



FABRICACIÓN
ASISTIDA POR
COMPUTADOR

2º INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD MECÁNICA

TEMA 3-2. FRESADO

1. INTRODUCCIÓN. MOVIMIENTOS.
2. PARTES DE LA FRESADORA.
3. TIPOS DE FRESADO.
4. PARÁMETROS DEL FRESADO.
5. FUERZAS EN EL FRESADO.
6. SUJECIÓN DE LA PIEZA.
7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.



FABRICACIÓN
ASISTIDA POR
COMPUTADOR

2º INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD MECÁNICA

1. INTRODUCCIÓN. MOVIMIENTOS.

- **FRESADO:** MOVIMIENTO COORDINADO ENTRE UNA HERRAMIENTA ROTATIVA CON VARIAS PUNTAS Y UN AVANCE RECTO DE LA PIEZA.
- EL FRESADO ES UNA OPERACIÓN DE **CORTE INTERRUMPIDO**: LOS DIENTES DE LA FRESA ENTRAN Y SALEN DEL TRABAJO DURANTE UNA REVOLUCIÓN.
 - DIENTES SOMETIDOS A FUERZAS DE IMPACTO Y CHOQUE TÉRMICO EN CADA ROTACIÓN.
 - EL MATERIAL DE LA HERRAMIENTA Y LA GEOMETRÍA DEL CORTADOR DEBEN DISEÑARSE PARA SOPORTAR ESTAS CONDICIONES.
- **VENTAJAS DEL FRESADO:**
 - ALTA EFICIENCIA DEL MECANIZADO.
 - BUEN ACABADO SUPERFICIAL.
 - PRECISIÓN Y FLEXIBILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE FORMAS.

• **MVTO FUNDAMENTAL DE CORTE:**

- ROTATIVO
- HERRAMIENTA

• **MVTO FUNDAMENTAL DE AVANCE:**

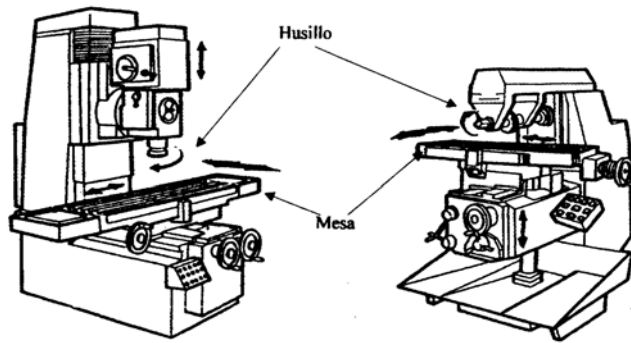
- RECTILÍNEO
- PIEZA O HERRAMIENTA



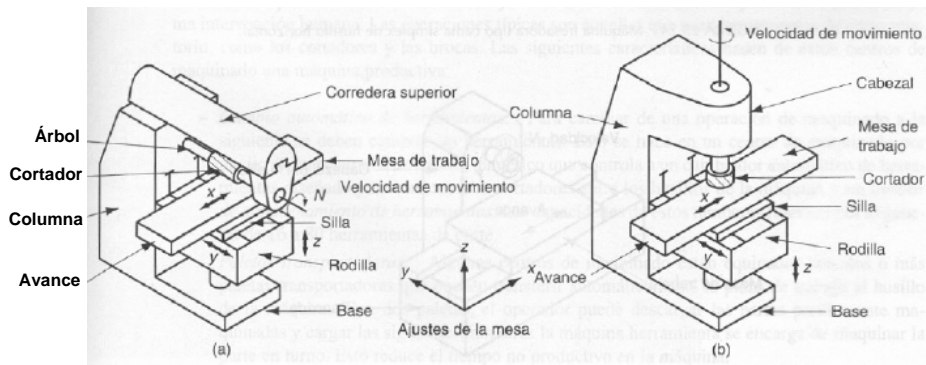
2. PARTES DE UNA FRESADORA.

Ejemplos de fresadoras:

- **Husillo:** lugar de montaje de la herramienta
-Debe producir el par necesario para producir el corte
- **Mesa:** lugar de montaje de la pieza
-Entre mesa y husillo se posibilitan movimientos en los 3 ejes

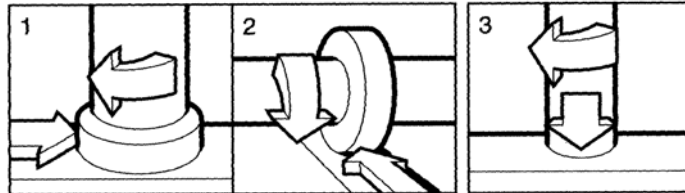


2. PARTES DE UNA FRESADORA.





3. TIPOS DE FRESADO.



1. FRESADO FRONTAL

- Avance perpendicular al eje de giro
- Profundidad de corte en dirección axial
- Corte producido por los filos periféricos
- Acabado superficial producido por los filos de la cara frontal

2. FRESADO PERIFÉRICO

- Avance perpendicular al eje de giro
- Profundidad de corte en dirección radial
- Corte producido por los filos periféricos

3. AVANCE AXIAL

- Avance y profundidad de corte en dirección axial
- Corte producido por los filos de la cara frontal
- Generalmente se taladra hasta una profundidad y luego se avanza radialmente



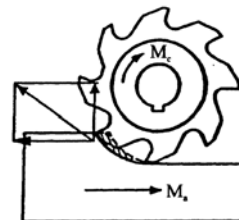
3. TIPOS DE FRESADO.

