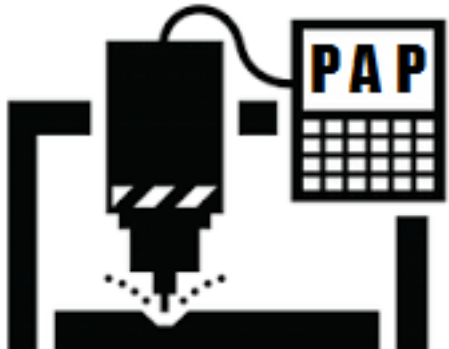


CONTROLADOR DE MÁQUINA CNC DE 3 EJES

ING. PABLO SLAVKIN

DIRECTOR
ING. JUAN MANUEL CRUZ

JURADOS
ESP. ING. ERIC PERNIA
LIC. DANILO ZECHIN
DR. ING. PABLO GÓMEZ



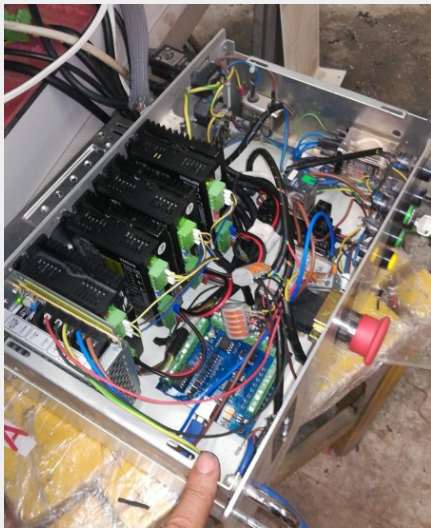
MOTIVACIÓN - SOLUCIÓN ACTUAL CON PC



<https://wolfcut.es/>

- Clientes de Diferentes industrias.
 - ▶ Carton.
 - ▶ Madera.
 - ▶ Azulejos.
 - ▶ Polifan.
- PC.
- Interfaz.
- SO general.
- Software.
- Modificaciones.

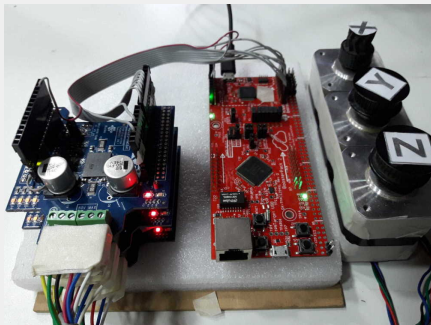
MOTIVACIÓN - SOLUCIÓN ACTUAL CON PC



Desventajas

- Pulsos no uniformes.
- Baja confiabilidad.
- Software cerrado.
- Licencias costosas.
- Cableado complejo.
- Interfaces poco apropiadas para uso industrial.
- No expansible.

MOTIVACIÓN - SOLUCIÓN EMBEBIDA



Mejoras:

- No requiere PC.
- Open Hard.
- Open Soft.
- Pulsos generados por hard.
- Acepta nuevos periféricos.

HARDWARE - DRIVER DE MOTORES DE DESARROLLO



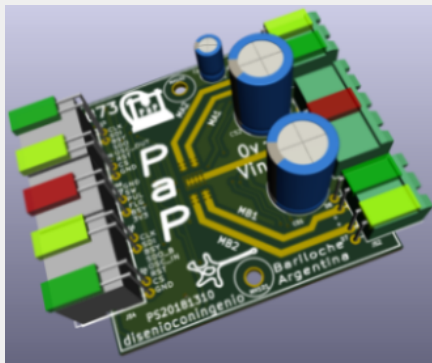
Ventajas:

- 128 micropasos.
- Calibración por software.
- Control por SPI @ 5Mhz.

Desventajas:

- Tres drivers máximo.
- Diseñado en 4 layers.
- CLK no sincronizado.

