**ANEXO ACTIVIDAD N°2**

El presente Anexo contiene la Tabla 1 - Dimensiones de la fresa de módulo, la Tabla 2 - Tolerancias de fresa por módulo y la Tabla 3 - Ajustes internacional I.S.A eje único, las cuales se utilizan en el desarrollo de la Actividad N°2 - MONTAJE Y PREPARACIÓN DE UNA FRESADORA UNIVERSAL teórica y práctica. Posteriormente, se presenta una explicación de cómo utilizar las tablas para verificar una correcta selección de una herramienta de corte.

***Tabla 1 - Dimensiones de la fresa de módulo***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **MÓDULO** | **DIÁMETRO EXTERIOR** | **ALTURA MÍNIMA DEL DIENTE** | **DIÁMETRO DEL AGUJERO** | **CHAVETERO** | | **NÚMERO Y ANCHO DE DIENTE** | | | | | | | |
| **12 A 13**  **DIENTES** | **14 A 16**  **DIENTES** | **17 A 20**  **DIENTES** | **21 A 25**  **DIENTES** | **26 A 34**  **DIENTES** | **35 A 54**  **DIENTES** | **56 A 134**  **DIENTES** | **135 A INFINITO**  **DIENTES** |  |
| **ANCHO** | **PROFUNDIDAD** | **ANCHOS (MEDIDAS EN MM)** | | | | | | | |
| 1 | 50 | 2.50 | 22 | 6 | 24 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 1.25 | 50 | 3.10 | 22 | 6 | 24 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 1.50 | 55 | 3.75 | 22 | 6 | 24 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 1.75 | 55 | 4.40 | 22 | 6 | 24 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 2 | 60 | 5 | 22 | 6 | 24 | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 2.25 | 60 | 5.6 | 22 | 6 | 24 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 |
| 2.5 | 65 | 6.25 | 22 | 6 | 24 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| 2.75 | 65 | 6.9 | 22 | 6 | 24 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 |
| 3 | 70 | 7.5 | 27 | 7 | 30 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 9 |
| 3.25 | 75 | 8.10 | 27 | 7 | 30 | 12 | 12 | 11 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 |
| 3.50 | 75 | 8.75 | 27 | 7 | 30 | 12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 11 | 11 | 10 |
| 3.75 | 80 | 9.40 | 27 | 7 | 30 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 12 | 12 | 11 |
| 4 | 80 | 10 | 27 | 7 | 30 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 12 | 12 | 11 |