FRESADO EN CONCORDANCIA – EN OPOSICIÓN:

DEPENDIENDO DEL GIRO DE LA HERRAMIENTA RESPECTO A LA PIEZA:

FRESADO EN OPOSICIÓN. DIRECCIÓN DE AVANCE DE LA PIEZA OPUESTA A LA DE ROTACIÓN DE LA FRESA EN EL ÁREA DE CORTE. EL ESPESOR DE VIRUTA COMIENZA EN CERO E INCREMENTA SU ESPESOR AL FINAL DEL CORTE.

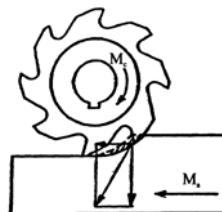
- FUERZAS TIENDEN A EMPUJAR PIEZA FUERA DE LA MESA.



FRESADO EN CONCORDANCIA.

DIRECCIÓN DE AVANCE DE LA PIEZA LA MISMA QUE LA DE ROTACIÓN DE LA FRESA EN EL ÁREA DE CORTE. EL ESPESOR DE VIRUTA VA DISMINUYENDO DESDE EL COMIENZO DE CORTE HASTA EL FINAL DEL CORTE.

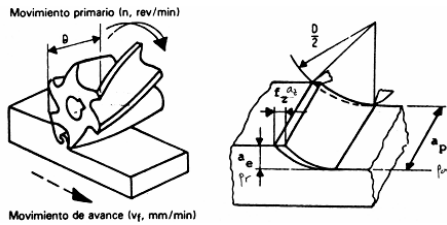
- PREFERIBLE CUANDO LO PERMITAN LA MÁQUINA-HERRAMIENTA, LOS AMARRES Y LA PIEZA DE TRABAJO.



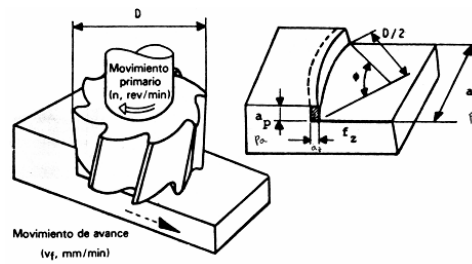


3. TIPOS DE FRESADO.

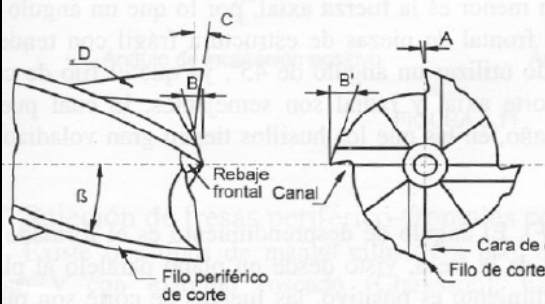
Periférico



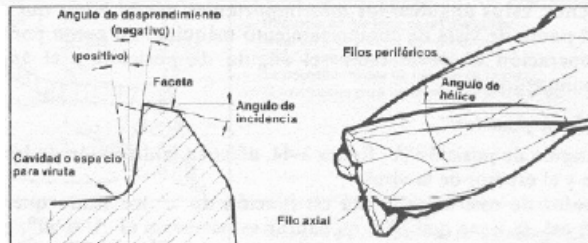
Frontal



3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO PERIFÉRICO.



- A : Ángulo de desprendimiento radial
- B : Ángulo de incidencia frontal
- B' : Ángulo de incidencia
- C : Ángulo de concavidad del filo de corte del extremo
- D : Cara de desprendimiento
- β : Ángulo de hélice o ángulo de desprendimiento axial



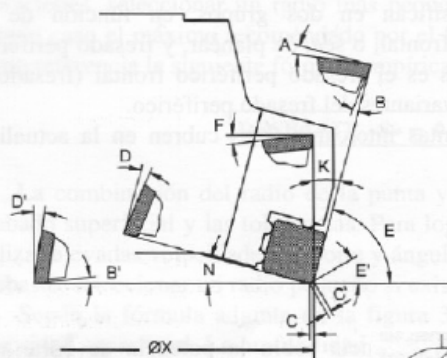


3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO PERIFÉRICO.

