

Tratamiento de temple superficial

DEFINICIÓN

El temple superficial es un tratamiento térmico, de temple localizado, que afecta las zonas perisféricas del material

OBJETIVO

Provocar la transformación de la austenita en martensita y con ello lograr aumentar la resistencia y dureza de la superficie, conservando un núcleo tenaz al evitar transformaciones en las zonas interiores de la pieza

Tratamiento de temple superficial

PROCEDIMIENTO

- ❑ Calentar la pieza exclusivamente en la superficie hasta alcanzar la temperatura de austenización en una profundidad que no exceda algunos milímetros de la periferia
- ❑ Proceder al enfriamiento rápido provocando la transformación martensítica de esa zona
- ❑ El resultado consiste en provocar la transformación martensítica a través de un temple localizado en la capa periférica de la pieza alcanzando algunos milímetros de profundidad

Tratamiento de temple superficial

□ Tipos de calentamiento

- ✓ Para conseguir el calentamiento exclusivamente en la superficie se utilizan fundamentalmente a nivel industrial dos procedimientos
- ✓ Flameado o calentamiento a la llama oxiacetilénica
- ✓ Calentamiento por inducción

Tratamiento de temple superficial

□ Calentamiento por llama oxiacetilénica

- ✓ Se emplea con mucho éxito para endurecer superficialmente ciertas piezas de acero que por su forma y dimensiones no pueden ser endurecidas por otros métodos
- ✓ El procedimiento consiste en calentar con una llama oxiacetilénica las partes de la pieza que se desea tratar para posteriormente enfriarla rápidamente

Tratamiento de temple superficial

- ✓ A efectos de conseguir capas duras y resistentes que no se desprendan por una incorrecta transición entre la zonas blandas y duras es necesario seleccionar aceros de 0,3 a 0,6 % C
- ✓ Para el calentamiento se usan uno o varios sopletes proyectándose el calor manual o automáticamente utilizándose distintos métodos de enfriamiento según el tipo de pieza y la cantidad a tratar
- ✓ Las instalaciones automáticas posibilitan mayor uniformidad de los resultados sumado a una mayor productividad

Tratamiento de temple superficial

□ Tipos de instalaciones

- ✓ Máquinas en las que las piezas permanecen quietas y la llama se mueve sobre la superficie que se va a templar, seguida del aparato de enfriamiento
- ✓ Máquinas en las que la llama y el aparato de enfriamiento son estacionarios y la pieza se mueve. Proceso inverso al anterior

Tratamiento de temple superficial

- ✓ Máquinas en las que la llama y el aparato de enfriamiento se mueven en una dirección y la pieza en otra
- ✓ Máquinas en las que se aplica la llama durante el tiempo necesario para que el acero alcance la temperatura de temple, luego se retira y se acerca el enfriamiento o se sumerge. Luego se continua este proceso con las demás partes a templar
- ✓ Las tres primeras son de temple progresivo y la cuarta de temple instantáneo

Tratamiento de temple superficial

- ✓ En el temple progresivo se regula la velocidad de calentamiento por:
 - Tipo de soplete
 - Tamaño de la llama
 - Velocidad del movimiento
- ✓ La intensidad del temple se regula por la distancia del chorro de agua al quemador lo que equivale al tiempo entre calentamiento y enfriamiento

Tratamiento de temple superficial

- ✓ En el temple instantáneo el calentamiento y el enfriamiento son separados y consecutivos
- ✓ La velocidad de calentamiento se regula por el tamaño de la llama
- ✓ La intensidad del temple se regula por el intervalo que transcurre entre el fin del calentamiento y comienzo del enfriamiento

Tratamiento de temple superficial

□ Ventajas de proceso

- ✓ Piezas de gran porte
- ✓ Series pequeñas
- ✓ Bajo costo de las instalaciones

□ Desventajas

- ✓ Dificultad para controlar la temperatura
- ✓ Solo respetando un procedimiento ajustado y probado se obtiene uniformidad en la producción

Tratamiento de temple superficial

C	Mn	Si	Rockwell C
0,35	0,80	0,25	53
0,35	1,45	0,30	55
0,46	0,68	0,18	59
0,48	0,69	0,30	60
0,55	0,74	0,22	62
1,00	0,30	0,26	63

Tipos de aceros usados en temple superficial

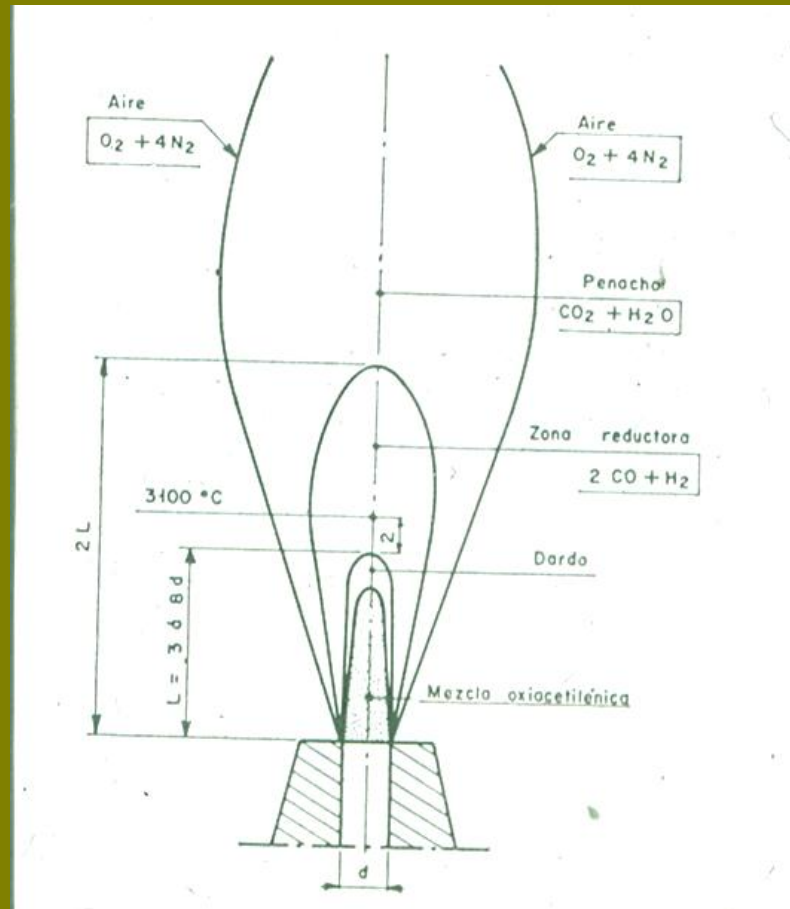
Tratamiento de temple superficial

- ✓ Las profundidades de la capa templada varían entre 1 y 6 milímetros dependiendo de tipo de acero y de la forma de realizar el tratamiento
- ✓ La velocidad de avance de la llama suele variar de 50 a 200 mm. por minuto y la máxima dureza se alcanza en la superficie, dependiendo de la cantidad de carbono
- ✓ Los aceros aleados aumentan la profundidad de temple frente a los aceros al carbono y mejoran el perfil de dureza hacia el interior de la capa y la caída es menos brusca

Tratamiento de temple superficial

- ✓ La profundidad de la dureza se puede regular dentro de ciertos límites modificando:
 - La composición del acero
 - la forma de la pieza
 - Las características del soplete
 - La intensidad de la llama
 - El tiempo de calentamiento
 - La severidad del medio de enfriamiento

