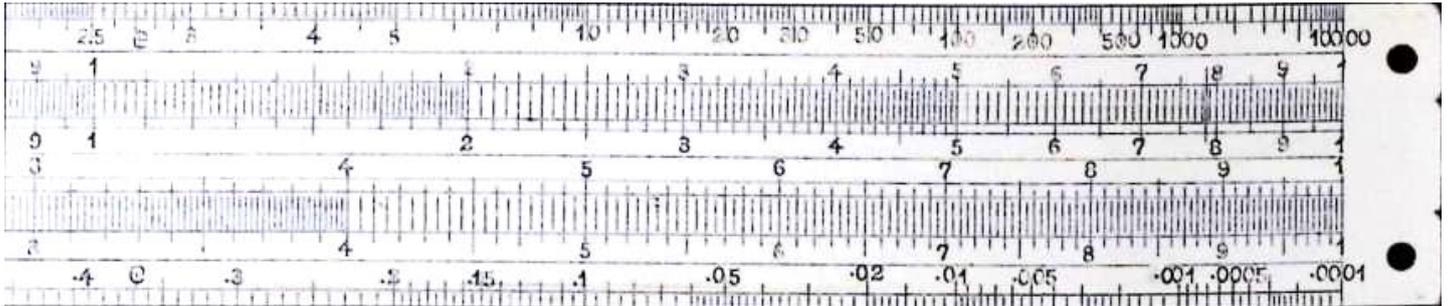


Figura 4.5.33.R: Parte izquierda de un ejemplar Perry de Nestler. Colección de David Rance



Figura 4.5.3.4: Ejemplar Perry con el texto *D.R. Patent 173 660*

La Figura 4.5.3.4 muestra el canal en un ejemplar Perry. Las cuatro rendijas prueban que la regla de cálculo fue hecha por D&P (ver sección 4.3.2, p.60). El número de patente de Nestler (ver Sección 4.4.5, p.64), el signo pi y las marcas rho prueban que Nestler grabó las escalas.

Las reglas de cálculo de Perry son muy raras. Aparte del que está en el Museo de Ciencias de Londres, el autor solo conoce otros cuatro propietarios:

Ray Hems, Thatcham, Inglaterra

Hans Kordetzky, Cham, Suiza

David Rance, Sassenheim, Países Bajos

Werner Rudowski, Bochum, Alemania

el autor, Soest, Países Bajos

En las reglas de cálculo de Werner Rudowski y Hans Kordetzky se encuentra el número DRP 173 660 de

1905. En base a esta información, es poco probable que se fabricaran modelos Perry antes de 1906. Por lo tanto, Nestler había respetado el DRGM de Schweth de 1900.

Con la excepción del último ejemplar, todas las reglas de cálculo se vendieron en Inglaterra. Esto indicaría que va a ser difícil que un coleccionista encuentre un ejemplar Perry en Alemania. El sistema log-log de Nestler se mantuvo sin cambios hasta 1934, cuando las funciones exponenciales fueron asumidas por el nuevo sistema de Darmstadt.

4.6. Cooperación en los EE.UU.

Esta sección es un resumen de las secciones 4.1, 4.2 y 4.4 del segundo libro de Nestler, AN04, que está casi agotado. Este extracto se amplía con la información más reciente sobre la cooperación en los EE. UU.

Las capacidades de Dennert & Pape y Nestler demuestran ser globales y complementarias. Juntos pueden apoyar con éxito a otras empresas. Durante el período conjunto, D&P y Nestler también trabajaron juntos en los EE. UU. en el desarrollo y producción de reglas de cálculo. D&P suministra cuerpos en blanco; Nestler aplica escalas especiales.

En los EE. UU., las reglas de cálculo especiales son principalmente aquellas que incluyen escalas especiales, bien para muestras o para pequeñas series. Los fabricantes las pueden usar para desarrollar aún más sus prototipos; los comerciantes pueden así explorar el mercado. Se trata de regiones comerciales que están lejos de Alemania.

Las historias de las empresas de Dietzgen y Keuffel & Esser se presentan a continuación.

Se explican brevemente dos sistemas ofrecidos por Dietzgen: Rosenthal y Mack.

En el período conjunto, Keuffel & Esser ofrece reglas de cálculo de D&P y Nestler. Ambos hacen reglas de cálculo especiales para el mercado estadounidense.

4.6.1. La Compañía Eugene Dietzgen

Eugene Dietzgen nace en 1862 en Siegburg, a 20 km de Colonia, y muere en Chicago en 1929. Emigra a los Estados Unidos en 1878. Poco después de llegar a Nueva York, empieza a trabajar para Keuffel & Esser. Esto le pone en contacto con Otto Lühring. En 1891, Dietzgen compra las acciones de su socio Lühring y funda la compañía Eugene Dietzgen. A partir de 1904 se comercializan las primeras reglas de cálculo. Algunos modelos son muy inusuales.

4.6.1.1. El sistema Rosenthal

Leon Walther Rosenthal, de Nueva York, es el

inventor de una regla de cálculo con la que se pueden multiplicar tres números con un solo ajuste. En 1904 recibió la patente estadounidense 767 170. La regla de cálculo es como una Mannheim pero con una escala B especial. La mitad izquierda de la escala B está invertida (recíproca), también conocida como escala Br (ver Figura 4.6.1.1.L).

El texto en el canal (ver Figura 4.6.1.1.1) es difícil de ver y dice:

Arriba: EUGENE DIETZGEN

Medio: R.D.PATENT NO 173 660 PAT. AUG 9, 1904

Abajo: CHICAGO NEW YORK

Las rendijas prueban que el cuerpo en blanco está hecho por D&P. La patente alemana número 173 660 de 1905 (placas flexibles de goma) prueba que Nestler ha modificado el cuerpo; los tornillos de alpaca también indican lo mismo. En ese momento la escala Br invertida en la mitad izquierda solo puede ser grabada automáticamente por Nestler.

Hay tres razones para creer que es un prototipo:

- Falta el número de modelo,
- Falta un signo π , aunque la línea de $\frac{1}{4} \pi$ está presente en la escala B,
- La numeración de la escala de senos (ver Figura 4.6.1.1.2) comienza en segundos (40, 50) y luego debería cambiar a un minuto. Pero esa marca muestra un 10 en lugar de un 1 (ver Figura 3.7.1.3.L, p.41).

La Figura 4.6.1.1.5 muestra el sistema Rosenthal tal como se ofreció como modelo 1726A. La numeración es muy detallada, las especificaciones de la patente y de la empresa se encuentran en la parte frontal de la regla de cálculo, y el signo π se encuentra en la parte izquierda de la escala A y en las partes izquierda y derecha de la escala B.

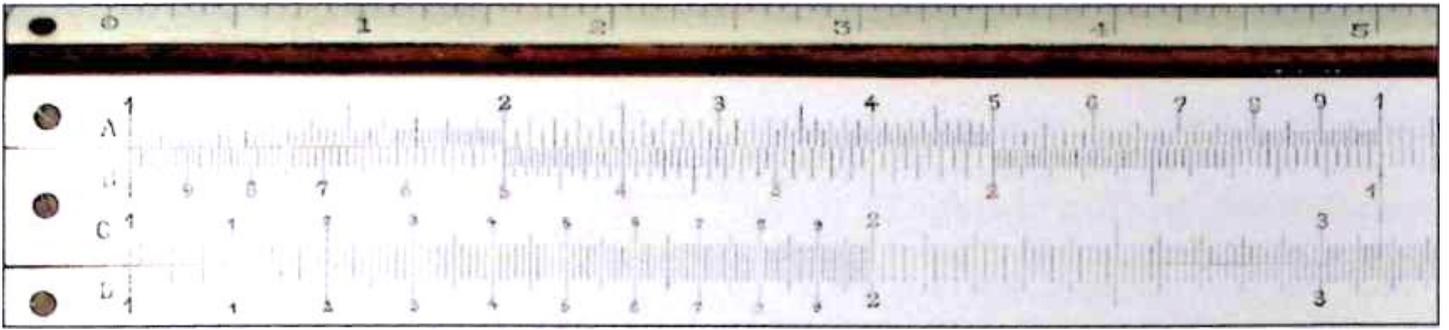


Figura 4.6.1.1.L: Parte izquierda del frontal de un ejemplar Rosenthal de Dietzgen (prototipo). Colección de Otto van Poelje

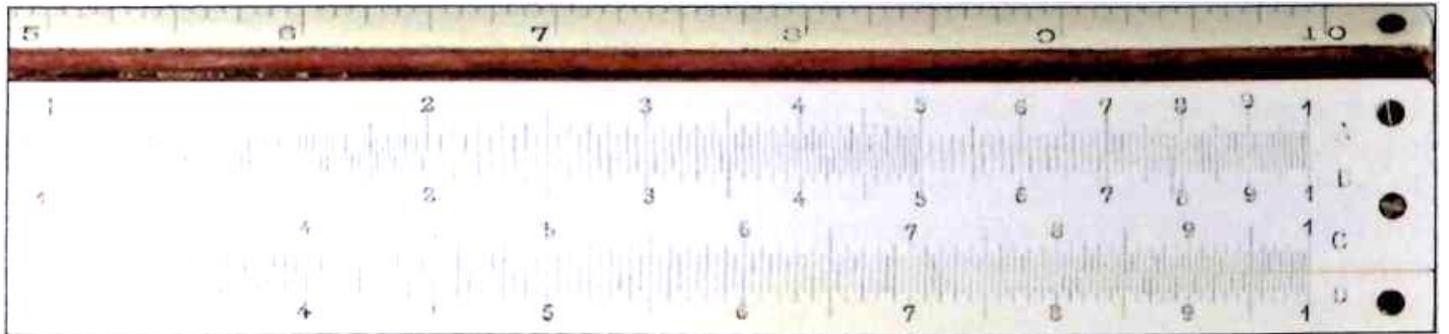


Figura 4.6.1.1.R: Parte derecha del frontal de un ejemplar Rosenthal de Dietzgen (prototipo). Colección de Otto van Poelje