| 4.25 | 85 | 10.60 | 27 | 7 | 30 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 |
| 4.50 | 90 | 11.25 | 27 | 7 | 30 | 16 | 16 | 15 | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 |
| 4.75 | 90 | 11.90 | 27 | 7 | 30 | 17 | 16 | 16 | 15 | 15 | 14 | 14 | 14 |
| 5 | 95 | 12.50 | 27 | 7 | 30 | 18 | 17 | 16 | 16 | 15 | 15 | 15 | 14 |
| 5.25 | 95 | 13.10 | 32 | 8 | 35 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 | 15 | 15 | 15 |
| 5.50 | 100 | 13.75 | 32 | 8 | 35 | 19 | 19 | 18 | 17 | 17 | 16 | 16 | 15 |
| 5.75 | 100 | 14.40 | 32 | 8 | 35 | 20 | 20 | 19 | 18 | 18 | 17 | 17 | 16 |
| 6 | 105 | 15 | 32 | 8 | 35 | 21 | 20 | 20 | 19 | 18 | 18 | 17 | 17 |
| 6.25 | 105 | 15.60 | 32 | 8 | 35 | 21 | 21 | 20 | 20 | 19 | 18 | 18 | 17 |
| 6.5 | 110 | 16.25 | 32 | 8 | 35 | 22 | 22 | 21 | 20 | 20 | 19 | 18 | 18 |
| 6.75 | 110 | 16.90 | 32 | 8 | 35 | 23 | 22 | 22 | 21 | 20 | 20 | 19 | 18 |
| 7 | 115 | 17.50 | 32 | 8 | 35 | 24 | 23 | 22 | 22 | 21 | 20 | 20 | 19 |
| 7.5 | 115 | 17.50 | 32 | 8 | 35 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 22 | 21 | 20 |
| 8 | 120 | 20.00 | 32 | 8 | 35 | 28 | 26 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 21 |
| 8.5 | 120 | 21.25 | 32 | 8 | 35 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 24 | 23 |
| 9 | 125 | 22.50 | 32 | 8 | 35 | 30 | 29 | 29 | 27 | 27 | 26 | 26 | 24 |
| 9.5 | 130 | 23.75 | 32 | 8 | 35 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 27 | 25 |
| 10 | 140 | 25 | 32 | 8 | 35 | 33 | 32 | 31 | 30 | 29 | 28 | 28 | 26 |
| 11 | 145 | 27.50 | 40 | 10 | 43 | 37 | 35 | 35 | 33 | 32 | 31 | 31 | 29 |
| 12 | 150 | 30.00 | 40 | 10 | 43 | 40 | 38 | 37 | 36 | 35 | 34 | 34 | 33 |
| 13 | 160 | 32.50 | 40 | 10 | 43 | 42 | 40 | 40 | 38 | 37 | 36 | 35 | 34 |
| 14 | 165 | 35.00 | 40 | 10 | 43 | 47 | 45 | 45 | 42 | 41 | 40 | 39 | 37 |
| 15 | 170 | 37.50 | 40 | 10 | 43 | 48 | 47 | 47 | 44 | 43 | 41 | 41 | 39 |
| 16 | 175 | 40 | 40 | 10 | 43 | 51 | 50 | 50 | 47 | 46 | 44 | 43 | 41 |
| 18 | 210 | 45 | 50 | 12 | 53 | 58 | 56 | 56 | 53 | 51 | 49 | 48 | 46 |
| 20 | 220 | 50 | 50 | 12 | 53 | 65 | 63 | 63 | 59 | 57 | 55 | 54 | 50 |