Tratamiento de temple superficial



Esquema de una llama oxiacetilénica normal

Tratamiento de temple superficial



Normal






Oxidante

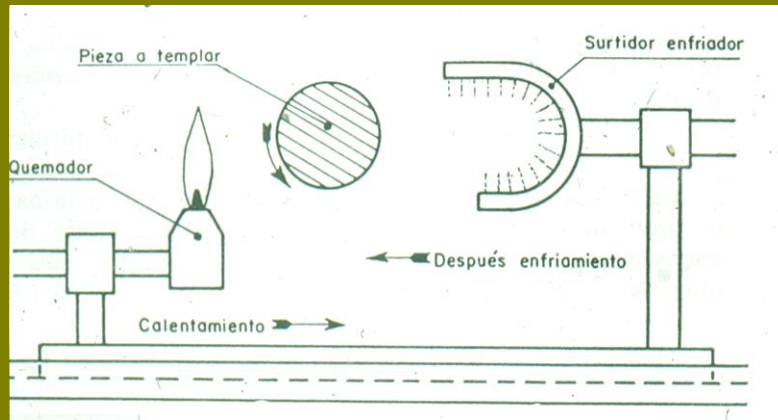


Carburante

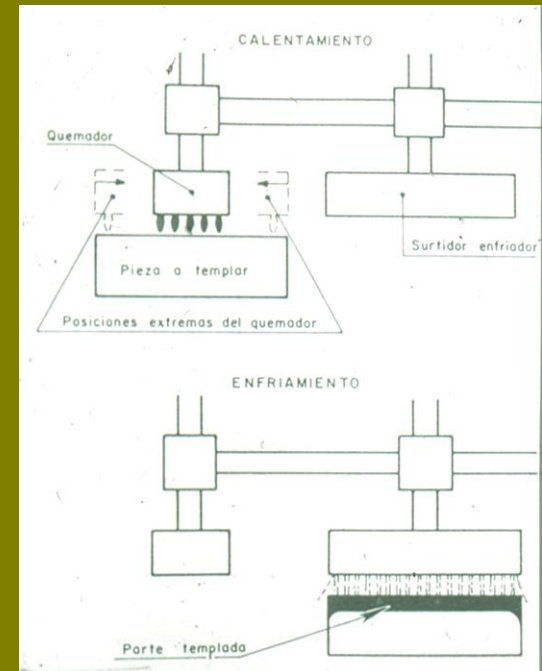
Tratamiento de temple superficial

- ❑ Condición de la pieza y elementos de calentamiento y enfriamiento
- ✓ Pieza en rotación durante el tratamiento, calentador y enfriador con traslación axial sucesiva 
- ✓ Pieza quieta durante el tratamiento, calentador y enfriador con traslación axial sucesiva 
- ✓ Pieza quieta durante el tratamiento, calentador y enfriador con traslación axial sucesiva 

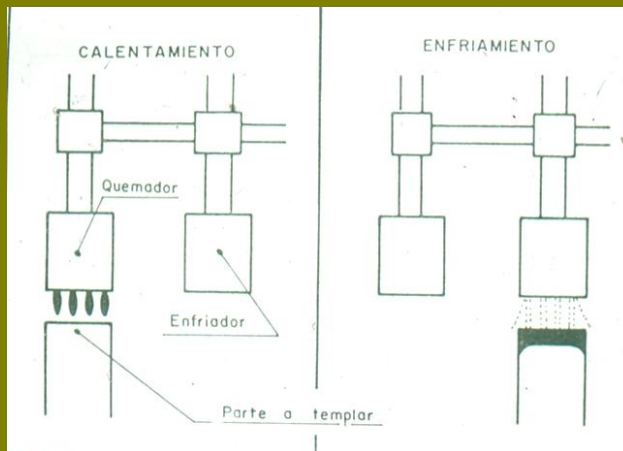
Tratamiento de temple superficial



Temple instantáneo rotativo







Temple instantáneo de vaivén



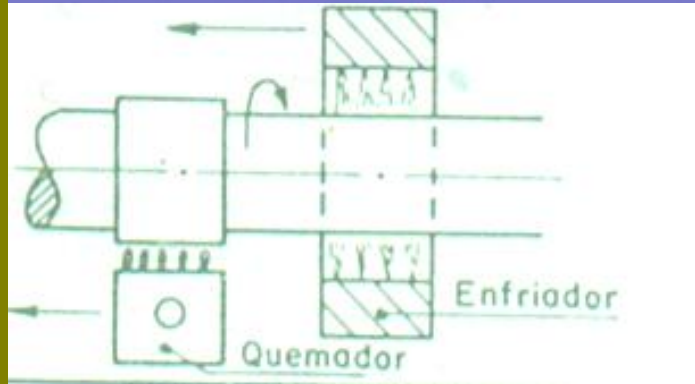
Temple instantáneo puntual

Tratamiento de temple superficial

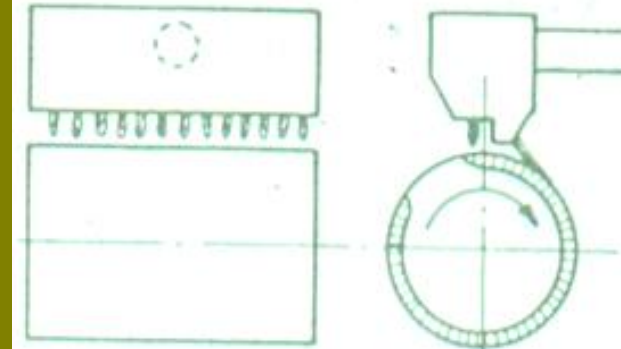
- ❑ Condición de la pieza y elementos de calentamiento y enfriamiento
- ✓ Pieza en rotación durante el tratamiento, calentador y enfriador con traslación axial sucesiva 
- ✓ Pieza en rotación durante el tratamiento, calentador y enfriador fijo 
- ✓ Pieza en rotación durante el tratamiento, calentador y enfriador con traslación longitudinal 
- ✓ Pieza en rotación durante el tratamiento, calentador y enfriador con traslación longitudinal 

Tratamiento de temple superficial

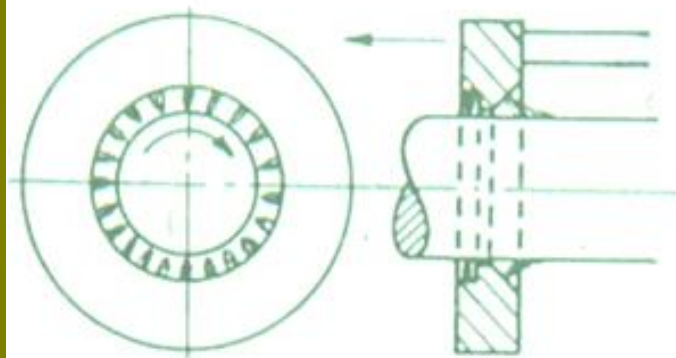
1- Temple general instantáneo (por traslación axial)