Figura 4.6.1.1.1: Canal del ejemplar Rosenthal (prototipo)

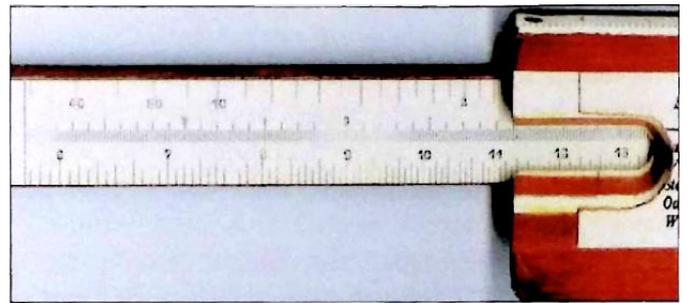


Figura 4.6.1.1.2: reverso del ejemplar Rosenthal (prototipo)

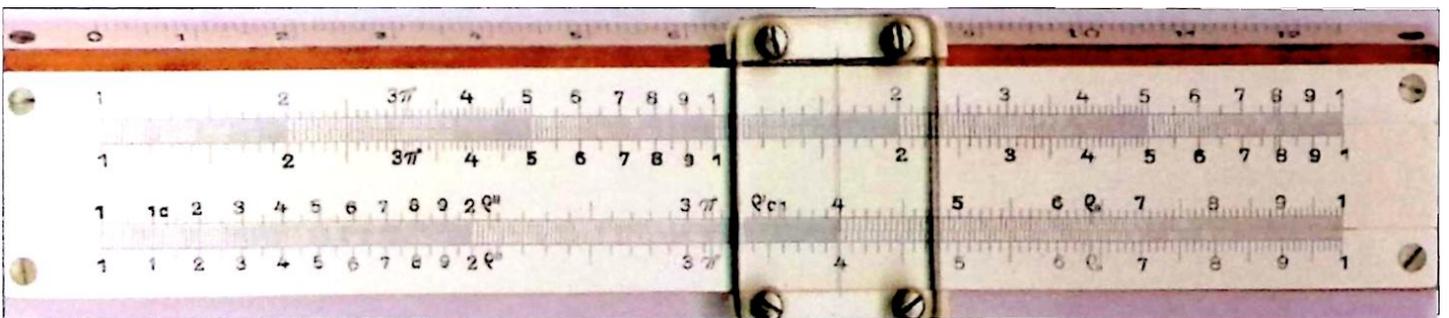


Figura 4.6.1.1.3: Frontal de un ejemplar Mannheim de Keuffel & Esser, modelo 4031. Colección de Jim Cerny

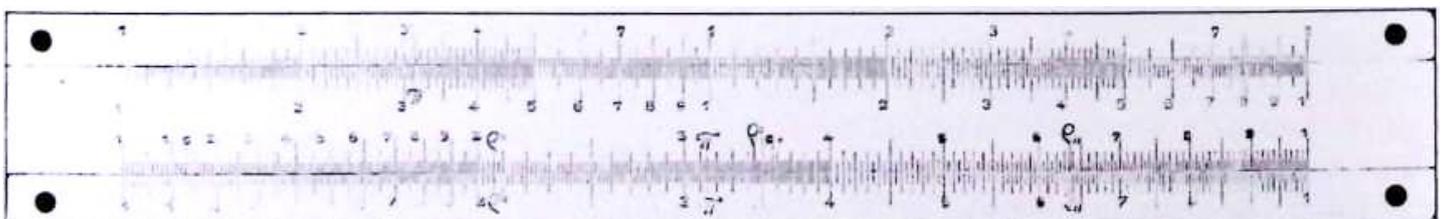


Figura 4.6.1.1.4: Regla de cálculo Mannheim de Nestler (con divisiones finas), modelo 12a

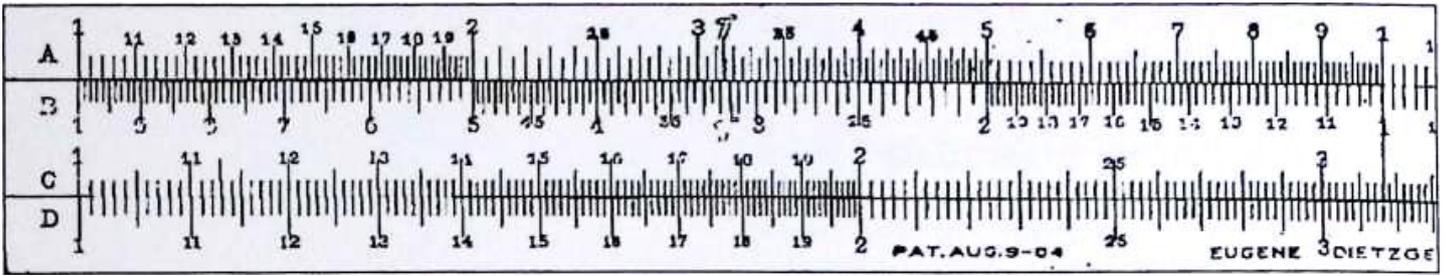


Figura 4.6.1.1.5.L: Parte izquierda del frontal de un ejemplar Rosenthal de Dietzgen. Colección de Rodger Shepherd

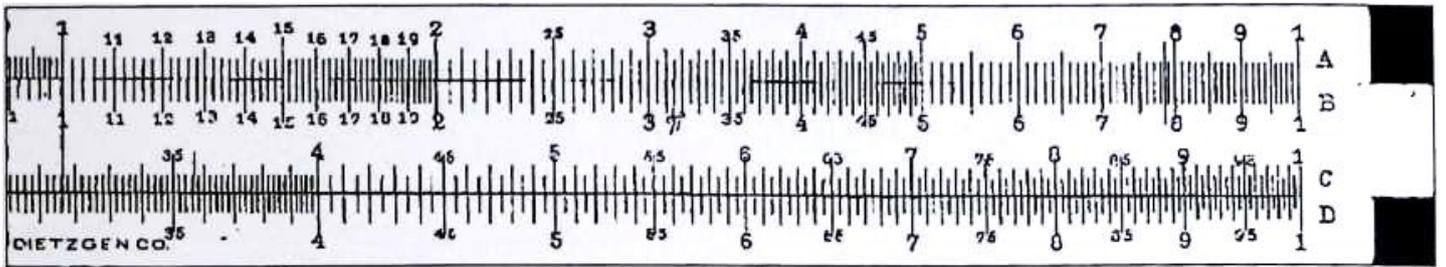


Figura 4.6.1.1.5.R: Parte derecha del frontal de un ejemplar Rosenthal de Dietzgen. Colección de Rodger Shepherd

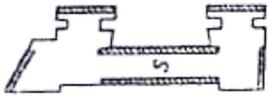


Figura 4.6.1.1.6: Sección de la regla de cálculo modelo 12a de Nestler (S es el canal).

4.6.1.2. El Sistema Mack

John Givan Davis Mack, Madison, EE. UU., es el inventor de unas mejoras en el diseño de las reglas de cálculo para garantizar que la reglilla se ajuste perfectamente.

Con este objetivo, muelles en espiral se estiran en el cuerpo y se fijan con dos clavos pequeños. También hay tres pines de conexión para evitar que la regla pandee.

En 1898 recibió la patente alemana 102 599 y en el mismo año la patente estadounidense 606 388. Reivindica una mejora estructural del cuerpo, que asegura que la reglilla se ajusta perfectamente.



Figura 4.6.1.2.1: Sección de la regla de cálculo Mack con muelle (G).

La regla de cálculo se compone de dos partes longitudinales. La línea divisoria es claramente visible en la Figura 4.6.1.2.2. En el canal lleva el nombre de Eugene Dietzgen abreviado con las letras E.D.

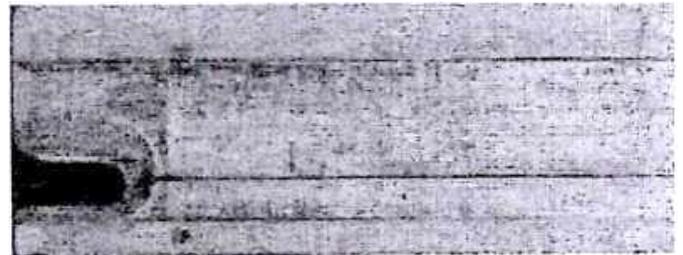


Figura 4.6.1.2.2: Reverso de la regla Mack

La estructura de Mack es difícil de detectar a menos que la reglilla vaya muy dura. En la parte posterior, sin embargo, hay dos detalles distintivos: la línea divisoria y los clavos de fijación, cada uno a unos 2 cm de los extremos izquierdo y derecho del cuerpo.

4.6.2. Keuffel & Esser, Nueva Jersey

Keuffel & Esser es el mayor fabricante estadounidense de reglas de cálculo. Los fundadores son Wilhelm Keuffel 1838 (Walbeck, Turingia) - 1908 (Hoboken, Nueva Jersey) y Herman Esser 1845 (Wuppertal) - 1908 (Bad Godesberg am Rhein). K&E comienza en 1867 como una empresa de pedidos por correspondencia, con artículos para dibujo artístico y técnico. A partir de 1886 importan reglas de cálculo de D&P.

En el período 1895 a 1899 comienza una producción propia, que se prolonga hasta 1972.