**Fuente**: Elaboración propia en base a Larburu, N., (1989), *Máquinas Prontuario. Técnicas, Máquinas, Herramientas,*España, Paraninfo.

***Tabla 2 - Tolerancias de fresa por módulo***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **MÓDULO** | **TOLERANCIA** | | | |
| **ANCHO** | **CHAVETERO** | | **DIÁMETRO DEL AGUJERO** |
| **ANCHO** | **PROFUNDIDAD** |
| Menor de 1.5 | H11 | D10 | H11 | H7 |
| De 1.5 a 3.5 | H11 | D10 | H11 | H7 |
| De 3.5 a 5 | H11 | D10 | H11 | H7 |
| De 5 a 7.5 | H11 | D10 | H11 | H7 |
| De 7.5 a 14 | H11 | D10 | H11 | H7 |
| 14 a mayor | H11 | D10 | H11 | H7 |

**Fuente**: Elaboración propia en base a Larburu, N., (1989), *Máquinas Prontuario. Técnicas, Máquinas, Herramientas,*España, Paraninfo.

***Tabla 3 - Ajustes internacional I.S.A eje único***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DIÁMETROS NOMINALES** | **H7** | **D10** | **H11** |
| 1 A 3 | +0.009  0.000 | +0.060  +0.020 | +0.060  0.000 |
| MÁS DE 3 A 6 | +0.012  0.000 | +0.078  +0.030 | +0.075  0.000 |
| MÁS DE 6 A 10 | +0.015  +0.000 | +0.098  +0.040 | +0.090  0.000 |
| MÁS DE 10 A 18 | +0.018  0.000 | +0.120  +0.050 | +0.110  0.000 |
| MÁS DE 18 A 30 | +0.021  0.000 | +0.149  +0.065 | +0.130  0.000 |
| MÁS DE 30 A 40 | +0.025  0.000 | +0.180  +0.080 | +0.160  0.000 |
| MÁS DE 40 A 50 |
| MÁS DE 50 A 65 | +0.030  0.000 | +0.220  +0.100 | +0.190  0.000 |
| MÁS DE 65 A 80 |
| MÁS DE 80 A 100 | +0.035  0.000 | +0.260  +0.120 | +0.220  0.000 |
| MÁS DE 100 A 120 |
| MÁS DE 120 A 140 | +0.040  0.000 | +0.305  +0.145 | +0.250  0.000 |
| MÁS DE 140 A 160 |
| MÁS DE 160 A 180 |
| MÁS DE 180 A 200 | +0.046  0.000 | +0.355  +0.170 | +0.290  0.000 |
| MÁS DE 200 A 225 |
| MÁS DE 225 A 250 |
| MÁS DE 250 A 280 | +0.052  0.000 | +0.400  +0.190 | +0.320  0.000 |
| MÁS DE 280 A 315 |

**Fuente:** Elaboración propia en base a Casillas, A. L., (1998), *Máquinas. Cálculos de Taller*, España, Casillas.

**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DIMENSIONAL DE FRESAS DE MÓDULO**

La construcción de engranajes requiere un grado de precisión elevado, por lo que la herramienta de corte debe estar en un estado óptimo al momento de realizar el mecanizado de estos. Uno de los factores que se debe considerar es que las medidas de la fresa sean las que se indican en las tablas considerando sus tolerancias. Para saber cómo realizar este procedimiento podemos analizar el siguiente ejemplo, en base a la Figura 1:

***Figura 1 - Fresa de módulo***

**Fuente:** Taller Mecánica Industrial - Escuela Industrial Superior de Valparaíso Óscar Gacitúa Basulto.

1. En primer lugar identificamos el módulo de la fresa seleccionada, en este caso la Figura 1 presenta una fresa de módulo 2.5.
2. Con el módulo identificado, utilizamos la Tabla 1 para conocer las medidas nominales de la fresa. Para simplificar el ejemplo nos concentramos en el diámetro del agujero.

***Tabla 1 - Dimensiones de la fresa de módulo***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **MÓDULO** | **DIÁMETRO EXTERIOR** | **ALTURA MÍNIMA DEL DIENTE** | **DIÁMETRO DEL AGUJERO** | **CHAVETERO** | | **NÚMERO Y ANCHO DE DIENTE** | | | | | | | |
| **12 a 13**  **Dientes** | **14 a 16**  **Dientes** | **17 a 20**  **Dientes** | **21 a 25**  **Dientes** | **26 a 34**  **Dientes** | **35 a 54**  **Dientes** | **56 a 134**  **Dientes** | **135 a infinito**  **Dientes** |
| **ANCHO** | **PROFUNDIDAD** | **ANCHOS (MEDIDAS EN MM)** | | | | | | | |
| 2.5 | 65 | 6.25 | 22 | 6 | 24 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**Fuente**: Elaboración propia en base a Larburu, N., (1989), *Máquinas Prontuario. Técnicas, Máquinas, Herramientas,*España, Paraninfo.

1. Debemos comprobar que las medidas de la herramienta correspondan a las nominales que aparecen en la Tabla 1, considerando sus tolerancias. Para esto, utilizamos la Tabla 2 e identificamos las tolerancias asociadas al módulo de la fresa. En este caso, el módulo es 2.5, por lo tanto, la tolerancia para el diámetro del agujero es H7.

***Tabla 2 - Tolerancias de fresa por módulo***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **MÓDULO** | **TOLERANCIA** | | | |
| **ANCHO** | **CHAVETERO** | | **DIÁMETRO DEL AGUJERO** |
| **ANCHO** | **PROFUNDIDAD** |
| De 1.5 a 3.5 | H11 | D10 | H11 | H7 |

**Fuente**: Elaboración propia en base a Larburu, N., (1989), *Máquinas Prontuario. Técnicas, Máquinas, Herramientas,*España, Paraninfo.