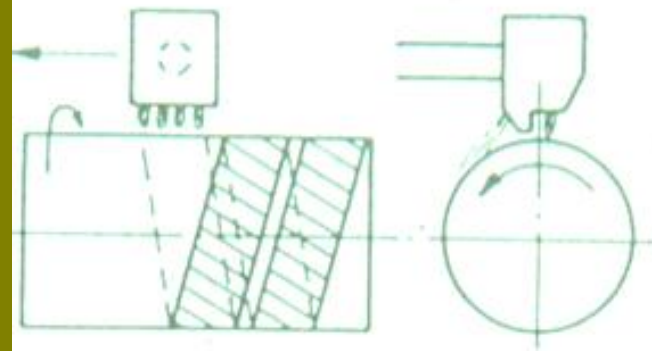
2- Temple progresivo en una revolución



3- Temple progresivo anular



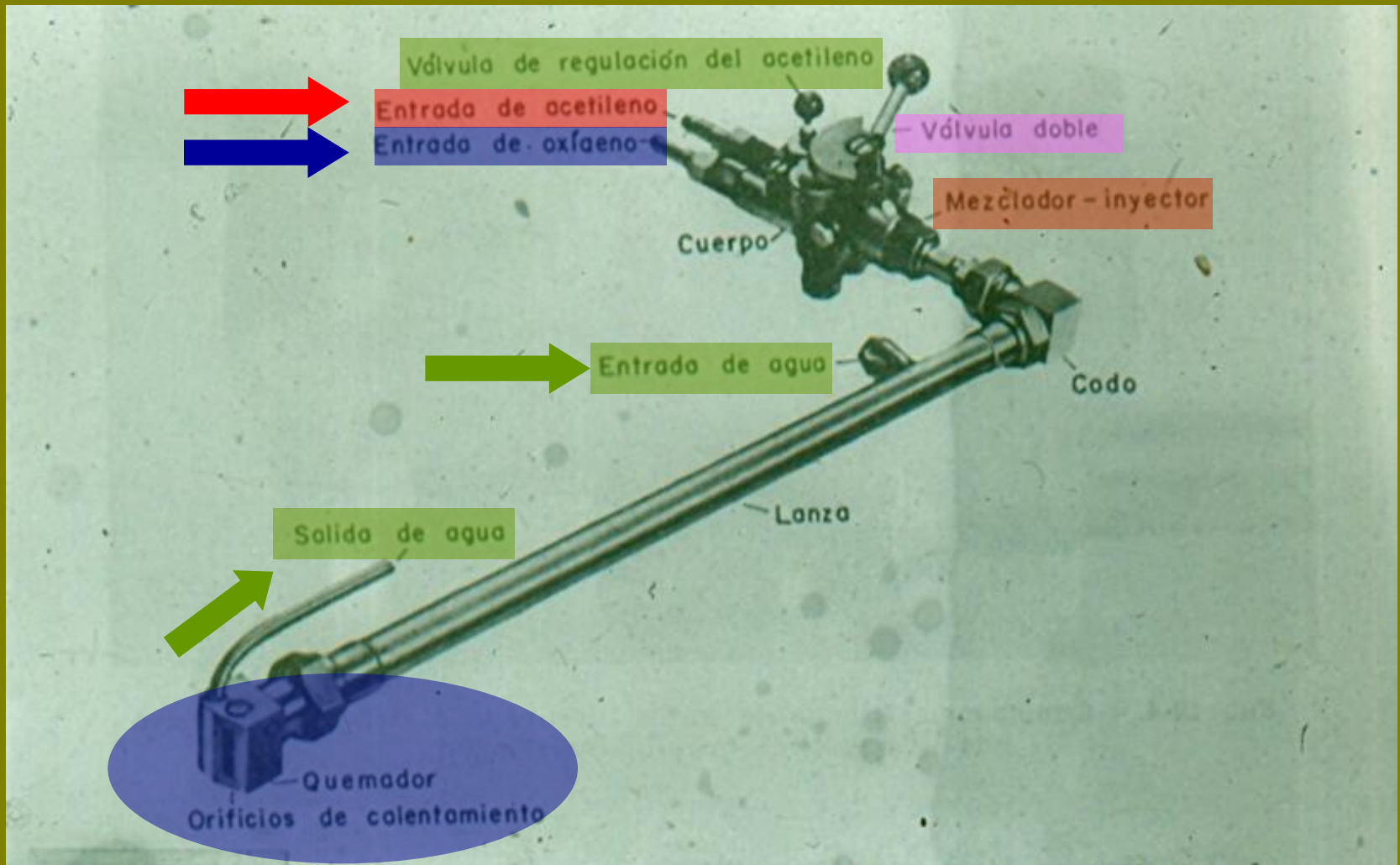
4- Temple progresivo helicoidal



Esquema de temple de piezas rotativas

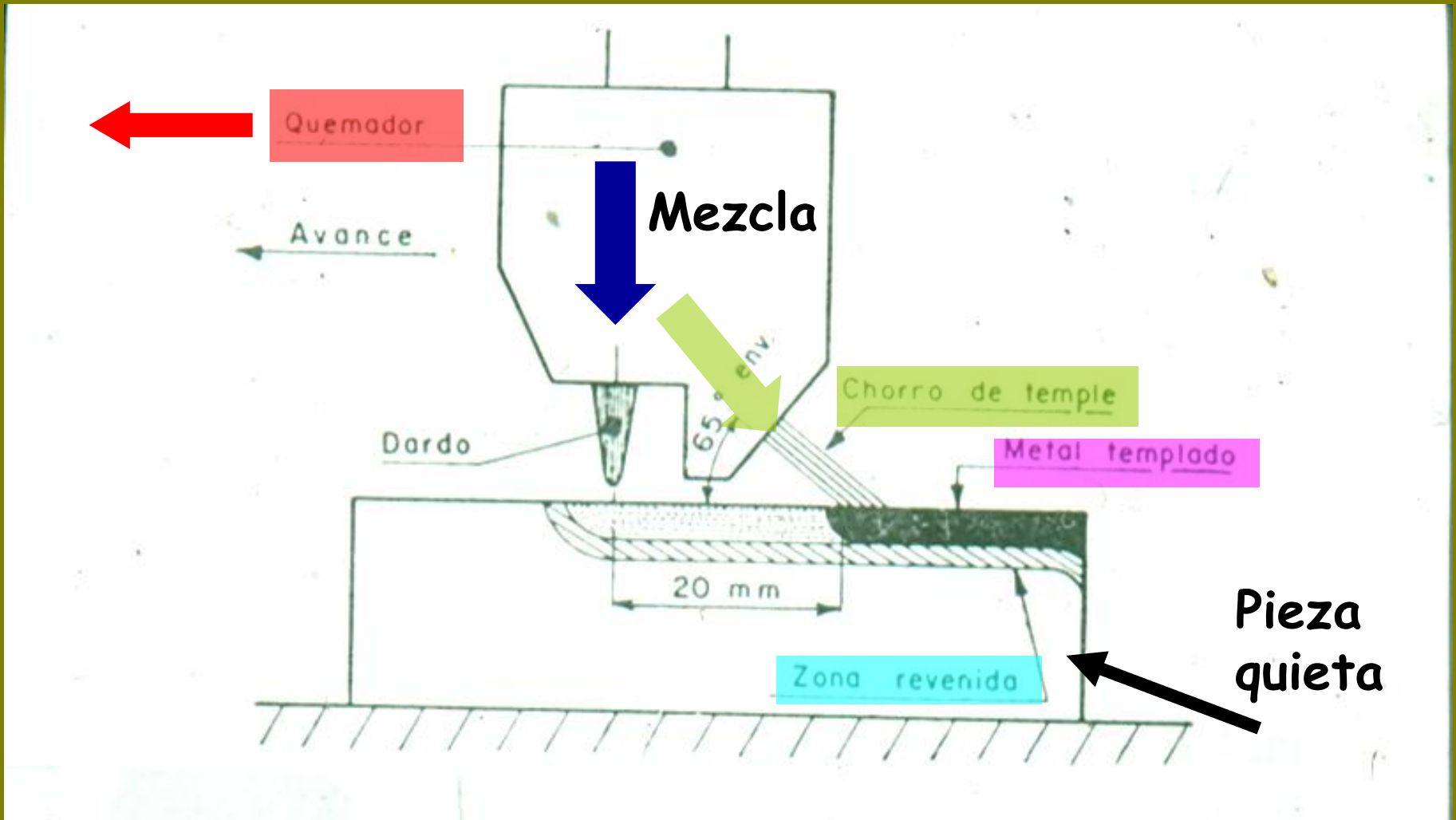