4.6.2.1. Las Reglas de Cálculo de Bolsillo

A partir de 1899, K&E ofreció pequeñas reglas de cálculo. D&P no tuvo reglas de cálculo de bolsillo en su propio catálogo hasta 1905. En el período de 1899 a 1905, los cuerpos en blanco se obtienen inicialmente de Nestler y más tarde D&P los fabrica en nombre de K&E. En ambos casos, Nestler divide las escalas. Hay cuatro razones para esta afirmación (ver Figura 4.6.1.1.3):

- El símbolo π típico de Nestler se puede ver en cuatro lugares,
- En este período los símbolos ζ eran de uso común en los modelos Mannheim de Nestler,
- La división fina de las escalas solo la ofrece Nestler, y
- Solo Nestler suministra reglas de cálculo de esa longitud desde 1878.

El cuerpo del modelo 4031 de K&E tiene un diseño especial (ver Figura 4.6.2.1). Corresponde a la patente estadounidense, 651 142, de W.L.E. Keuffel del 5 de junio de 1900, para la fijación de las partes del cuerpo mediante tornillos por debajo. Por lo tanto, se puede ajustar a posteriori la holgura entre la reglilla y el cuerpo, y por tanto su precisión.



Figura 4.6.2.1: Sección de la regla de cálculo K&E

Cuando no haya tales tornillos de ajuste y la regla de cálculo no lleve el nombre de Keuffel & Esser, es probable que el espécimen date del período anterior a 1900. Un coleccionista estadounidense, Jim Cerny, tiene una regla de cálculo de bolsillo modelo 4031 de Keuffel & Esser con dicha configuración de escalas (ver Figura 4.6.1.1.3), y una sección de cuerpo convencional.

La regla de cálculo lleva el número de modelo 12a de Nestler.

5. Materiales, Calidad y Durabilidad en las de Reglas de Cálculo

Hasta 1885, las reglas de cálculo se fabricaban con madera de boj. Este año D&P obtiene el DRP 34 585 para la regla invariable con láminas extremadamente finas de celuloide para grabar las graduaciones. D&P usa caoba para estas reglas.

El autor debe su conocimiento sobre la construcción y los materiales de las reglas de cálculo a los autores de los siguientes libros:

- Hans Dennert; *Aristo, 1862-1962*; Aristo-Werke KG, Hamburgo-Altona, 1962,
- Dieter von Jezierski, *Rechenschieber - eine Dokumentation*, autoeditado, Stein, Alemania, 1997,
- Albert Nestler, *La regla de cálculo logarítmica y su uso*, publicado por Albert Nestler, Lahr, 1904.

El camino de la madera desde el árbol hasta la regla de cálculo es largo. Dieter von Jezierski lo resume de la siguiente manera:

Entregada en troncos sin tratar, se corta en tablones y, después de un largo tratamiento con vapor, se seca al aire durante unos dos años. Luego pasa por otra cámara de secado con un control preciso de la humedad. La madera pretratada de esta manera se fresa para darle las dimensiones y los perfiles de cada parte de la regla de cálculo, a saber, el cuerpo y la reglilla. Luego, tras un tratamiento para aumentar la rugosidad de las superficies, se pegan las láminas de celuloide blanco sobre los cuerpos.

Los fabricantes de reglas de cálculo dependen mucho de sus maderas. Hans Dennert menciona esto:

En 1913 un incendio destruye algunos talleres y todo el almacén de madera para la producción de reglas y reglas de cálculo. Los talleres se pueden reconstruir mejores y más grandes, pero la madera de caoba que se ha ido cuidando a lo largo de los años es insustituible. Como resultado, la fabricación de reglas de cálculo y escalas se interrumpe significativamente.

Para ser independiente de los proveedores, en 1913 Nestler integra la gestión de la madera y agrega un aserradero a la empresa. Ya en 1905, Nestler ofrecía

una regla de cálculo para Comerciantes de Madera (ver la Figura 5.L). La regla de cálculo es una ayuda sencilla y práctica para los cálculos durante todo el procesado de la madera y se utiliza en tasaciones, compras y subastas de madera, y también en los cálculos tanto con troncos como con madera ya procesada (ver también la Sección 6.11 *Regla de Carpintero*, p. 98).

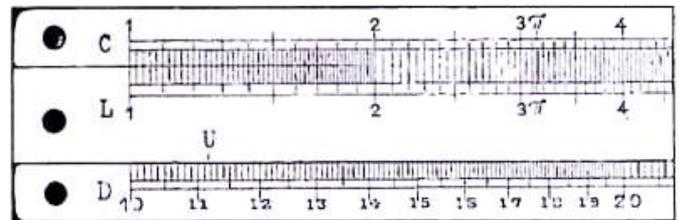


Figura 5.L: Parte izquierda de un ejemplar para Comerciantes de Madera de Nestler

- La escala L, 1-10, se utiliza para indicar la longitud de la madera,
- la escala D, 1-100, se usa para la circunferencia o el diámetro,
- la escala C, 1-10, da la cubicación y
- se usa la marca U si se usa la circunferencia, o la del símbolo \emptyset si se usa el diámetro.

El sistema para Comerciantes de Madera es estructuralmente muy simple. La reglilla se encuentra entre dos guías encoladas y atornilladas sobre una placa de celuloide. La longitud de 20 cm de la escala es inusual. Este modelo es el segundo que usa la DRP 126 499 de D&P (ver figura 4.3.3.1b, p.61).

5.1. Los requisitos para las Reglas de Cálculo

La calidad de las reglas de cálculo se refiere a:

- Estabilidad, sin doblarse ni torcerse
- Facilidad de movimiento, con un deslizamiento suave pero firme
- Exactitud en la división precisa

Las reglas de cálculo francesas, como los sistemas Soho y Mannheim, están hechas de madera de boj. Esta madera tiene dos inconvenientes: el boj es caro y se vuelve marrón oscuro cuando se expone a la luz,

lo que dificulta la legibilidad de las escalas.

D&P resuelve este problema aplicando celuloide a cuerpos de caoba. La caoba es una madera porosa que asegura un buen encolado (ver apartado 5.5 Encolado).

Nestler estudió tres maderas: boj, caoba y nogal. El coeficiente de expansión térmica es pequeño para todos. Con una diferencia de temperatura de 35 °C, los cambios son muy pequeños y menos perceptibles porque la diferencia de temperatura indicada es muy grande y semejante salto nunca ocurre repentinamente (consulte la Sección 5.3 Materiales).

De hecho, debido a la mayor expansión térmica del celuloide, puede ser necesaria madera con un mayor coeficiente de expansión térmica para la buena estabilidad de la regla de cálculo.

De lo dicho queda claro que para la selección de un material para la fabricación de reglas de cálculo otras propiedades son más importantes que el coeficiente de expansión térmica. Por ejemplo, la legibilidad de las graduaciones en celuloide.

Desafortunadamente, el celuloide está sujeto a cambios bastante severos debido a los cambios de temperatura. El encogimiento y la expansión de las láminas de celuloide es particularmente perceptible en la dirección transversal a la regla de cálculo.

Como resultado, el ancho de la abertura para la reglilla varía, no solo debido a la variabilidad de las propias láminas en sí, sino también debido a la flexión resultante en la estructura transversal de la regla de cálculo.

Debido a esto, el deslizamiento de la reglilla será o demasiado flojo o tan duro que impedirá el uso cómodo de la regla de cálculo.

5.2. El Pegado del Canal

Una innovación muy efectiva es el encolado de las dos caras del canal, por el cual Wilhelm Rees recibió el DRGM 41 294 en 1895 (ver Figura 5.2). La figura 5.2a muestra el encolado simétrico de las dos caras con láminas de celuloide.

La aplicación unilateral muestra el problema de la flexión transversal en las figuras 5.2b y 5.2c, porque en el celuloide actúan fuerzas mayores que en la base de madera. Sin embargo, si el canal tiene láminas pegadas a ambos lados, como se muestra en la Figura 5.2a, las fuerzas en las láminas de celuloide se cancelan y la estructura permanece equilibrada.

Al mismo tiempo, todas las mejoras tienen como objetivo obtener una relación precio-rendimiento favorable, para así ampliar el número de clientes.



Figura 5.2a: Laminado del canal

Figura 5.2b: Laminado del canal

Figura 5.2c: Laminado del canal

5.3. Los Materiales

Los fabricantes utilizan diferentes materiales en la producción de reglas de cálculo. Los materiales más utilizados son el boj, la caoba, el nogal y el celuloide. El peral, muy común en Faber, es usado con menos frecuencia por D&P y Nestler.

5.3.1. Boj

El boj crece en la región mediterránea y alcanza una altura de 6 a 8 m. Se suele suministrar en pequeños troncos, de 10 a 20 cm de largo. La densidad es de 1000 kg/m³. El boj se parece más a un arbusto que a un árbol. Es por eso que la madera es todavía rara y cara hoy en día. El color es amarillento con un tinte marrón o verdoso. La exposición a la luz oscurece la madera y dificulta la lectura de marcas. El boj es muy duro, fino, denso, fácil de procesar y apenas se parte. Se puede pulir bien e incluso darle color. Al comienzo del *Período Común*, el boj se usa comúnmente para las reglas de cálculo. El coeficiente de expansión térmica es muy bajo: para una regla de cálculo de 25 cm, el cambio de longitud a una diferencia de temperatura de 35 °C es de solo 0,023 mm. Véase también madera de Zapatero, p.31.



Figura 5.3.1: Boj

5.3.2. Caoba

Esta madera duradera proviene de América. Los árboles alcanzan una altura de 30 m. El tronco está libre de nudos hasta los 15 m. Es de color de canela a rojizo y puede volverse marrón oscuro con la exposición a la luz. La densidad es de 470 kg/m³. La caoba fue muy apreciada en el pasado. Es madera de primera calidad. D&P prefiere la caoba de Tabasco, llamada así por un estado de México.