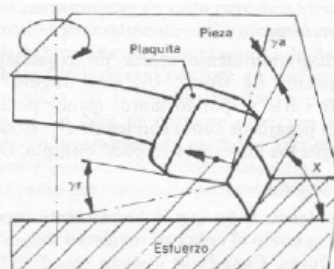
- **ÁNGULO DE DESPRENDIMIENTO (γ):**
 - AFECTA AL CONSUMO DE POTENCIA DE CORTE, RESISTENCIA DEL FILO Y LA FORMACIÓN DE VIRUTA.
 - UN GRAN ÁNGULO POSITIVO PRODUCE PEQUEÑAS FUERZAS DE CORTE Y POR LO TANTO, MENOR POTENCIA REQUERIDA PERO DEBILITA EL FILO.
 - MECANIZADO DE ACERO → ENTRE 10 Y 15°.
 - ALEACIONES LIGERAS → ENTRE 20 Y 25°.
- **ÁNGULO DE INCIDENCIA (α):**
 - EVITA QUE LA HERRAMIENTA ROCE CON LA PIEZA. POR LO GENERAL, OSCILA ENTRE 5 Y 12°. PARA LOS MATERIALES DÚCTILES COMO EL COBRE SE REQUEREN MAYORES ÁNGULOS QUE PARA LOS MATERIALES MAS DUROS.
- **ÁNGULO DE LA HÉLICE (λ):**
 - HACE QUE LA ARISTA DE CORTE VAYA PENETRANDO PROGRESIVAMENTE EN EL MATERIAL PROVOCANDO UN CORTE SUAVE AL TIEMPO QUE REDUCE LA FUERZA AXIAL.



3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO FRONTAL.



- A: Ángulo de desprendimiento
- B: Ángulo de incidencia de corte principal
- B': Ángulo de incidencia de corte secundario
- C: Ancho de corte secundario
- C': Ancho de chaflán
- D: Ángulo de inclinación
- D': Ángulo de inclinación axial
- E: Ángulo de posición
- E': Ángulo de entrada del chaflán
- F: Ángulo de desprendimiento radial
- K: Ángulo de situación ($90 - E$)
- N: Ángulo de salida
- X: Diámetro de la fresa





3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO FRONTAL.

• **ÁNGULO DE POSICIÓN (κ):**

- AFECTA A LA DIRECCIÓN DE LAS FUERZAS DE CORTE Y EL ESPESOR DE LA VIRUTA.
- ESTE ÁNGULO ESTÁ EN FUNCIÓN DE LA OPERACIÓN QUE SE VA A REALIZAR. PARA ESCUADRAR ES NECESARIO $\kappa = 90^\circ$, MIENTRAS QUE PARA PLANEAR SE PUEDE TOMAR EL ÁNGULO MÁS CONVENIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS.
- LOS ÁNGULOS DE POSICIÓN MÁS FRECUENTES VARIAN ENTRE 45° Y 75° . EL ÁNGULO MENOR A 90° HACE QUE EL FILO DE CORTE SEA ROBUSTO Y SE PRODUZCA FÁCILMENTE LA EVACUACIÓN DE LAS VIRUTAS.
- EL CONTACTO INICIAL PLAQUITA-PIEZA ES MÁS FAVORABLE CON ÁNGULOS PEQUEÑOS.
- EL ESPESOR DE VIRUTA ES MÁXIMO PARA $\kappa=90^\circ$, DISMINUYENDO CON κ .
- CUANTO MAYOR ES κ , MENOR ES LA FUERZA AXIAL.
- LOS EJES DE LAS FRESADORES TIENEN SU MAYOR RESISTENCIA EN SENTIDO AXIAL.
- LA COMPONENTE RADIAL TIENDE A PRODUCIR VIBRACIONES.
- PARA EL MISMO TAMAÑO DE PLAQUITA, LA PROFUNDIDAD ÚTIL AUMENTA CON κ .
- PARA EL MECANIZADO PESADO, UTILIZAR UN ÁNGULO DE 45° , YA QUE EL FILO DE CORTE ES MÁS ROBUSTO; TAMBIÉN LA FUERZA DE CORTE AXIAL Y RADIAL SON SEMEJANTES, LO CUAL PUEDE SER FAVORABLE PARA FRESADORAS DE GRAN TAMAÑO EN LAS QUE LOS HUSILLOS TIENEN GRAN VOLADIZO, POR TANTO, LA FUERZA RADIAL DÉBIL.

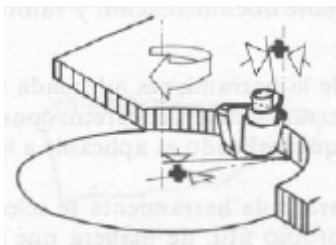


3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO FRONTAL.

ÁNGULO DE DESPRENDIMIENTO (γ_r) Y DE INCLINACIÓN (γ_a):

HAY TRES TIPOS DE FRESAS EN FUNCIÓN DE LA COMBINACIÓN DE LOS ÁNGULOS DE DESPRENDIMIENTO E INCLINACIÓN.

DETERMINAN DE QUÉ MANERA TRABAJA LA HERRAMIENTA Y EJERCEN UN EFECTO CONSIDERABLE SOBRE LA CAPACIDAD DE CORTE, SALIDA DE VIRUTA, DURACIÓN DE LA HERRAMIENTA Y FUERZA DE CORTE, DIRECCIÓN Y MAGNITUD.



γ_a positivo, γ_r positivo.