Tratamiento de temple superficial



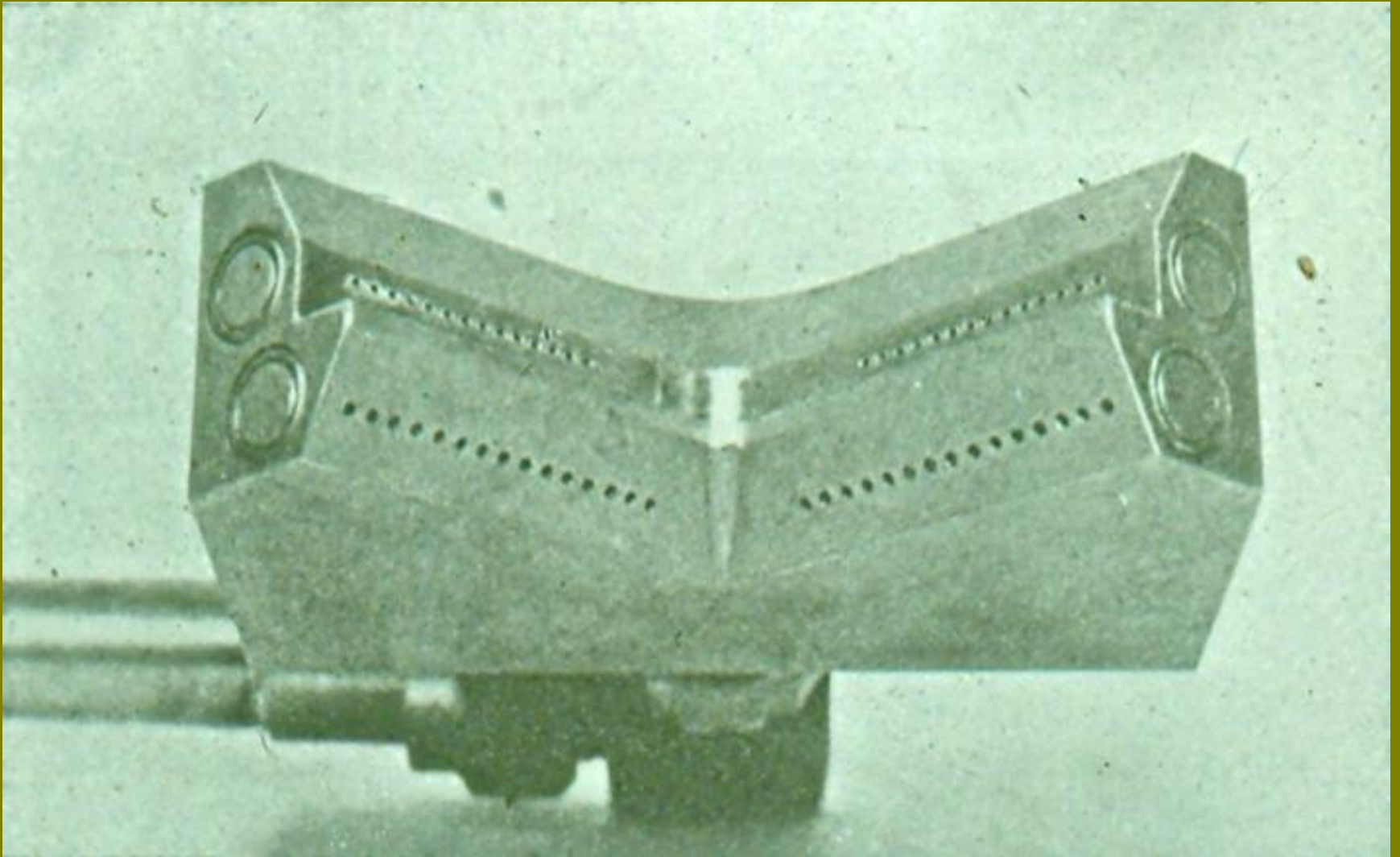
Soplete de temple

Tratamiento de temple superficial



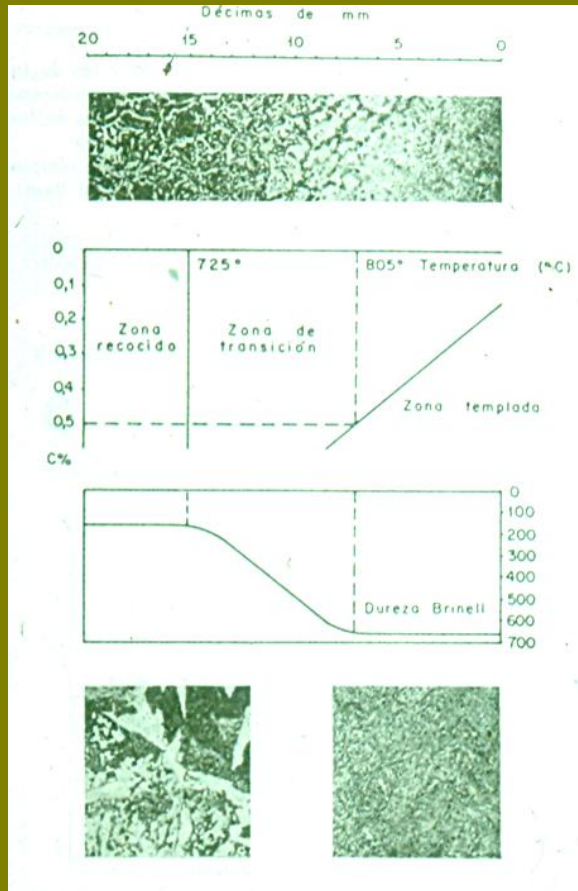
Esquema temple progresivo

Tratamiento de temple superficial

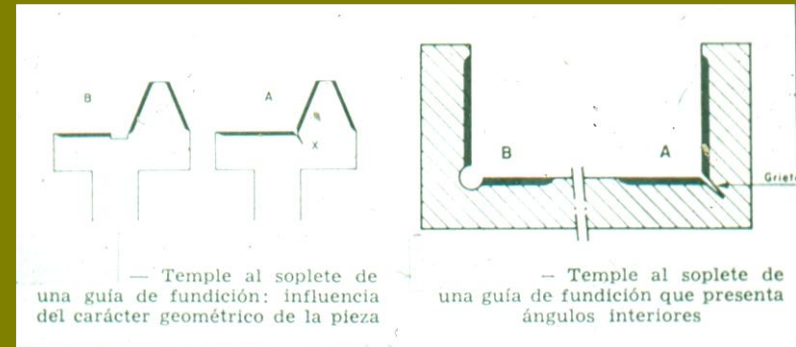