El coeficiente de expansión térmica es bajo: para una regla de cálculo de 25 cm de largo, el cambio de longitud a una diferencia de temperatura de 35 °C es de solo 0,05 mm. Nestler utilizó la caoba hasta principios de 1972 para todos los modelos de reglas

de cálculo y en todas las longitudes.



Figura 5.3.2: Caoba

5.3.3. Nogal

El nogal crece en Alemania y Francia. Los árboles alcanzan una altura de 25 m. Es de color rojizo a marrón rojizo y puede estar veteadada. El color puede oscurecerse debido a la exposición a la luz. La densidad es de 250 kg/m³. El nogal es una base excelente para la lámina de celuloide. El coeficiente de dilatación térmica es bajo: para una regla de cálculo de 25 cm de largo, el cambio total de longitud a una diferencia de temperatura de 35 °C es de 0,057 mm. A partir de 1914, el nogal se usa a menudo porque la madera es muy flexible, se puede procesar bien, está disponible en tiempo guerra sin tener que importarla y se deforma solo un poco.



Figura 5.3.3: Nogal

5.3.4. Peral

El peral crece en Europa. Los troncos están libres de nudos hasta 6 m. La madera, de color marrón rojizo claro, a menudo flameada, u ocasionalmente bellamente veteadada, es dura, pesada y dimensionalmente estable. El peral se encoge moderadamente, pero tiende a deformarse mucho cuando se seca. La densidad es de 700 kg/m³. La fuerza de unión es buena. Faber lo utiliza mucho.



Figura 5.3.4: Peral

5.3.5. Celuloide

El material blanco es el termoplástico más antiguo. Ya en 1860, Alexander Parkes en Inglaterra producía "marfil artificial" utilizando nafta de madera y aceite de ricino sobre pólvora (nitrato de celulosa), pero sin lograr un resultado estable. No fue hasta 1868 que John Haytt en Newark, EE. UU., logró producir un plástico estable con la ayuda del alcanfor. Empresas inglesas se hacen cargo de la fabricación y suministro de D&P hasta 1908; el precio del celuloide es de 35 marcos el kilogramo en los primeros años de producción. Según Dennert & Pape, la producción de celuloide comenzó en Alemania en 1905. Por otro lado, Hans-Ulrich Kölsch menciona que la primera producción alemana de celuloide tuvo lugar ya en 1878, en las fábricas de caucho y celuloide de Renania. El celuloide se usa como revestimiento en varios tipos de madera hasta el final de la producción de la regla de cálculo.

5.3.6. Marfil

Esta sustancia se obtiene principalmente de los colmillos de elefante. La ventaja evidente de este material es una mejor legibilidad de las escalas. Además, el marfil es más agradable a la vista y en gran medida independiente de la temperatura. Sin embargo, las reglas de cálculo hechas de marfil son seis veces más caras que las reglas respectivas hechas de boj.

5.4. Laminación

Nestler ha fabricado reglas de cálculo con diferentes tipos de madera para lograr el mejor producto posible con una relación precio-rendimiento favorable. Una regla de cálculo óptima se caracteriza por la estabilidad dimensional, sin flexión ni torsión y por una acción suave pero firme de la reglilla.

Nestler fue uno de los pocos fabricantes que utilizó diferentes tipos de madera para ciertas reglas de cálculo. Recubrir el cuerpo con una cubierta de madera con una dirección de grano diferente se denomina laminación. Los siguientes ejemplos corresponden al período 1903 - 1910:

El sistema de Rietz de 1903 a 1907 y con el ancho de un sistema de Mannheim (ver Figura 3.9.4.L, p.51). Las guías y la reglilla están hechas de nogal, que

según la experiencia de Nestler es una base excelente para las láminas de celuloide y no se deforma fácilmente. El costoso boj solo se procesa en pequeñas cantidades y su color amarillento lo hace más adecuado para escalas para medir o dibujar en el lateral biselado.

El sistema Rietz de 1908 a 1910 (ver figura 3.9.2, p.51). El cuerpo y la reglilla están hechos de madera de peral. Las escalas para medida y dibujo también están en laterales biselados fabricados con madera de boj.

5.5. Pegado

El pegado de láminas de celuloide a un cuerpo de madera exige mucho de los materiales, los adhesivos y el proceso de pegado. Al principio se utilizan tornillos (Nestler y D&P) y pasadores de madera (Faber) para evitar que las tiras se despeguen. Posteriormente, los materiales y el proceso se mejoran considerablemente, eliminando la necesidad de tornillos y pasadores.

La cola animal hecha de huesos de ganado es un medio adecuado para pegar los diferentes tipos de madera. Ya existen referencias al uso de este pegamento en el antiguo Egipto.

Se requieren ciertos conocimientos especializados para reparar las reglas de cálculo antiguas. Sobre todo se debe elegir el adhesivo óptimo y experimentar con él previamente en el entorno de trabajo.

Las superficies deben estar libres de cualquier contaminación (polvo, grasa o similares). Además del estado de las capas superficiales, la rugosidad de la superficie también tiene un efecto importante. Debe hacerse una distinción entre superficie geométrica y superficie efectiva. En resumen, ambas superficies deben ser igualmente planas. Finalmente, la unión adhesiva debería endurecerse lo suficiente.

6. Apéndice

Este apéndice contiene trece resúmenes que pueden ser particularmente útiles para el lector.

6.1. Abreviaturas

Esta lista contiene abreviaturas de carácter general; las abreviaturas relativas a los sistemas se explican en los Capítulos 3 y 4.

Sec.	Sección
LTD.	Compañía pública limitada
Alu	Aluminio
AM	Albert Marz
AN	Albert Nestler
AN01	Libro <i>Albert Nestler</i> , 2001
AN04	Libro <i>Albert Nestler</i> , 2004
ANAG	Albert Nestler AG
AWF	AW Faber
CR	Regla de Carpintero
D&P	Dennert & Pape
DBGM	Modelo de utilidad federales alemanes
DBP	Patente de la Federación Alemana
DIN	Norma de la industria alemana
DM	Marco alemán
DRGM	Modelo de utilidad del Reich Alemán
DRP	Patente del Reich Alemán
ED	Eugen Dietzgen
FC	Faber-Castell
F y H	Friedrich y Hippler
G-L	Gravet-Lenoir
GMBH	Ltd.
HD62	Libro de Hans Dennert de 1962
HD72	Artículo de Hans Dennert de 1972
HD78	Artículo de Hans Dennert de 1978
HD99	Artículo de Hans Dennert de 1999
i. B	en Baden
Cap.	Capítulo
K&E	Keuffel & Esser
KG	sociedad limitada
kW	kilovatio
L&G	Landis & Gyr
Mk	Marco en el período anterior a la reforma monetaria, (1924)
Massag	Maßstabfabrik Schaffhausen AG
No	número
Nr	Número
OHG	Empresa comercial abierta
o.J.	sin año
p.	página
PS	caballos de fuerza
PV	lista de precios
RM	Unidad monetaria del Reich Alemán de 1924 a 1948
RS	Regla de cálculo (Rechenschieber)
s.	ver
S	seno
ST	Senos y tangentes para ángulos pequeños
T	tangente
T-G	Tavernier-Gravet

6.2. Nombres Importantes

Este resumen contiene los nombres y biografías de inventores, fabricantes y casas comerciales importantes en el *Período Común*.

Beck, Theophil, 1814 (Schaffhausen) - 1903 (Schaffhausen). Co-fundador de *Maaßstabfabrik Beck und Nestler*, Lahr. Inventor de la máquina divisora logarítmica automática, 1878

Boulton, Matthew, 1728 (Birmingham) - 1809 (Birmingham). Ingeniero y empresario. Financió la máquina de vapor de 1765 de James Watt y más tarde fundó la empresa Boulton and Watt.

Cajori, Florian, 1859 (St. Aignans, Graubünden, Suiza) - 1930 (Berkeley, EE. UU.). Emigrante a los EE.UU. Profesor de Matemáticas en tres universidades estadounidenses y autor del libro *A History of the Logarithmic Slide Rule and Allied Instruments*, Nueva York, 1909

Coggeshall, Henry, 1623 - 1690, describió el cálculo del volumen de madera en 1677.

Dennert, Hans, Dipl.-Ing., 1926 (Hamburgo) - 2000 (Hamburgo). Desde 1957 propietario y director de Dennert & Pape ARISTO Werke, Hamburgo

Dietzgen, Eugene, 1862 - 1929, emigrante alemán a los Estados Unidos. Funda una empresa en 1885 como proveedor de reglas de cálculo.

Dreyspring, Carl Friedrich, funda la primera fábrica alemana de cajas y cartón en 1816. Con su exportación a toda Europa y al extranjero, Lahr se ganó el sobrenombre de *Ciudad de las Cajas*.

Dyck, Walther, Prof., 1856 (Múnich) - 1934 (Múnich). Uno de los fundadores del Deutsches Museum de Munich en 1903

Eiffel, Gustave, 1832 (Dijon) - 1923 (París), ingeniero francés, construyó la Torre Eiffel que lleva su nombre en 1887, con motivo de la Exposición Universal de París. Involucrado en la construcción del Canal de Panamá desde 1888

Frank, Wilhelm, Dr., 1876 (Stuttgart) - 1963 (Stuttgart). Inventor de una regla de cálculo con escalas segmentadas para una mayor precisión. En 1902 obtiene el DRGM 173 095

Ganga Ram, Lala, Ingeniero Civil. Autoridad de la Construcción del Punjab, India; en 1884 y 1890 inventó la regla de cálculo para estructuras de techo y en 1884 obtuvo la patente británica 2149 para su primera regla de cálculo. La regla de cálculo fue fabricada por W.F. Stanley en Londres

Goering, Adolf, Prof. Dr., 1841 (Lüchow) - 1906 (Berlín). Vive en Halberstadt en 1873 y fomenta la producción de reglas de cálculo en D&P. En 1878 es profesor en la Universidad Técnica de Berlín. Nombrado consejero secreto del gobierno por el Estado Prusiano.