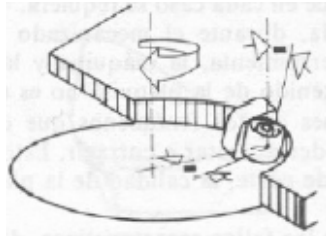
- Mínimas fuerzas de corte.
- Poco consumo de potencia.
- Formación de viruta ventajosa para su extracción.
- Buena solución para materiales dúctiles que presentan problemas de filo de aportación.
- Ventajoso para el mecanizado de piezas no muy estables.



FABRICACIÓN
ASISTIDA POR
COMPUTADOR

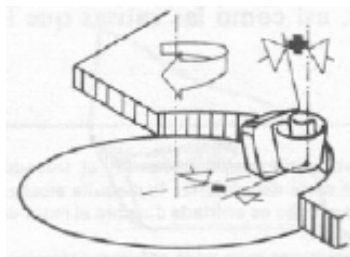
2º INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD MECÁNICA

3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO FRONTAL.



γ_a negativo, γ_r negativo.

- Robustez en los filos de las plaquitas.
- Ideal para mecanizar con choques.
- Gran consumo de potencia.
- Se necesita rigidez de fijación de la pieza.
- Desventajoso para materiales de viruta larga.



γ_a positivo, γ_r negativo.

- Ideal para profundidades de corte grandes.
- Buen desalajo de viruta.
- Filo muy robusto.
- Buena solución para mecanizados en general.



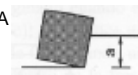
FABRICACIÓN
ASISTIDA POR
COMPUTADOR

2º INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL
ESPECIALIDAD MECÁNICA

3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO FRONTAL.

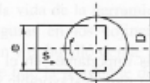
• TAMAÑO DE LA PLAQUITA:

- SE RECOMIENDA QUE LA PROFUNDIDAD DE CORTE NO EXCEDA LAS 2/3 DE LA LONGITUD DE LA ARISTA DE CORTE.
- EL TAMAÑO DE PLAQUITA MÁS HABITUAL ES DE 12 mm.



• DIÁMETRO DE LA FRESA.

- NORMALMENTE SE APLICA $D \approx 1,25 \times e$ (e = ancho de fresado)
- EL DIÁMETRO DE LA FRESA DEBE GUARDAR LA RELACIÓN CORRECTA A LA POTENCIA DE ACCIONAMIENTO DISPONIBLE.
- NO ES CONVENIENTE DISMINUIR EL AVANCE EN VEZ DEL DIÁMETRO DE LA FRESA PARA REDUCIR LA POTENCIA.
- EL MECANIZADO MÁS ECONÓMICO SE OBTIENE SELECCIONANDO EL MAYOR DE LOS AVANCES RECOMENDADOS AL RESPECTO.
- EN ALGUNOS CASOS PUEDE SER MÁS VENTAJOSO SELECCIONAR UNA FRESA DE MENOR DIÁMETRO Y CUBRIR EL ANCHO EN DOS PASADAS.
- SE DEBE EVITAR QUE EL ANCHO DE FRESADO SEA IGUAL AL DIÁMETRO DE LA FRESA.
- EL DIÁMETRO DE LA FRESA NO DEBE SOBREPASAR EL DOBLE DEL DIÁMETRO DEL HUSILLO. (TENDENCIA A VIBRACIONES).





3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO FRONTAL.

PASO DE LA FRESA:

EL ESPESOR MÍNIMO DE LA VIRUTA DEBE SER SUPERIOR AL MÍNIMO Y POR LO MENOS DOS FILOS DEBEN ESTAR CORTANDO SIMULTÁNEAMENTE. ADEMÁS, EL ESPACIO ENTRE DIENTES DEBE SER SUFICIENTE PARA PERMITIR EL ALOJAMIENTO DE LA VIRUTA PRODUCIDA.

PASO GRANDE:

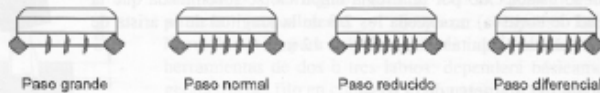
- PARA PASADAS PROFUNDAS EN PIEZAS GRANDES.
- PARA DESBASTES Y ACABADOS DE ACERO.

PASO NORMAL:

- PARA MECANIZADO EN GENERAL, CUANDO LA POTENCIA DE LA MÁQUINA NO LIMITA EL AVANCE DE LA PLAQUITA.
- PARA FRESADO DE SUPERFICIES ESTRECHAS, EN EL CUAL ES CONVENIENTE QUE HAYA MAS DE UN DIENTE EN CORTE.