Quemador - enfriador

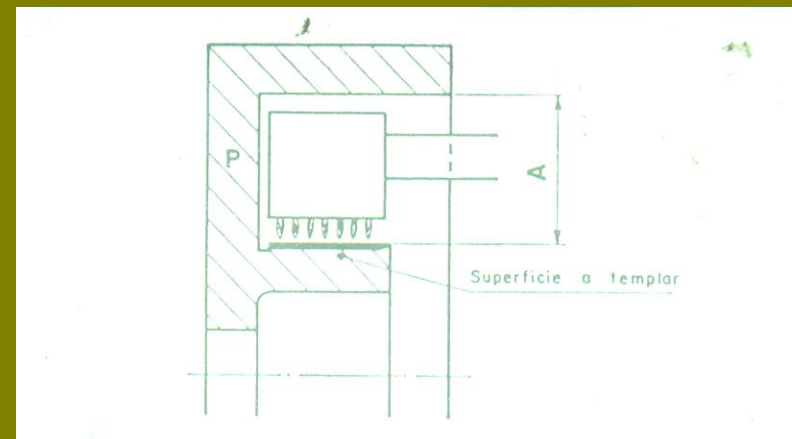
Tratamiento de temple superficial



Relación diagrama Fe-C
dureza microestructura

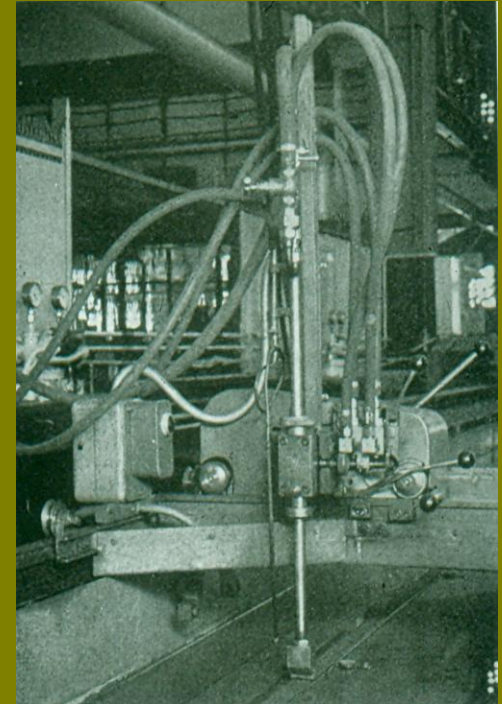
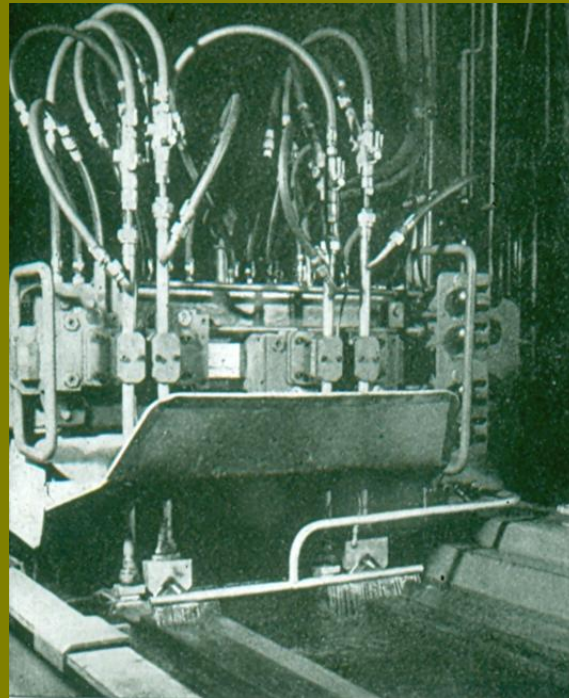
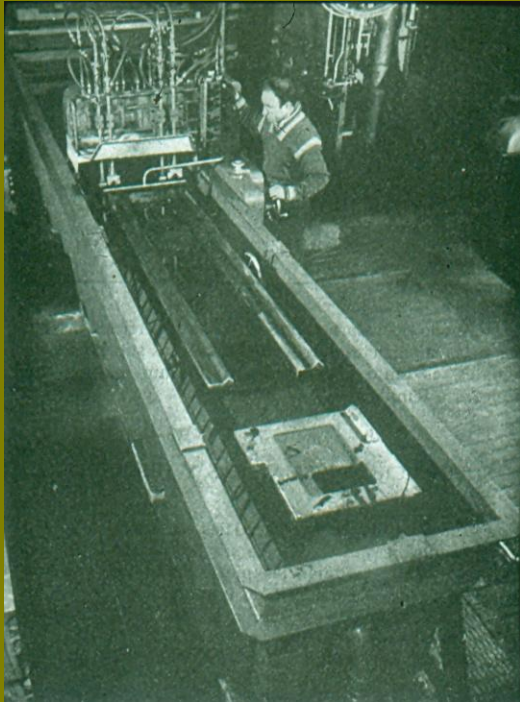