1. Ya identificado el diámetro del agujero nominal (22 mm) y su tolerancia (H7), podemos realizar la comprobación de este valor utilizando la Tabla 3, buscando el rango en el que se encuentran los 22 mm, en este caso es 18 a 30 mm.

***Tabla 3 - Ajustes internacional I.S.A eje único***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DIÁMETROS NOMINALES** | **H7** | **D10** | **H11** |
| Más de 18 a 30 | +0.021  0.000 | +0.149  +0.065 | +0.130  0.000 |

**Fuente:** Elaboración propia en base a Casillas, A. L., (1998), *Máquinas. Cálculos de Taller*, España, Casillas.

1. Con esta información podemos definir que la tolerancia para un H7 es: (0.000, +0.021).
2. Finalmente, el diámetro del agujero no podrá sobrepasar los 22.021 mm.
3. Para el caso de los chaveteros de la herramienta de corte se debe considerar como diámetro, el diámetro del eje de la fresa. Por ejemplo, un diámetro de eje de fresa de 22 mm, es equivalente a un módulo 2.5 (Tabla 1) por lo que la tolerancia es D10 para el ancho (6 mm) y H11 para la profundidad (24 mm), tal como se presenta a continuación en la Tabla 2.

***Tabla 1 - Dimensiones de la fresa de módulo***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **MÓDULO** | **DIÁMETRO EXTERIOR** | **ALTURA MÍNIMA DEL DIENTE** | **DIÁMETRO DEL AGUJERO** | **CHAVETERO** | | **NÚMERO Y ANCHO DE DIENTE** | | | | | | | |
| **12 a 13**  **Dientes** | **14 a 16**  **Dientes** | **17 a 20**  **Dientes** | **21 a 25**  **Dientes** | **26 a 34**  **Dientes** | **35 a 54**  **Dientes** | **56 a 134**  **Dientes** | **135 a infinito**  **Dientes** |
| **ANCHO** | **PROFUNDIDAD** | **ANCHOS (MEDIDAS EN MM)** | | | | | | | |
| 2.5 | 65 | 6.25 | 22 | 6 | 24 | 10 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

**Fuente**: Elaboración propia en base a Larburu, N., (1989), *Máquinas Prontuario. Técnicas, Máquinas, Herramientas,*España, Paraninfo.

***Tabla 2 - Tolerancias de fresa por módulo***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **MÓDULO** | **TOLERANCIA** | | | |
| **ANCHO** | **CHAVETERO** | | **DIÁMETRO DEL AGUJERO** |
| **ANCHO** | **PROFUNDIDAD** |
| De 1.5 a 3.5 | H11 | D10 | H11 | H7 |

**Fuente**: Elaboración propia en base a Larburu, N., (1989), *Máquinas Prontuario. Técnicas, Máquinas, Herramientas,*España, Paraninfo.

1. Con esta información podemos definir que la tolerancia para un D10 es: (+0.065, +0.149) y para H11 es: (0.000, +0.130).

***Tabla 3 - Ajustes internacional I.S.A eje único***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **DIÁMETROS NOMINALES** | **H7** | **D10** | **H11** |
| Más de 18 a 30 | +0.021  0.000 | +0.149  +0.065 | +0.130  0.000 |

**Fuente:** Elaboración propia en base a Casillas, A. L., (1998), *Máquinas. Cálculos de Taller*, España, Casillas.

1. Finalmente aplicamos las medidas de tolerancia a los respectivos parámetros del chavetero.
2. Para el ancho, la medida no puede ser menor a 6.065 mm o mayor a 6.149 mm.
3. Para la profundidad, la medida no puede ser menor a 24 mm o mayor a 24.130 mm.