PASO REDUCIDO:

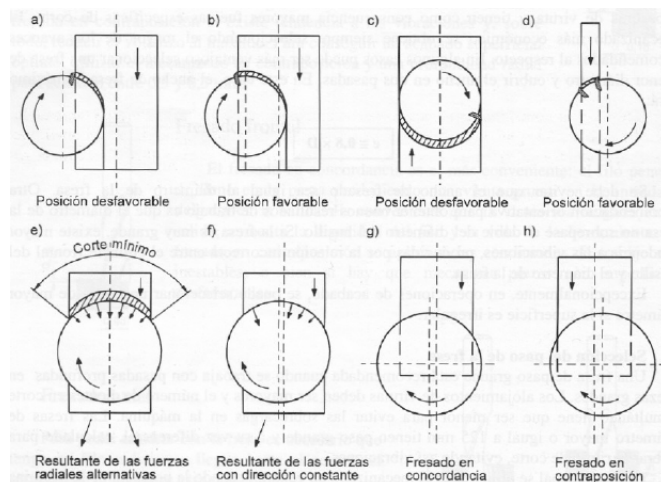
- MECANIZADO DE FUNDICIÓN CON GRANDES AVANCES Y EN PIEZAS CON SUJECIÓN DÉBIL CON RIESGO DE VIBRACIÓN.
- GENERAN BUENOS ACABADOS SUPERFICIALES.



3. TIPOS DE FRESADO. FRESADO FRONTAL.

POSICIONAMIENTO DE LA FRESA EN EL FRESADO FRONTAL:

EL CONTACTO INICIAL ENTRE EL FILO DE CORTE Y LA PIEZA PUEDE SER MUY DESFAVORABLE SEGÚN LA POSICIÓN DE LA FRESA CON RESPECTO A LA PIEZA.

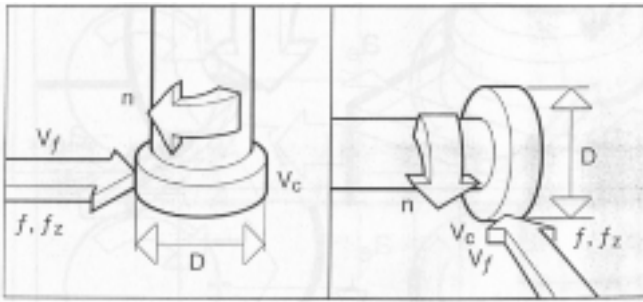




4. PARÁMETROS DEL FRESADO.

1. **VELOCIDAD DEL HUSILLO n (rpm):** VELOCIDAD ANGULAR DE LA HERRAMIENTA DE FRESADO EN EL HUSILLO.
2. **VELOCIDAD DE CORTE v_c (m/min):** VELOCIDAD PERIFÉRICA CON LA QUE LOS FILOS DE CORTE MECANIZAN LA PIEZA

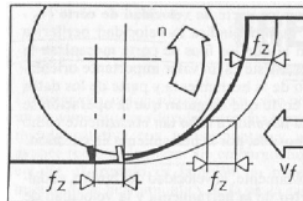
$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$



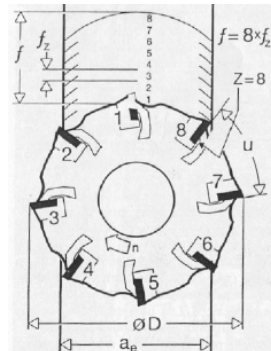
4. PARÁMETROS DEL FRESADO.

3. **VELOCIDAD DE AVANCE v_f (mm/min):** DISTANCIA RECORRIDA POR LA HERRAMIENTA CONTRA LA PIEZA POR UNIDAD DE TIEMPO.
4. **AVANCE POR REVOLUCIÓN f (mm/rev):** DISTANCIA QUE SE MUEVE LA HERRAMIENTA DURANTE UNA ROTACIÓN.
5. **AVANCE POR DIENTE f_z (mm/diente):** DISTANCIA QUE RECORRE LA HERRAMIENTA MIENTRAS UN DIENTE EN CONCRETO ESTÁ IMPLICADO EN EL CORTE.
 - ES UN VALOR CLAVE PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LA SUPERFICIE EN UNA OPERACIÓN DE PLANEADO.

$$u = \frac{\pi \cdot D}{z} \text{ (mm)}$$



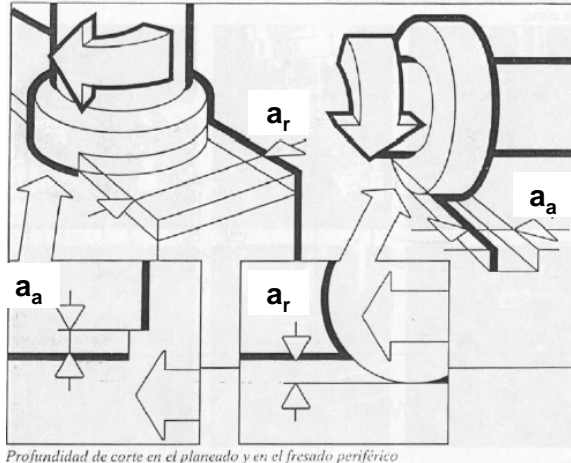
$$f_z = \frac{v_f}{n \times z} \text{ (mm)} \quad f = \frac{v_f}{n} \text{ (mm/rev)}$$





4. PARÁMETROS DEL FRESADO.

5. PROFUNDIDADES DE CORTE AXIAL a_a (mm) Y RADIAL a_r (mm)



Profundidad de corte en el planeado y en el fresado periférico



5. FUERZAS EN EL FRESADO.

FUERZAS EN EL FRESADO: VARIABLES EN DIRECCIÓN Y MAGNITUD:

- VIBRACIONES.
- DEFORMACIONES EN LAS PIEZAS Y LAS HERRAMIENTAS.
- PROBLEMAS PARA LA SUJECIÓN DE PIEZAS Y HERRAMIENTAS.
- NORMALMENTE SE TRABAJA CON EL VALOR MEDIO. PARA ELLO SE SUPONE QUE LA VIRUTA ARRANCADA TIENE ESPESOR CONSTANTE.