Hammer, Ernst Herman Heinrich, Dr., 1858 (Ludwigburg) - 1925 (Stuttgart), Profesor de Geodesia en la Universidad Técnica de Stuttgart. Autor de *La regla de cálculo logarítmica y su uso*

Hyatt, John W., 1837 (Starky, Nueva York) - 1920 (Short Hills, Nueva Jersey). Inventa el celuloide en 1870

Jäger, Rolf, 1914 (Berlín-Charlottenburg) - 1979. Estudió agrimensura. Responsable en Dennert & Pape desde 1949 de la documentación técnica, como las instrucciones de funcionamiento

Jones, William, 1763 - 1831. Fabricante de instrumentos de Londres (30 Holborn); Fabricante de las primeras reglas de cálculo modelo Soho

Jordan, Wilhelm, 1842 (Ellwangen - Hannover) 1899. Profesor de geodesia y geometría práctica en el TH Hannover

Kölsch, Hans-Ulrich, Essen, arquitecto, diseñador y coleccionista (colección de baquelita)

Lenoir, Etienne, 1744 (Mer, cerca de Orleans) - 1832 (París). Fabricante del primer estándar oficial del metro. Etienne es el padre de Paul-Etienne

Lenoir, Paul-Etienne, París, 1776- 1827. Inventor de la máquina divisoria de 8 brazos en 1825

Mack, John Givan Davis, Madison, Estados Unidos. Inventor de mejoras a las reglas de cálculo. En 1898 recibe la DRP 102 599

Mannheim, Victor Mayer Amédée, Prof., 1831 (París) - 1906 (París). Inventor en 1851 de la configuración de cuatro escalas en el frontal y cursor que lleva su nombre

Martz, Albert jr., 1860 (Stuttgart) - 1905 (Stuttgart), comerciante, hijo del fundador de la empresa Martz

Nairne, Edward, 1726 (Sandwich) - 1806 (Londres), Royal Court Mechanic, fabricante de los primeros modelos Soho

Nestler, (Cristian) Albert, 1851 (Lahr) - 1901 (Lahr). Fundador de la empresa Nestler, Lahr

Newton, Isaac, 1643 (Woolsthorpe) - 1727 (Kensington). El primero en pensar en la idea del cursor.

Perry, John, Prof., Londres, 1850 - 1920. Inventor de una regla de cálculo con dos escalas logarítmicas. En 1901 recibió la patente británica 23 236

Peuckert, Kurt Woldemar, Dresde. Inventor de una regla de cálculo con un cursor que consiste en una placa de vidrio con una línea indicadora. Por lo tanto, Peuckert puede considerarse el inventor del cursor de visión libre. En 1878 recibió la DRP 5 452

Poncelet, Jean-Victor, 1788 (Metz) - 1867 (París), matemático, ingeniero y físico. Uno de los fundadores de la geometría proyectiva moderna.

Rees, Wilhelm, ingeniero, Friburgo. Inventor de la cobertura de doble cara del canal del cuerpo y de la placa de metal flexible en el canal. En 1895 obtiene el DRGM 41 294 y en 1902 el DRGM 190 019

Rietz, Max, ingeniero, 1872 (Morm bei Landsberg) - 1956 (Erfurt). Inventor de la regla de cálculo de cubos. Recibe el DRGM 181 110 en 1902.

Roget, Peter Mark, médico, 1779 (Londres) - 1869 (West Malvern). En 1814 inventó la doble escala logarítmica o log-log. Su invento fue olvidado. Sin embargo, el sistema log-log fue reinventado en 1901 por el matemático inglés John Perry.

Rosenthal, Leon Walther, Nueva York. Inventa una regla de cálculo que se puede usar para multiplicar tres números por un solo ajuste. En 1904 recibió la patente estadounidense 767 170

Schweth, Wilhelm, Colonia, inventor de una regla de cálculo con dos escalas logarítmicas. En 1900 recibió el DRGM 148 526

Stahl, (Friedrich) Wilhelm, 1887 (Nonnenweiler) -

1974 (Lahr). Ingeniero jefe y diseñador de la segunda generación de máquinas divisoras logarítmicas automáticas, 1936

Stanley, William Ford, 1828 - 1909, funda un taller en Great Turnstile, Holborn, en Londres en 1853. A partir de 1884, las reglas de cálculo de construcción de Ganga Ram se fabrican allí.

Taylor, Frederick Winslow, 1856 (Germantown, EE. UU.) - 1915 (Filadelfia, EE. UU.). Fundador de la organización de trabajo científico.

Thornton, Alexander George, fue formado por Harling, estableció su propio negocio en Manchester, en 39 Great Cheetham Street, en 1878; vendió el sistema Mannheim de Nestler con su propio nombre desde 1905

Watt, James, 1736 (Greenock-on-Clyde) - 1819 (Heathfield en Staffordshire). Inventa la regla de cálculo modelo Soho en el período 1779 - 1796

6.3. Fuentes

6.3.1. Libros

Bready, Jim, *Mystery Slide Rules*, Actas de la octava reunión internacional de coleccionistas de reglas de cálculo, en octubre de 2002

Cajori, Florian, *A history of the Logarithmic slide Rule and Allied Instruments*, Reimpresión: Mendham, New Jersey, Astragal Press, 1994

Craenen, Guus, *Albert Nestler, Innovation und Qualität, Die Rechenstäbe von Nestler in ihrem internationalen Umfeld*, Soest, Países Bajos, autoeditado, 2001

Craenen, Guus, *Albert Nestler, Innovation und Qualität, Zusammenarbeit mit anderen Herstellern und mit Erfindern*, Soest, Países Bajos, autoeditado, 2004

Craenen, Guus, *Rechenschieber im Wandel der Zeit*, Soest, Países Bajos, autoeditado, 2009

Daumas, Maurice, *Scientific Instruments of the 17th & 18th Centuries and their Makers*, Londres, Portman Books, 1972

Dennert, Hans, *Aristo, 1862 - 1962*; Dennert &

Pape - Aristo-Werke; Hamburgo, 1962

Dennert, Hans, *100 Jahre Aristo Rechenstäbe*, Aristo Werke Hamburgo, 1972

Dennert, Hans, *Dennert & Pape und Aristo Rechenschieber 1872 - 1978* (ver Klaus Kühn und Karl Kleine, 2004)

Dennert, Hans, *Zur Geschichte der Rechenschieber*, conferencia, 1999 (ver Klaus Kühn y Karl Kleine, 2004)

Dyck, Walther, Prof. Autor del catálogo (para la exposición en la conferencia de la Asociación Alemana de Matemáticos) *Mathematisch und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente*, publicado por Dr.C. Wolf & Sohn, Múnich, 1892

Hambly, Maya, *Drawing Instruments*, Publicaciones de Sotheby's, Londres, 1988

Hammer, Ernst Herman Heinrich, Dr., *Der logarithmische Rechenschieber und sein Gebrauch*, publicado por la compañía Albert Nestler, Lahr, 1902

Jäger, Rolf, *Vom Rechenstah und seiner historischen Entwicklung*, ver Aristo, 1862 - 1962; Dennert & Pape - Aristo-Werke; Hamburgo, 1962

Jeziarski, Dieter von, *Rechenschieber - eine Dokumentation*, autoeditado, Stein, 1997

Jomard, M., *Bulletin de la Société d'Encouragement Pour l'Industrie Nationale*, 1815

Kieswetter, Hubert, *Industrielle Revolution in Deutschland*, publicado por Suhrkamp, Frankfurt am Main, 1989

Klaus Kühn y Karl Kleine; *Dennert & Pape, Aristo; 1872 - 1978*, publicado por W. Zuckschwerdt, Múnich, 2004

Konrad-Klein, Jochen, *Beschäftigt bei Dennert & Pape*, véase *Dennert & Pape, Aristo; 1872 - 1978*, publicado por W. Zuckschwerdt, Múnich, 2004

Lausch, Alex, *Lahr um 1900, Bauten und Baumeister*, Kulturkreis Lahr, Banda 2, 1991

Marcelin, Frank, *Dictionnaire des fabricants français d'instruments de mesure du XVe au XIXe*

siècle, Franck Marcelin: 7, Rue Jaubert - 13100 Aixen-Provence - Francia, 2004

Marguin, Jean, *Histoire des Instruments et machines a calculer*, Hermann, Editeurs des Sciences et des arts, París, 1994

Nestler, Albert, *Der logarithmische Rechenschieber und sein Gebrauch*, publicado por la compañía Albert Nestler, Lahr i.B. 1904/5

Nestler, Albert, *Anleitung zum Verwendung des Rechenschiebers*, publicado por Albert Nestler, Rechenschieberfabrik, Lahr (Baden), 1914

Pugh, Jane, *Calculating Machines and Instruments*, Science Museum, Londres, 1975

Roth, Käthe, *Die Stadt Lahr*, Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, autoeditado, Bad Godesberg, 1961

Täubrich, Hans-Christian, *Bis in die fernsten Zeiten; Zur Geschichte des Unternehmens Faber-Castell*, ver *Das Bleistiftschloss*, publicado por Hugendubel, Munich, 1986