Puntos críticos



Dimensiones críticas

Tratamiento de temple superficial



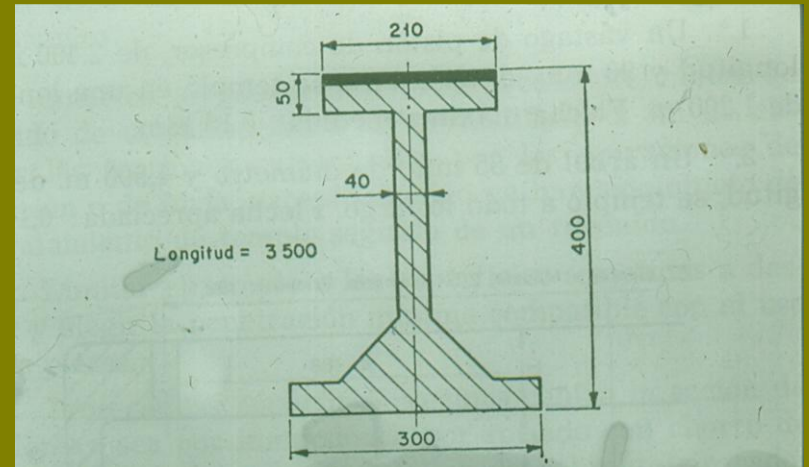
Bancadas de máquinas herramientas

Cremalleras

Tratamiento de temple superficial

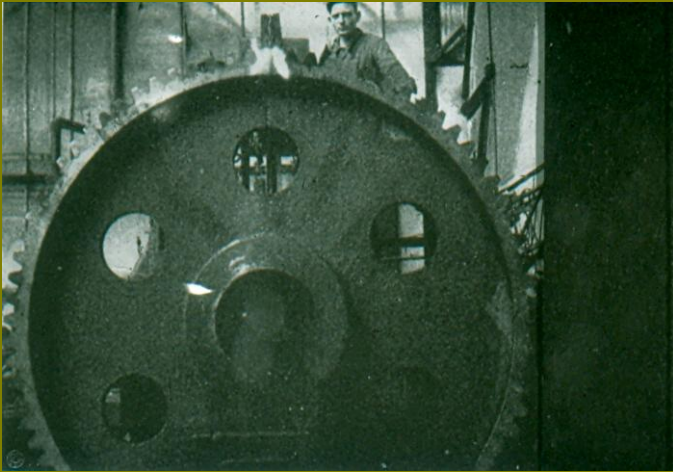


Tratamiento de rieles

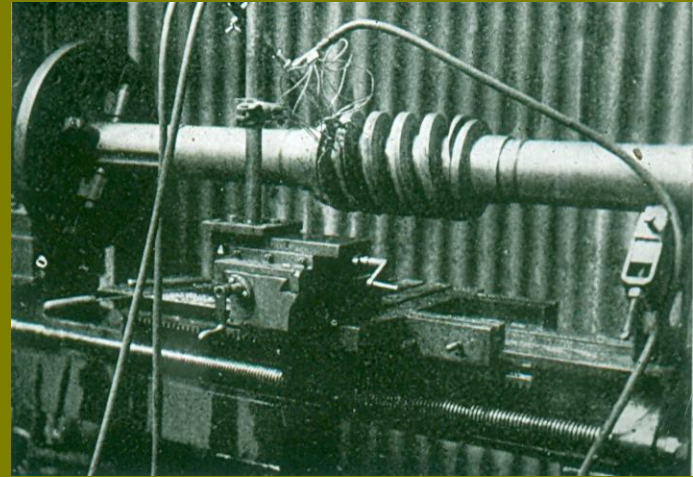


Corte esquemático transversal

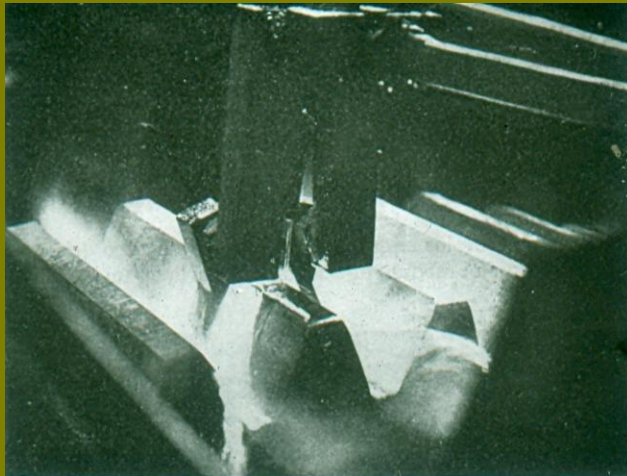
Tratamiento de temple superficial



Rueda dentada



Sin fin



Engranaje de alto módulo doble soplete

Tratamiento de temple superficial

- Calentamiento por inducción de alta frecuencia

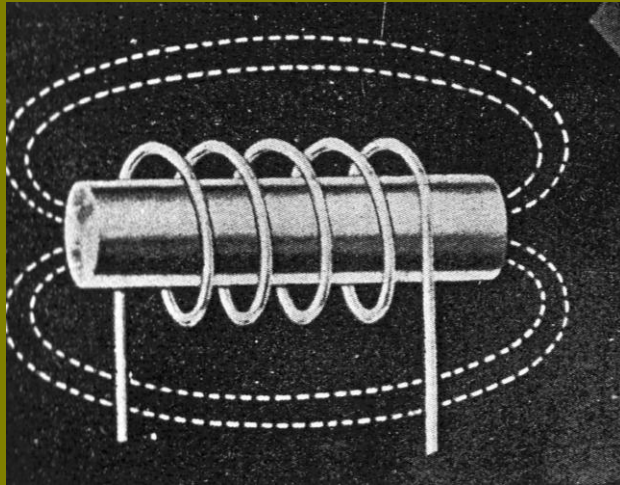
Procedimiento

- ✓ Las piezas se colocan en el interior de una espira, o conjunto de espiras de forma apropiada, por las que se hace pasar una corriente eléctrica de alta frecuencia que calienta la pieza
- ✓ La pieza adquiere calentamiento exclusivamente en la superficie, alcanzando una cierta profundidad y luego se enfría provocando el temple

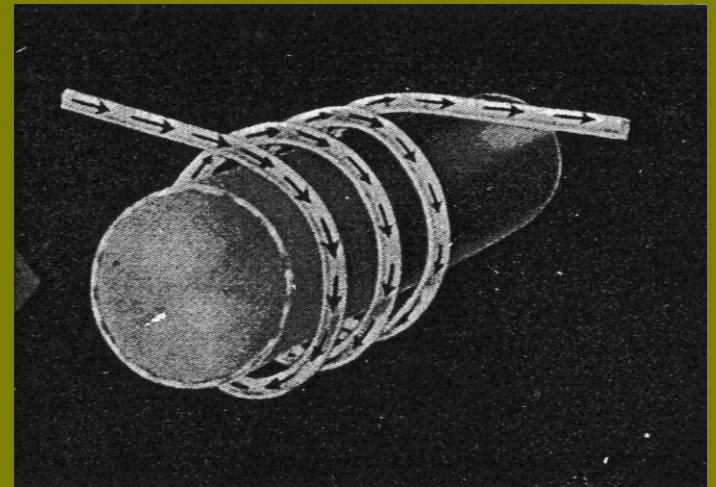
Tratamiento de temple superficial

- ✓ Las espiras están constituidas de un tubo de cobre refrigerado interiormente con agua
- Fundamento
 - ✓ La corriente eléctrica crea un campo magnético alternativo de alta frecuencia que a su vez da lugar a corrientes alternativas de alta frecuencia en la pieza, que calientan el acero
 - ✓ Un circuito de calentamiento por inducción es un transformador en el cual las espiras forman el primario por las que circula corriente alterna y la pieza el secundario

Tratamiento de temple superficial



Al pasar una corriente eléctrica por las espiras se crea un campo magnético que atraviesa el acero



La capa perisférica se calienta por corrientes de Foucault

Tratamiento de temple superficial

□ Calentamiento

El calentamiento se produce por dos efectos:

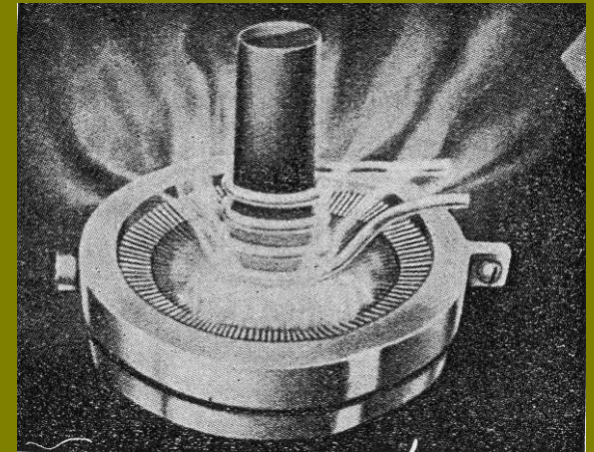
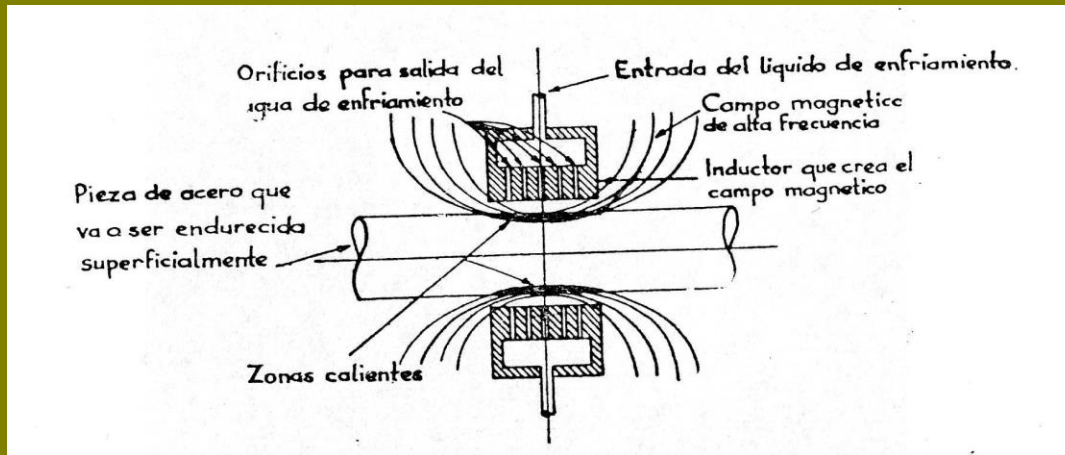
- ✓ Histéresis - Por acción del campo magnético las partículas de hierro tienden a polarizarse en un sentido, creándose en cada una un polo norte y uno sur. Al variar el sentido del campo con frecuencia estas siguen esas variaciones, creándose una fricción molecular interna, que genera calor.
- ✓ Este efecto se manifiesta hasta los 768°C cuando el acero pasa a ser paramagnético

Tratamiento de temple superficial

- ✓ Corrientes de Foucault - En la periferia de las piezas sometidas a campos magnéticos alternativos de alta frecuencia, se inducen corrientes superficiales de Foucault a las que la pieza ofrece resistencia y provoca calentamiento, alcanzándose en pocos segundos 800 a 1000°C
- ✓ El fenómeno está regido por la ley de Joule donde el calor desarrollado será proporcional a $R I^2$ donde R es la resistencia del circuito e I la intensidad de la corriente

Tratamiento de temple superficial

□ Instalaciones



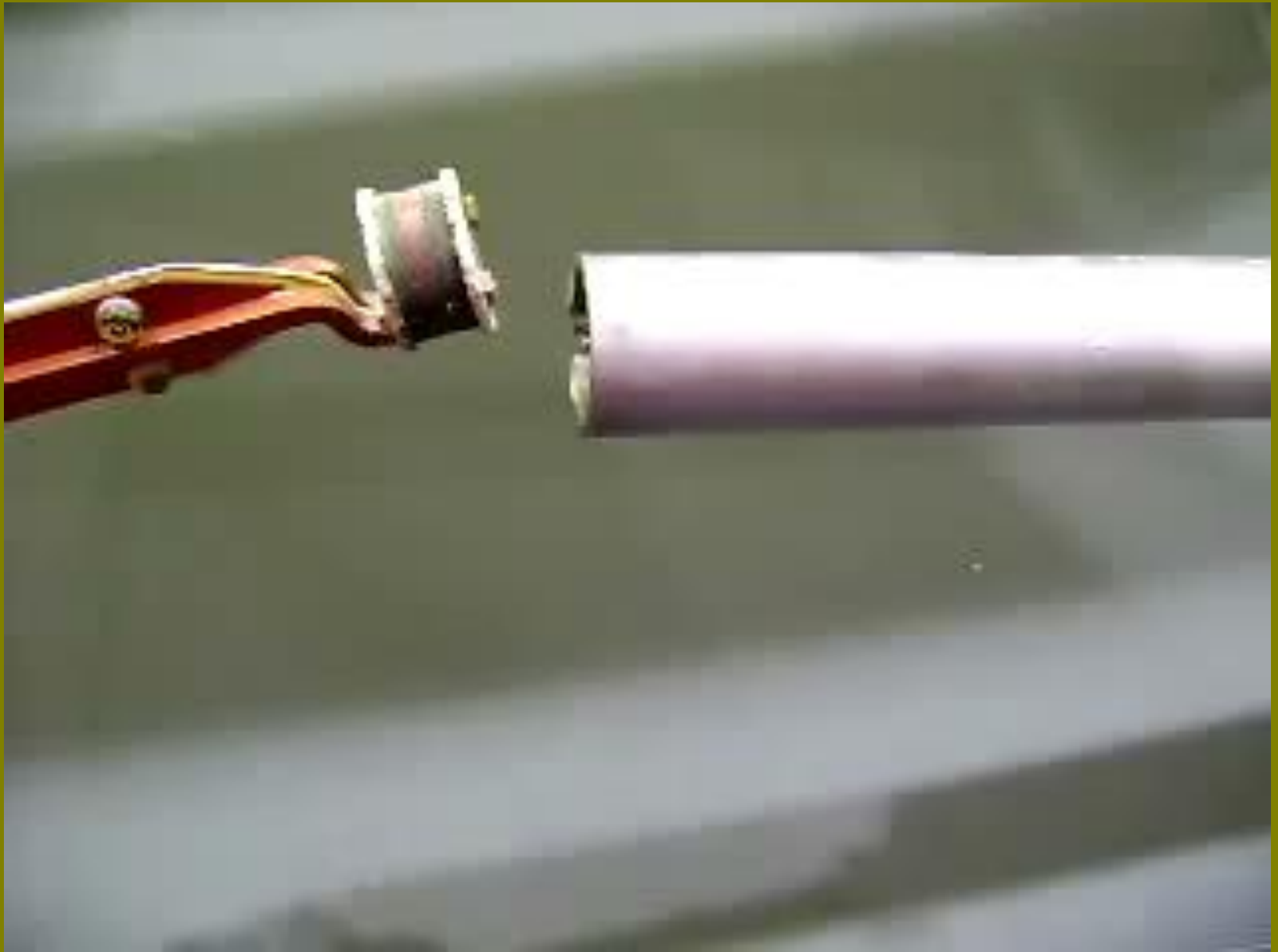
Esquemas y dispositivos para el endurecimiento superficial de barras de acero calentadas por corrientes de alta frecuencia













Д_а_к_а_л_к_а_в_а_л_о_в_ [www.keepvi.flv

Tratamiento de temple superficial

□ Control de la profundidad de calentamiento

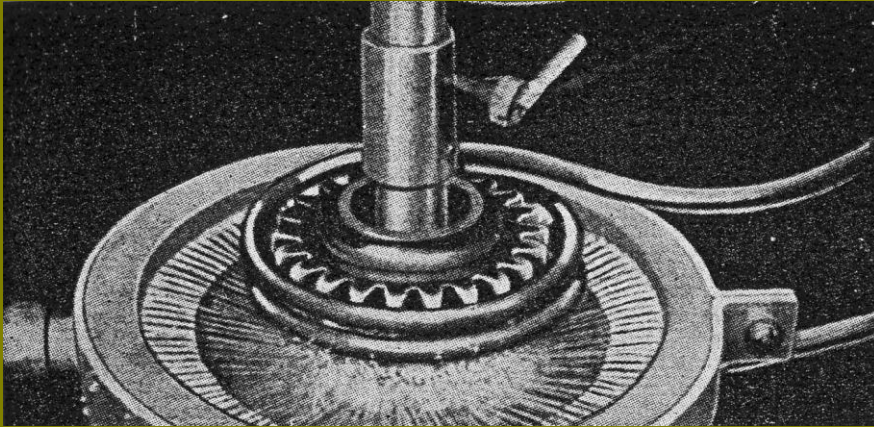
Modificando tres variables del proceso se pueden obtener variadas opciones de profundidad