UN **ESPESOR DE VIRUTA** MUY PEQUEÑO AL INICIARSE EL CORTE, CREA FUERZAS QUE TIENDEN A SEPARAR LA PIEZA DE LA MESA. LA PLAQUITA EJERCE UN EFECTO DE FRICCIÓN, PROVOCANDO SERIOS DESGASTES.

SE DEBE GARANTIZAR UN **ESPESOR MEDIO DE VIRUTA:**

FRESADO FRONTAL →

$$h_m = \frac{\sin \kappa \cdot 360 \cdot a_r \cdot f_z}{\pi \cdot D \cdot \arcsin\left(\frac{a_r}{D}\right)} \geq 0.1 \text{ mm}$$

FRESADO PERIFÉRICO →

$$h_m = f_z \cdot \sqrt{\frac{a_r}{D}} \geq 0.04 \text{ mm}$$

SECCIÓN MEDIA DE VIRUTA:

$$A_M = h_M \frac{a_A}{\sin(\kappa)}$$

FUERZA MEDIA DE LOS FILOS CORTANTES:

$$F_{TM} = K_{SM} \cdot A_M$$



5. FUERZAS EN EL FRESADO.

K_{SM} es el valor medio de la fuerza específica de corte

- Se consulta en tablas
- Se ajusta en función de la geometría de la herramienta. Su valor aumenta un 1.5% por cada grado que disminuye el ángulo de desprendimiento.
- Se ajusta en función del espesor de viruta

Tabla para factores de corrección del valor k_{sm} de acuerdo con variaciones en el espesor medio de la viruta.

| hm (pulgada) | hm (mm) | factor |
|--------------|---------|--------|
| ,002 | 0,05 | 1,50 |
| ,004 | 0,10 | 1,23 |
| ,006 | 0,15 | 1,10 |
| ,008 | 0,20 | 1,00 |
| ,010 | 0,25 | 0,94 |
| ,012 | 0,30 | 0,89 |
| ,014 | 0,35 | 0,85 |
| ,016 | 0,40 | 0,81 |
| ,018 | 0,45 | 0,79 |
| ,020 | 0,50 | 0,76 |
| ,024 | 0,60 | 0,72 |
| ,028 | 0,70 | 0,69 |
| ,032 | 0,80 | 0,66 |
| ,036 | 0,90 | 0,64 |
| ,040 | 1,00 | 0,62 |

Tabla para valores k_{sm} según los tipos de material de la pieza a trabajar. (El espesor medio de la viruta es 0,2 mm o 0,008 pulgadas)

| Material | Dureza HB | ks | |
|--|--------------------------------|--------------------|-------------------------|
| | | Kp/mm ² | lb/pulgada ² |
| Acero al carbono no aleado normalizado | C 0,15% | 125 | 245 |
| | C 0,35% | 150 | 270 |
| | C 0,70% | 250 | 295 |
| Acero poco aleado | Recocido | 125-200 | 285 |
| | Endurecido | 200-450 | 350 |
| Acero altamente aleado | Recocido | 150-250 | 315 |
| | Endurecido | 250-500 | 365 |
| Acero inoxidable | Ferr. Mart. Aust. | 175-225 | 325 |
| | | 150-200 | 350 |
| Acero fundido (inoxidable) | No aleado | 225 | 230 |
| | Poco aleado | 150-250 | 250 |
| | Altamente aleado | 150-300 | 285 |
| Acero al manganeso | >50 HRC | 600 | 853200 |
| Fundición maleable | Viruta corta | 110-145 | 195 |
| | Viruta larga | 200-250 | 180 |
| Fundición gris | Poca resistencia a la tracción | 150-225 | 125 |
| Fundición gris & fundición aleada | | | |
| | Alta resistencia a la tracción | 200-300 | 160 |
| Fundición nodular, hierro SG | Ferrítica | 125-200 | 135 |
| | Perlítica | 200-300 | 200 |
| Fundición endurecida en coquilla | HRC 40-60 | 425 | 604350 |
| Aluminio aleado | | 100 | 75 |



5. FUERZAS EN EL FRESADO.

Par de corte M

$$M = F_{TM} \cdot z_{CORTE} \cdot \frac{D}{2}$$

Donde z_{CORTE} es el número de dientes cortando en un momento dado (valor medio)

$$z_{CORTE} = z \cdot \frac{\phi}{360}$$

Sustituyendo z_{CORTE} y F_{TM} se obtiene:

$$M = K_{SM} \cdot \frac{s_z \cdot a_R \cdot a_A \cdot z}{2\pi} (N \cdot mm)$$

Potencia de corte P

$$P = M \cdot \omega$$

$$P = K_{SM} \cdot \frac{s_z \cdot a_R \cdot a_A \cdot z}{2\pi} \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} (N \cdot mm/s) = K_{SM} \cdot \frac{s_z \cdot a_R \cdot a_A}{6 \cdot 10^7} (KW)$$

$$P_{MH} = \frac{P}{\eta} (KW)$$



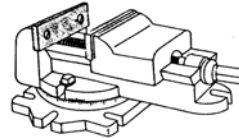
6. SUJECIÓN DE LAS PIEZAS.