Thompson, J. E., *A Manual of the Slide Rule*, D. van Norstrand Company, Inc., Toronto, Nueva York, Londres, 12. Edición 1951

Turner, Anthony, *From Pleasure and Profit to Science and Security*, Museo Whipple, Cambridge, 1969

Wit, Dirk de, *60 + 40 is waarschijnlijk honderd*, editorial Waanders, Zwolle, 1996

6.3.2. Folletos

Albert Nestler, *Anleitung zum Gebrauch des Rechenschiebers*, publicado por la compañía Albert Nestler, 1904

Dennert & Pape, *Lista de precios*, publicada por Dennert & Pape, Altona (Elbe), 1898

Dennert & Pape, *Lista de precios*, publicada por Dennert & Pape, Altona (Elbe), 1902

Dennert & Pape, *Lista de precios*, publicada por Dennert & Pape, Altona (Elba), 1905-1906

Dennert & Pape, *Anleitung zum Gebrauch der Rechenstäbe Einskala Nr. 11, Präzision Nr. 19,*

publicado por Dennert & Pape, Altona, (sin año)

A. W. Faber, *Anleitung zum Gebrauch des Rechenstabes*, Stein bei Nürnberg, 1906

A. Goering, *Anleitung zum Gebrauch des Rechenstabes*, tercera edición, Berlín, 1904

Thornton, A.G., *Improved calculating slide rules*, Manchester, 1902

6.3.3. Ensayos

Bartzik, Jürgen, *Register der Rechenschieber Dennert & Pape ARISTO*, (ver 6.3.1 del Libro de Klaus Kühn y Karl Kleine)

Berche, Paul & Jouanneau, Edouard, *Apprenez a vous servir de la règle a calcul*, 6eme édition. Les ediciones de la Librairie de la Radio, 1950

Hammer, Ernst Herman Heinrich, Dr., *Frank's Einscala-Rechenschieber*, Zeitschrift für Instrumentenkunde, vol. 23, p.159, 1903

Hammer, Ernst Herman Heinrich, Dr., *Neue Rechenschieber von Nestler*, Zeitschrift für Vermessungswesen, páginas 44-45, 1906

Jeziarski, Dieter von, *Two Tavernier-Gravet Slide Rule Systems*, JOS, vol. 11, núm. 1, 2002

Jordan, Wilhelm, *Neue Rechenschieber*, Zeitschrift für Vermessungswesen; p.220, 1880

Otnes, Bob, *Keuffel & Esser - 1880 a 1899*, JOS, vol. 10, n° 1, 2001

Otnes, Bob y Schure, Conrad, *Early French Slide Rules in Various Collections*, JOS, vol. 11, núm. 1, 2002

Schneider, Ivo, Prof. Dr., *Proportionalzirkel*, en la 7.^a Reunión Internacional de Coleccionistas de Reglas de Cálculo y Máquinas de Cálculo, Deutsches Museum, Múnich, 2001

Venetsianos, Panagiotis, *Reglas de cálculo de Tavernier-Gravet: una cronología de ejemplos citados*, JOS, vol. 11, n.º 2, 2002

Wells, Francis y Wyman, Tom, *La règle a calcul: Lenoir, Gravet-Lenoir and Tavernier-Gravet Slide Rules*, JOS, vol. 11, núm. 1, 2002

Wyman, Tom, *Description of Two Unmarked Slide*

Rules of Probable French Origin, JOS, vol. 10, n° 2, otoño de 2001

Zoller, Paul, *The Soho Rule: Genesis and Archaeology*, Bulletin of the Scientific Instrument Society, No. 57, junio de 1998

6.3.4. Correspondencia

Correspondencia entre el autor y Hans Dennert, en el período 1995 – 2000

6.4. Caracteres Especiales, Logotipos y Nombres

Algunos caracteres están agrandados. H es la altura.

6.4.1. Albert Nestler

 Símbolo Pi muy inicial, desde 1902 H = 2,5 mm

 Símbolo Pi temprano, desde 1903 H = 2 mm

 Símbolo Rho, desde 1902 H = 2,1 mm

c, c1 Constantes 1,13 y 3,57 desde 1901 H = 1 mm

 Logo de Empresa de 1895 a 1903 H = 4 mm

Nombre en el canal: ALBERT NESTLER desde 1903

6.4.2. Dennert & Pape

 Símbolo Pi muy inicial, desde 1905 H = 1,5 mm

 Símbolo Pi temprano, desde 1908 H = 1 mm

 Símbolo Rho, desde 1923 H = 2 mm

c, c1 Constantes 1,13 y 3,57 desde 1888 H = 1 mm

 Logo de Empresa desde 1902 H = 2 mm

Nombre detrás: DENNERT & PAPE HAMBURG.ALTONA desde 1874

Nombre en el canal: DENNERT & PAPE ALTONA desde 1888

Nombre delante: DENNERT & PAPE ALTONA desde 1902

6.4.3. A.W. Faber

 Símbolo Pi muy inicial, desde 1892 H = 1,4 mm

 Símbolo Pi temprano, desde 1900 H = 2,5 mm

 Símbolo M, desde 1899 H = 2,2 mm

c, c1 Constantes 1,13 y 3,57 desde 1892 H = 1 mm

Nombre delante: A.W. FABER. desde 1892

6.5. Lista de Ilustraciones

[Este capítulo no ha sido traducido, ya que éste es un archivo electrónico]

6.6. Lista de Museos

Se pueden encontrar reglas de cálculo alemanas, inglesas y francesas en los siguientes museos:

Arithmeum

Lennestraße 2
53113 Bonn

Deutsches Museum

Museumsinsel 1
80538 Munich

Musee National des Techniques

292 Rue Saint-Martin
75003 Paris

Museum Boerhave

Steenstraat la
2312 BS Leiden

Museum of the History of Science

Broad Street
Oxford OX1 3AZ

Museo di Storia della Scienza

Piazza dei Giudici 1
50122 Firenze

National Museum of Scotland

Chambers Street
Edinburgh EH1 1JF

Science Museum

Exhibition Road
South Kensington
London SW7 2DD

Staatlicher Mathematisch-Physikalischer Salon

at Zwinger
01006 Dresden

Whipple Museum of the History of Science

Free School Lane
Cambridge CB2 3RH

6.7. Canales Ranurados

En el período 1895 - 1905 hay reglas de cálculo con ranuras en el canal (ver figura). Hay tres modelos: el primero, de Faber, con dos ranuras, el segundo, de D&P, con cuatro ranuras y el tercero, de D&P, con cinco ranuras.

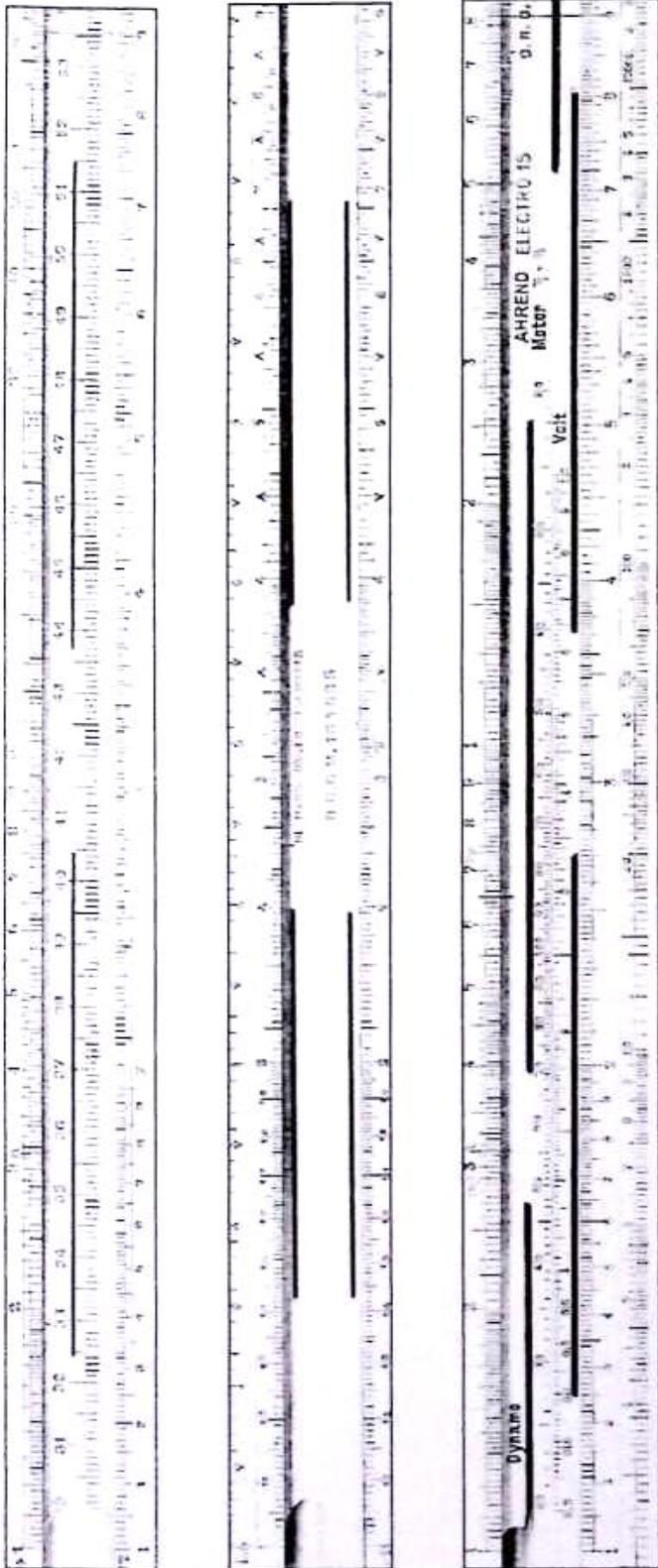


Figura 6.7: Reglas de cálculo con 2, 4 y 5 ranuras

Primer Modelo

Con dos ranuras Faber quiere mejorar el efecto de flexión y obtiene el 24 de junio de 1898, el DRGM 98 350 que reivindica:

Regla de cálculo ranuras flexibles dispuestas a los lados y debajo de la reglilla.