✓ Frecuencia

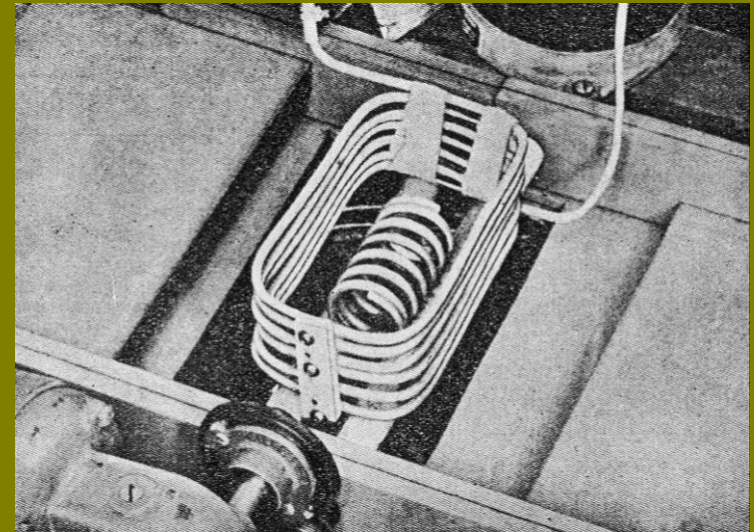
✓ Potencia

✓ Tiempo

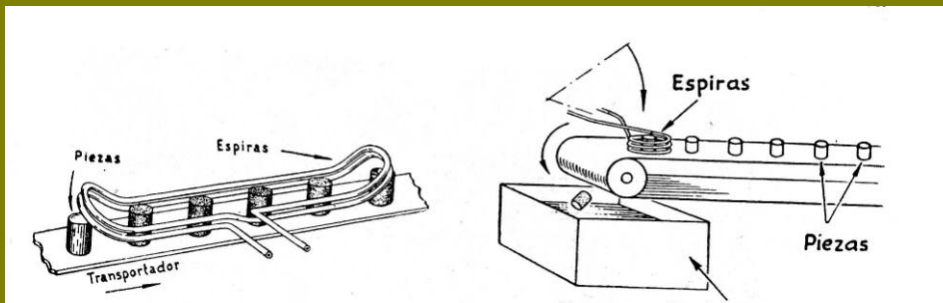
Tratamiento de temple superficial



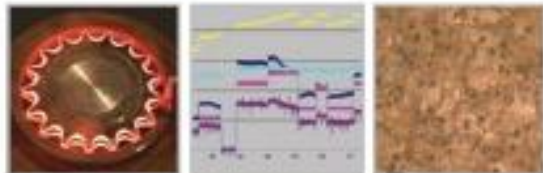
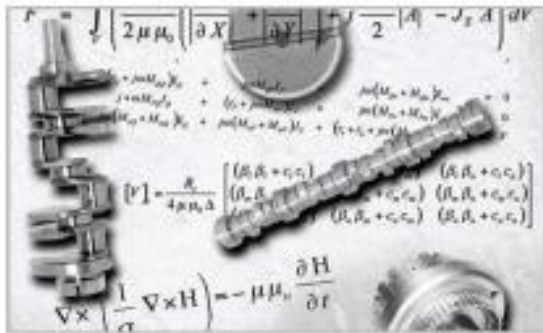
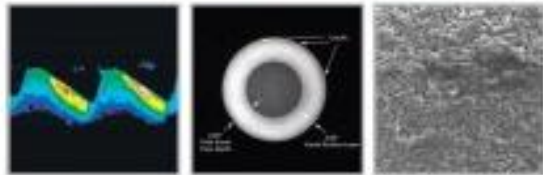
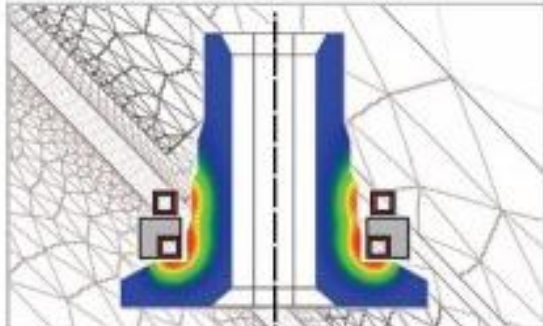
Temple de engranajes



Temple de resortes

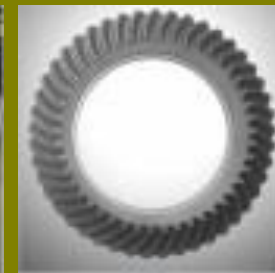
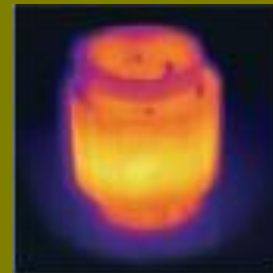


Temple de pequeñas piezas en cintas transportadoras



Maquinas de temple por inducción

Maquinas de temple por inducción



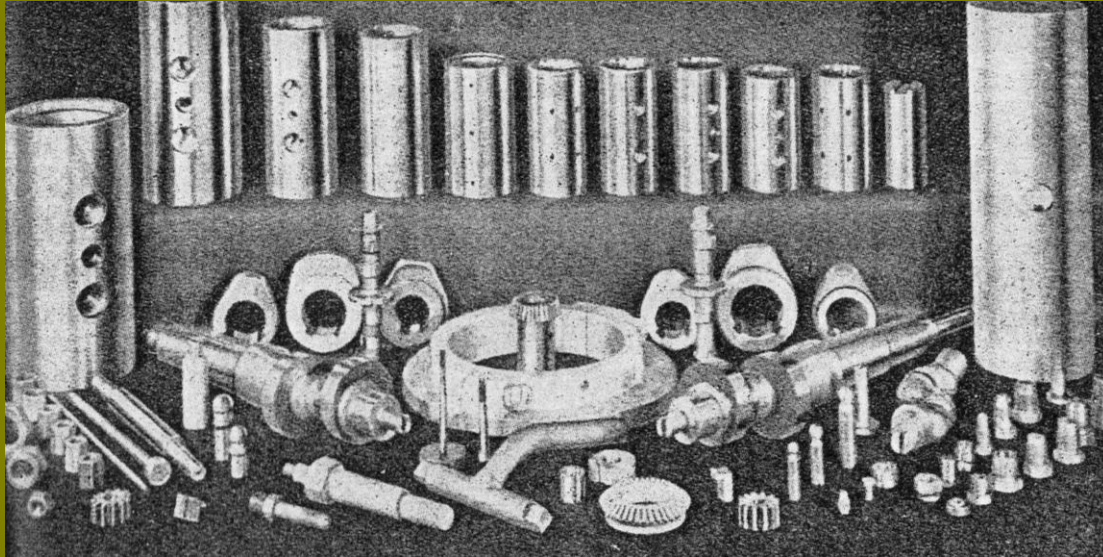
Maquinas de temple por inducción



Maquinas de temple por inducción



Tratamiento de temple superficial



75 piezas de un grupo motor compresor templadas por alta frecuencia en mucho menos tiempo que en un horno convencional