Objetivos:

- Inmovilización correcta de la pieza
- Accesibilidad de las zonas a mecanizar
- Capacidad para absorber los esfuerzos del mecanizado
- Protección contra deformaciones para la pieza
- Tiempos de amarre y desamarre cortos

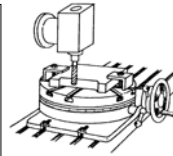
Modo 1: sujeción con mordazas o tornillos de máquina

- La pieza se sujeta por presión
- Accionamiento mecánico, neumático o hidráulico
- Tipología en función de los grados de libertad:
 - Mordaza **sencilla**
 - Mordaza **giratoria**
 - Mordaza **universal**

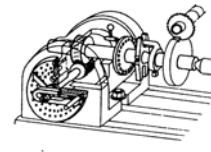


Modo 2: sujeción con platos divisores

- El plato permite sujetar la pieza y tiene posibilidad de giro
- Permite trabajar con distintas orientaciones
- Permite procesos de **torno-fresado**
- Sujeción de pieza similar a la del torneado:
 - Al aire
 - Entre plato y punto
 - Entre puntos



Plato vertical



Plato horizontal

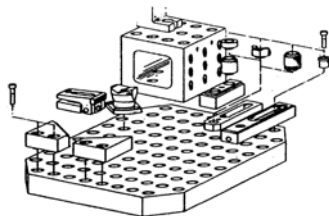


6. SUJECIÓN DE LAS PIEZAS.

Modo 3: sujeción directa sobre la mesa

- Empleado para piezas grandes
- La pieza se fija mediante el uso de bridas, tornillos, calzos, cuñas, etc.
- Importante direccionar adecuadamente los esfuerzos

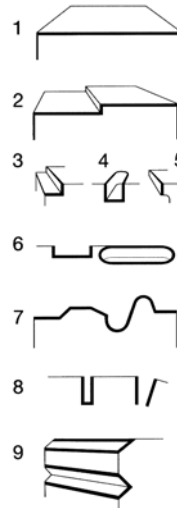
Modo 4: sistemas de sujeción modulares



- Basados en una placa base con agujeros o ranuras
- Los elementos de sujeción (bridas, posicionadores, etc. están estandarizados)
- Sistema flexible, adaptable a multitud de piezas
- Debido a la estandarización, son configurables por CAD

7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.

1. Planeado
2. Planeado en escuadra
3. Escuadrado
4. Ranurado
5. Canteado
6. Alojamiento o vaciados
7. Copiados
8. Ranuras y cortes
9. Chaflanes

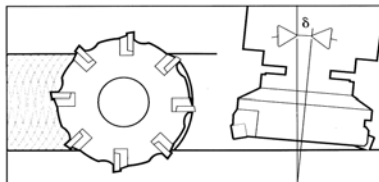


7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.

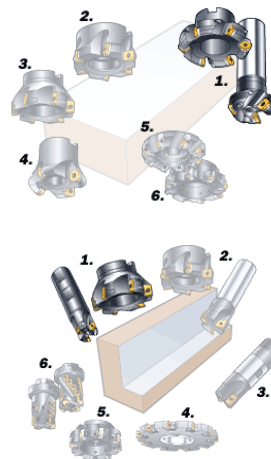
Planeado y planeado en escuadra:

- Intención: generar superficies planas
- Planeado en escuadra: se utiliza una fresa para planear con ángulo de posición de 90º
- Por lo general es más ventajoso utilizar un ángulo de posición menor

Inclinación del husillo en el planeado:



Objetivo: evitar el *corte en retroceso*: estropea el acabado superficial

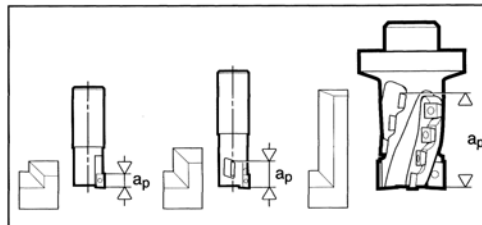
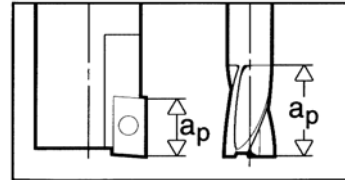




7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.