Segundo Modelo

D&P pretende solucionar las tensiones transversales con cuatro ranuras y el 19 de febrero de 1895 obtiene el DRGM 37 191 que reivindica:

Regla de cálculo con el canal del cuerpo, que guía la reglilla, ranurado.

Tercer Modelo

D&P puede mejorar el efecto de los tornillos de ajuste añadiendo cinco ranuras parcialmente intercaladas. El autor no tiene conocimiento de ningún DRGM en este caso.

El nombre Ahrend hace referencia a un distribuidor holandés.

Se puede conseguir cualquier efecto mediante el número, las dimensiones, la posición y el patrón de las ranuras.

6.8. Disposición de los Tornillos

En 1901, Nestler recibe el DRGM 164 885 por un diseño en la que los extremos de las láminas de celuloide se sujetan con tornillos. El texto reivindica:

Reglas, reglas de cálculo y similares con láminas de celuloide aseguradas mecánicamente mediante tornillos o clavijas para que no se desprendan ni se alteren.

Este DRGM se conoce como el de los tornillos de alpaca, pero la descripción original es mucho más amplia. Más adelante los tornillos serán de acero.

Aunque Nestler es claramente el propietario del DRGM, estos tornillos también se pueden encontrar en las reglas de cálculo de D&P. ¿Se puede considerar esto otra forma de cooperación?

Inicialmente, las cinco láminas de celuloide exteriores se aseguran en ambos extremos con tornillos contra el desprendimiento, y también la lámina en el reverso de la reglilla.

Debido a que el reverso de la reglilla es menos vulnerable y no directamente visible, estos tornillos no se consideran al comparar las configuraciones. Nestler empieza con 2 x 5 tornillos (ver la Figura

6.8).

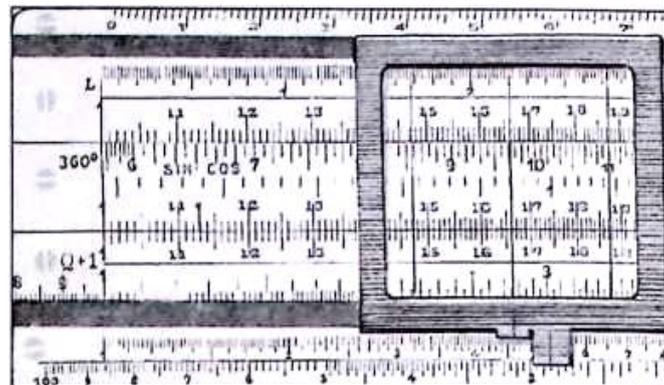


Figura 6.8: Patrón de tornillos con tornillos 2x5 (izquierda)

No todas las láminas son igualmente vulnerables, y las consecuencias de los daños no tienen la misma gravedad. Por lo tanto, a partir de 1902, D&P solo atornilla las tres láminas con las escalas del frontal. De las tres láminas, el menor riesgo está en la deformación de la reglilla. Por tanto, a partir de 1905 solo quedan 2 x 2 tornillos.

Debido a crecientes mejoras en el encolado, ambos fabricantes eliminan gradualmente los tornillos. D&P comienza tras la Primera Guerra Mundial, y a partir de 1936 solo usa plásticos dimensionalmente estables. Nestler no elimina los tornillos hasta después de la Segunda Guerra Mundial.

6.9. Modelos de Utilidad y Patentes

La Oficina Alemana de Patentes se fundó en 1877 para garantizar una protección uniforme de las invenciones. Los modelos de utilidad se emiten a partir de 1891.

[los números de página citados en el original se omiten en las tablas porque éste es un archivo electrónico]

DRGM	Año	Dueño	Resumen
25 025	1894	D&P	cursor con cristal
37 191	1895	D&P	canal ranurado
41 294	1895	Rees	cobertura de doble cara
98 350	1898	Faber	dos rendijas en el canal
116 832	1899	Faber	cursor con contador
148 526	1900	Schweth	regla de cálculo exponencial
164 885	1901	Nestler	tornillos de alpaca
173 095	1902	Frank	sistema Frank, (primer modelo)
181 110	1902	Rietz	sistema Rietz
190 019	1902	Rees	placa de metal flexible
192 052	1903	D&P	tornillos de ajuste
247 514	1905	Faber	Reglilla con extremo biselado
271 169	1906	Faber	Cursor puntero lateral biselado
314 734	1907	Martz	sistema Frank, (segundo modelo)
354 529	1908	D&P	sistema Frank, (tercer modelo)
383 627	1909	D&P	cursor de visión libre
400 076	1909	Peter	cursor de cristal
889 460	1924	Nestler	Divisiones adicionales al principio y al final de las escalas

DRP	Año	Dueño	Resumen
5 452	1878	Peuckert	cursor de visión libre
34 583	1885	D&P	regla inalterable
102 599	1898	Mack	regla de cálculo mejorada
126 499	1901	D&P	placa flexible
173 660	1905	Nestler	placas flexibles de goma

Países extranjero	Patente	Año	Dueño	Resumen
Inglaterra	2 149	1885	Ganga Ram	regla de cálculo especial
Inglaterra	23 236	1901	Perry	regla de cálculo log-log
Suiza	26 145	1902	Frank	regla de cálculo de una escala
Estados Unidos	460 930	1891	Cox	regla de cálculo de doble cara
Estados Unidos	606 388	1898	Mack	guiado de la reglilla
Estados Unidos	651 142	1900	Keuffel	regla de cálculo
Estados Unidos	694 258	1902	Dennert	placa flexible
Estados Unidos	767 170	1904	Rosenthal	escalas especiales

En algunos cursores de Nestler del período entre 1909 y 1912 se encuentra el texto +Patente No. 17 284. Este número de patente también aparece en las instrucciones de uso de Nestler. El prefijo + indica que se trata de una patente suiza. Sin embargo, la patente correspondiente a este número describe una invención completamente diferente, a saber, un motor de agua y viento. Hasta ahora los esfuerzos del autor por encontrar el número de patente correcto no han tenido éxito.

6.10. Listado de Empresas

6.10.1. Alemania

Dennert & Pape, Altona bei Hamburg

- Friedenstraße 55, desde 1869
- Friedenstraße 53, desde 1900

A.W. Faber, Stein bei Nuremberg

- Geroldsgrün, desde 1892

Nestler, Lahr

- Maaßstabfabrik Beck und Nestler, 1878- 1895
- Albert Nestler, desde 1895
- dirección para ambas: Alte Bahnhofstraße, Lahr

6.10.2. Inglaterra

Edward Nairne, Londres

- Golden Spectacles Royal Exange, 1759 - 1797

W&S Jones, Londres

- 135 Holborn, 1792- 1800
- 30 Holborn, 1800- 1860

6.10.3. Francia

Lenoir, Paris

- 21 Rue Louis le Grand, 1817
- 340 Rue Saint Honore, 1817-1827
- 14 Rue de Cassette, 1827 - 1846

Gravet-Lenoir, Paris

- 14 Rue de Cassette, 1846 - 1867
- 39 Rue de Babylone, 1867 - 1874

Tavernier-Gravet, Paris

- 39 Rue de Babylone, 1874 - 1882
- 19 Rue Mayet, 1882 - 1938

Barbotheu, Paris

- 16 Rue Saint Gilles, 1888
- 10 Rue Saint Gilles, 1889 - 1892
- 17 Rue Béranger, 1893 - 1913

6.11. La Regla de Carpintero y el Sistema Coggeshall

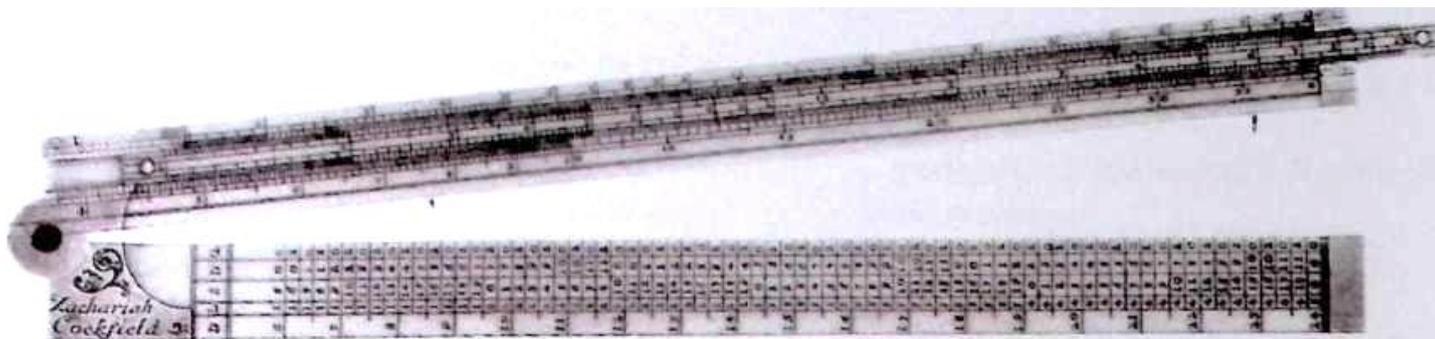


Figura 6.11.1: Ejemplar tipo Coggeshall con escalas en formato raíl, fabricada por Edmund Culpeper a principios del siglo XVIII.