Escuadrado y canteado

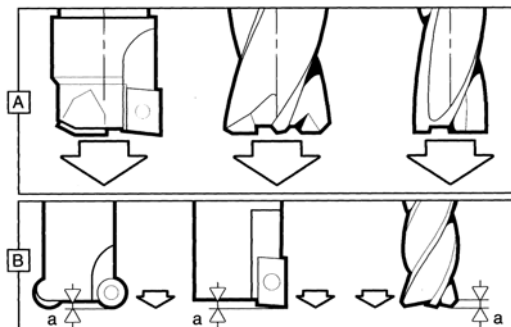
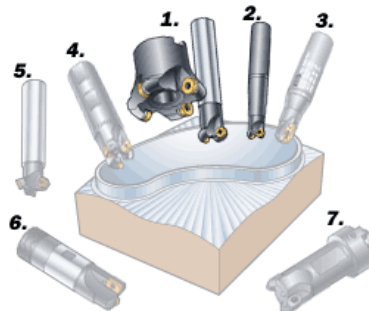
- Fresado fundamentalmente lateral, con capacidad añadida de profundidad de corte (planeado)
- Caso particular: canteado. Fresado completamente lateral
- Espesor y profundidad de los cortes determinan el tamaño de la herramienta
- Problema importante de evacuación de viruta (aire comprimido, líquido refrigerante)
- Distintos tipos de fresas en función de la profundidad de corte requerida



7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.

Alojamientos o vaciados

- Taladrado hasta una determinada profundidad y fresado posterior
- O bien fresado en rampa en varios cortes
- Para taladrar es necesario que los filos de corte atraviesen el centro de la herramienta
- Fresas muy polivalentes: aplicables a taladrados y/o ranurados

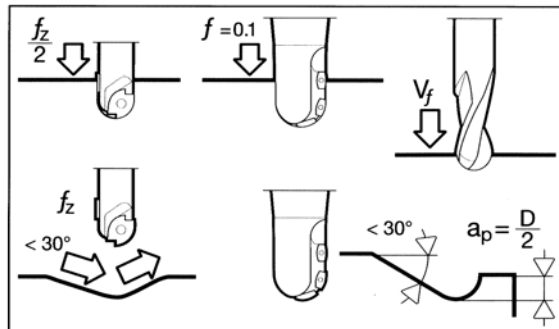




7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.

Copiados o contornos

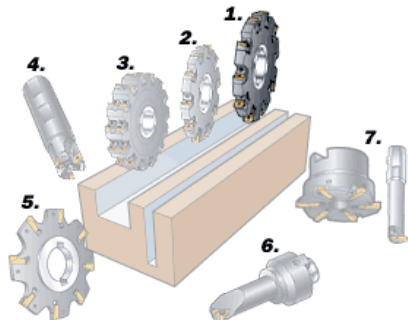
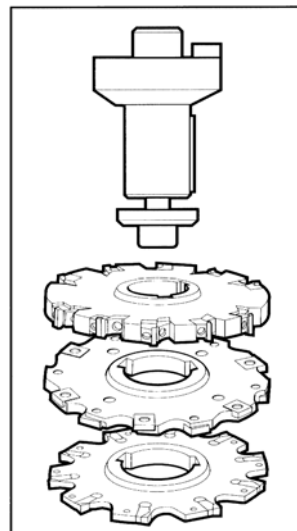
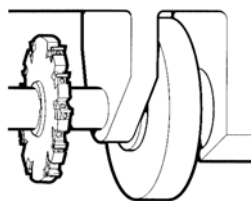
- Fresas para ranurar con filo de corte redondo, necesario para mecanizado continuo de formas convexas y cóncavas:
- Fresas de punta esférica
- Fresas de plaquitas redondas (limitaciones)



7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.

Ranuras y cortes

- Se utilizan fresas de disco en lugar de fresas de ranurar
- Diferencia: relación profundidad/longitud
- Esfuerzo de corte sólo en una pequeña parte de los dientes: vibraciones
- Solución: volantes de inercia

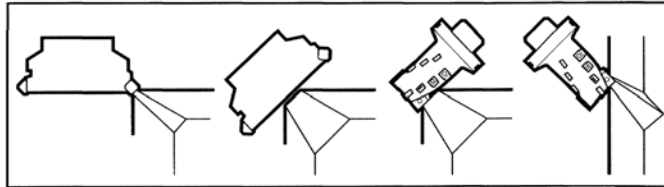
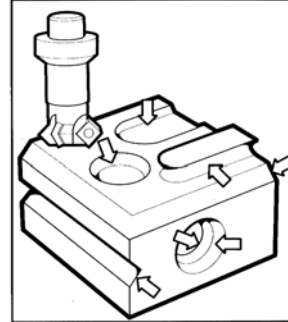




7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.

Chaflanes

- Operaciones típicas: chaflanes o cortes en forma de V
- Normalmente herramientas específicas
- A veces herramientas de planear o ranurar mediante giro del husillo
- En ocasiones se emplean limas (trabajo por abrasión)



7. OPERACIONES DE FRESADO. HERRAMIENTAS.

Torno-fresado

- Combinación de ambos procesos
- Una fresa rotativa mecaniza una pieza que gira
- Aplicaciones:
 - Formas excéntricas (cigüeñales, etc)
 - Piezas con elementos que sobresalen
 - Piezas que no pueden girar a gran velocidad