El autor debe su conocimiento del sistema Coggeshall a Maya Hambly, Peter Hopp, Werner Rudowski y al Prof. Ivo Schneider.

Una regla de carpintero (RC) consta de 2 reglas plegables y conectadas con una bisagra plana (con graduación angular). La regla superior tiene una reglilla con una escala en pulgadas, lo que permite realizar mediciones de profundidad. Es un instrumento de medida versátil utilizado por los carpinteros. Por eso se llama regla del carpintero. El científico inglés Leonard Digges fue el primero en describir la regla del carpintero en 1556.

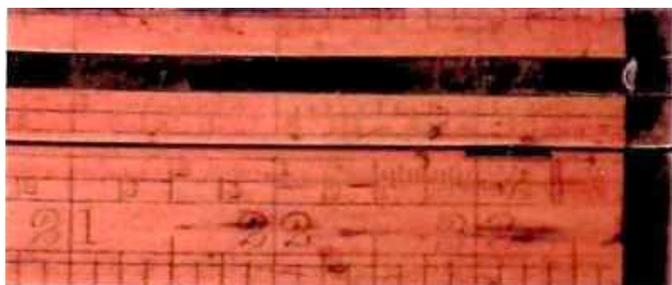


Figura 6.11.2: Parte de una regla de carpintero (de medida)

El matemático inglés Henry Coggeshall (1623 - 1690) describió el cálculo del volumen de madera en 1677 y transfirió los principios a la CR en 1682. Se conoce al instrumento mejorado como regla de cálculo Coggeshall (Fig. 6.11.3).

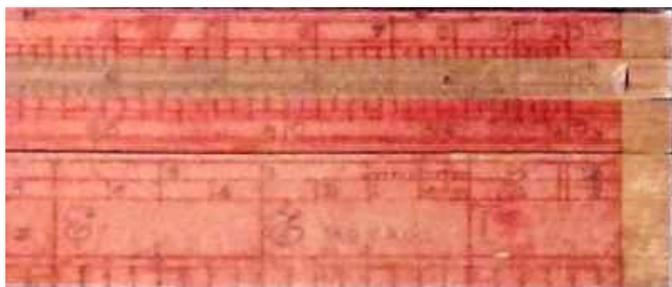


Figura 6.11.3: Parte de una regla de cálculo Coggeshall

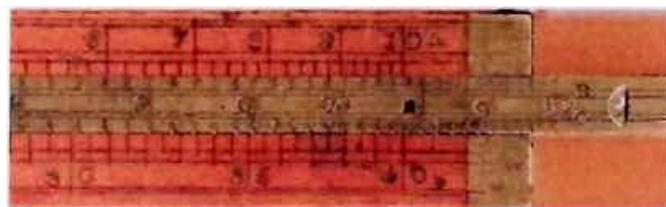


Figura 6.11.4: Detalle de la regla de cálculo

En el sistema Coggeshall, las escalas A, B y C son escalas logarítmicas dobles (x^2) con un rango de 0 a 100. Todavía no hay escalas trigonométricas. Debido a estas características, el sistema Coggeshall puede considerarse como el predecesor del sistema Soho (ver también la Sección 3.1).

La escala logarítmica D tiene un rango de 4 a 40.

Las siguientes escalas están disponibles para calcular el volumen del tronco de un árbol:

- La escala C, 1 - 100, se usa para indicar la longitud del árbol en pies (12 pulgadas),
- la escala D, 4 - 40, se usa para indicar la circunferencia (diámetro) del árbol en pulgadas.

El cálculo es el siguiente:

La longitud del árbol (en pies) se sitúa en la escala C sobre el valor 12 de la escala D. El volumen de madera se puede leer en la escala C sobre el valor de la circunferencia en la escala D. Solo es necesario un ajuste de la reglilla.

El mismo cálculo hecho con una regla de cálculo normal da un resultado un 20% superior. Con el sistema Coggeshall ya se tienen en cuenta las pérdidas por el corte posterior.

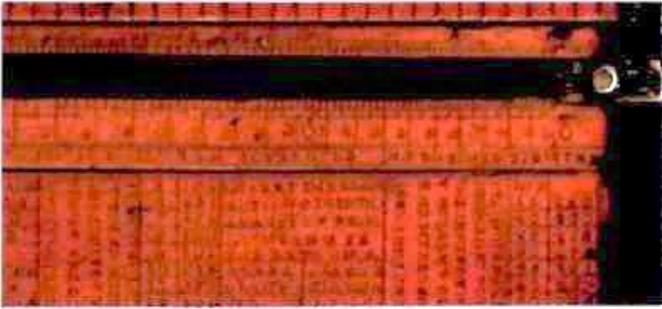


Figura 6.11.5: Detalle del sistema Hawthorn

Robert Hawthorn (1796 - 1867), Newcastle, ingeniero civil, desarrolló un sistema para máquinas de vapor en 1832. Hay tablas disponibles en ambos lados del instrumento (ver Figura 6.11.5).

6.12. Sistema Peuckert

El autor debe su conocimiento del sistema Peuckert a Klaus Kühn, la patente *Innovación en Reglas de Cálculo* y el catálogo de *Dispositivos de Cálculo* del Salón Estatal de Matemáticas y Física de Dresde.

Kurt Woldemar Peuckert, Dresde, es el inventor de una regla de cálculo con un cursor que es una placa de vidrio con una línea de índice. Por tanto, se puede considerar a Peuckert como el inventor del cursor de visión libre. En 1878 recibió la DRP 5 452. La regla de cálculo es una variante del sistema Soho inglés.

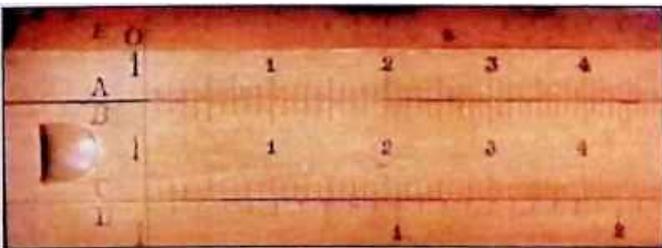


Figura 6.12.1: Parte izquierda del sistema Peuckert

La regla de cálculo descrita aquí se vendió en Ebay. Un espécimen similar, sin cursores, está en posesión del Salón Estatal de Matemáticas y Física de Dresde.

Ambas reglas de cálculo tienen escalas con una longitud de 100 cm, lo que permite cálculos más precisos. Las escalas A, B y C son iguales y para cuadrados (x^2); D es una escala simple (x). Se incluye una escala lineal, E, en el lateral biselado.

Las escalas de Senos y Tangentes ($0 - 90^\circ$ y $0 - 45^\circ$) están en el reverso de la reglilla.

E es una escala de mantisas. Además, esta escala

también se puede utilizar como regla de dibujo.

En el sistema Soho francés, esta escala L se encuentra en el reverso de la reglilla y, por tanto, no puede usarse como regla.

Para su manipulación lleva hendiduras en vez de botones, lo que facilita el movimiento de la reglilla.

Estas reglas de cálculo son de madera de boj. Peuckert también fabricó reglas de cálculo de latón.

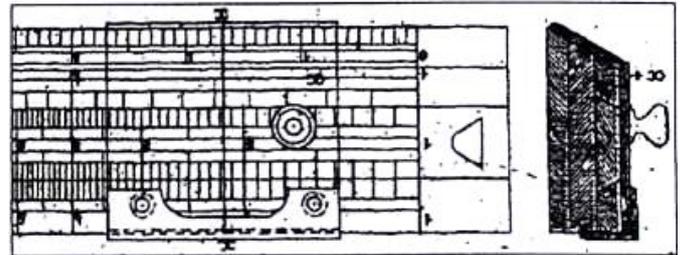


Figura 6.12.2: Cursor de visión libre del sistema Peuckert

La especificación de la patente describe el cursor de visión libre de la siguiente manera:

El ajuste y la lectura precisos de los valores necesarios para los cálculos se logra mediante una placa de vidrio deslizante en el reverso de la cual hay una línea indicadora $x x$ (ver en la figura). Con la ayuda de esta línea, los valores estimados incluso entre las divisiones se pueden leer con bastante precisión. La placa de vidrio se dobla en un ángulo obtuso, siguiendo la forma de la sección transversal de la regla de cálculo.



Figura 6.12.3: Detalle del cursor de visión libre

La línea de índice se puede ajustar exactamente gracias a los tornillos. El texto del cursor dice:

K. Peuckert, Patent Dresden.

6.13. Directorio de Palabras Clave

[No se traduce, pues éste archivo es electrónico]

Anexo a la traducción

4.2.3. (página 49) sexto párrafo a la izquierda:

El autor afirma que “los especímenes fabricados en Suiza no se ofrecieron hasta 1954”. Pero luego, el último ejemplar de la colección de H.P.Schaub tiene un año de fabricación de 1913.

4.3.3. (página 52) segundo párrafo a la izquierda:

El autor se refiere a “Johan Christian Dennert” como inventor en la patente US694258. Pero en esta patente el nombre del inventor es Jean Heinrich Carl Dennert.

4.5.2 (página 57) séptimo párrafo a la derecha:

El autor afirma que "el tercer modelo se ofreció después de la Primera Guerra Mundial" y "el período de protección para el DRGM 314734 había expirado hace mucho tiempo". En otros párrafos el autor también ha afirmado que este DRGM está fechado en 1907 y que la duración de un DRGM es de 3 o 6 años. Por tanto, su declaración “El Modelo 3 solo lo ofrece D&P a partir de 1909 es inconsistente. ¿Sería 1919?