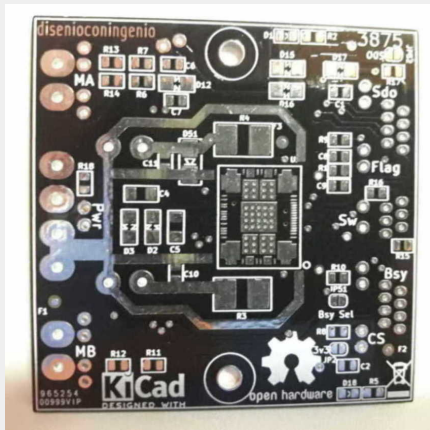
HARDWARE - DRIVER DE MOTORES DISEÑADO



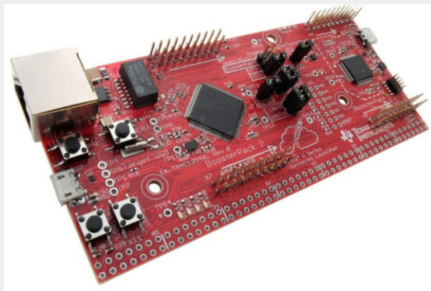
Mejoras:

- Sincronización de CLK.
- Sin máximo de drivers.
- Conectores enchufables.
- Apto montaje en gabinete.
- Diseñado en 2 layers.

HARDWARE - PCB FABRICADO

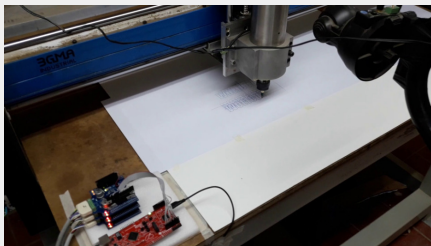


HARDWARE - CONTROLADOR UTILIZADO



- Cortex M4 @ 120Mhz.
- 1MB flash /256KB RAM.
- Ethernet, SPI, UART, USB.
- Unidad de punto flotante.

HARDWARE - ROUTER DE PRUEBA - VIDEO 1



<https://youtu.be/o9bBvzOHA3k>

Se muestra:

- Router típico modificado.
- Conexiones entre router y prototipo.
- Trazador adaptado a husillo.

- Norma NIST RS274NGC V3 2000.
- Archivo de texto.
- Entrada manual.
- Variantes segun el fabricante.
- TDD y Ceedling para el intérprete.

Ejemplo de un archivo GCode:

- N1 G1 X10
- N2 G1 X-0.45 Z0020.12300
- N3 G1 Y002.02 Z100. F600

FIRMWARE - ESTRATEGIA DE MOVIMIENTOS GCODE

■ Parada exacta:

- ▶ Esquinas marcadas.
- ▶ Movimientos lentos.
- ▶ Cortes geométricos.

■ Camino exacto.

- ▶ Cambia la velocidad para preservar el camino.
- ▶ Puede detenerse.
- ▶ Geometría con curvas.
- ▶ Compromiso entre velocidad y precisión.

■ Modo continuo.

- ▶ Redondea las esquinas.
- ▶ Intenta preservar la velocidad.
- ▶ Trabajos rápidos pero de baja precisión.



FIRMWARE - CÁLCULOS DE MOVIMIENTO DE GCODE

GCode:

N1 G1 X0 Y0

N2 X4 Y3

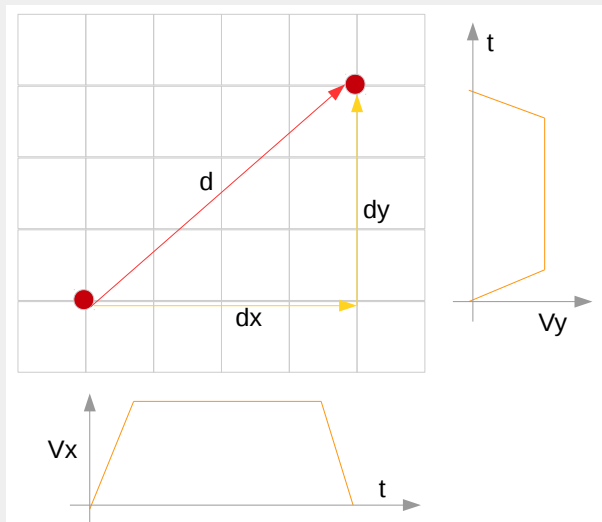
Ecuaciones:

$$d = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$$

$$X = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$t_f = \frac{V_f}{a}$$

$$X_f = \frac{V_f^2}{2a}$$



FIRMWARE - CÁLCULOS DE MOVIMIENTO DE GCODE

$$t_a = \frac{V_f}{a}$$

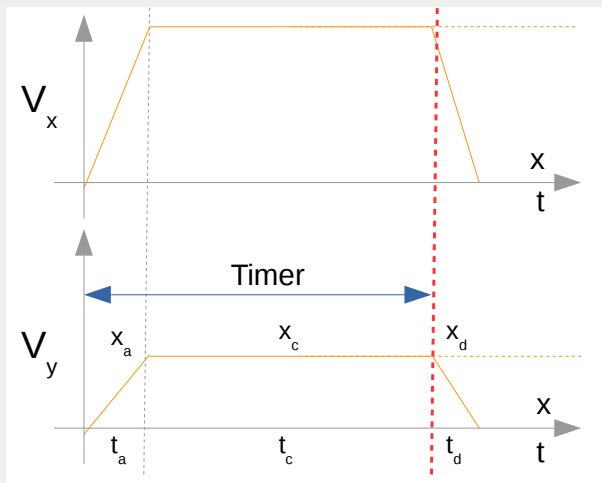
$$X_a = \frac{V_f^2}{2a}$$

$$X_d = \frac{V_f^2}{2d}$$

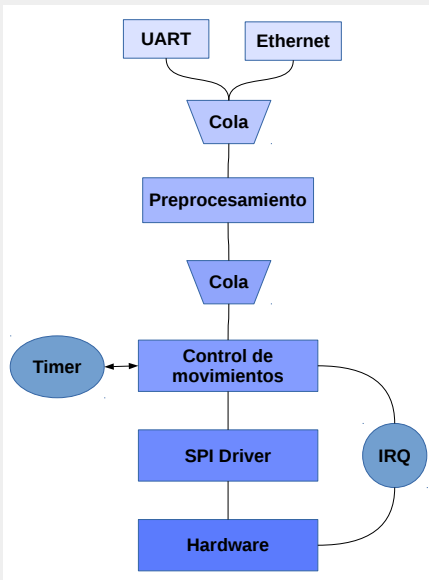
$$X_c = X - X_a - X_d$$

$$t_c = \frac{V_f}{X_c}$$

$Timer = t_a + t_c$

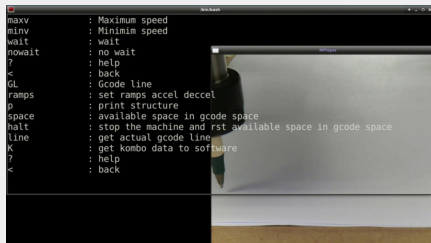


FIRMWARE - DIAGRAMA DE FLUJO



- FreeRTOS.
- Colas.
- Mutex.
- Semáforos.
- lwIP.
- Telnet.
- Terminal de comandos.
- GPIO IRQ.
- Raíz cuadrada.
- Operaciones de punto flotante.

FIRMWARE - CONTROL MANUAL - VIDEO 2

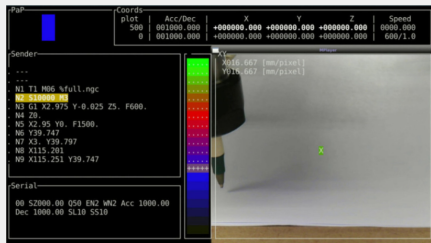


<https://youtu.be/nLbHyZ5A89Q>

Se muestra:

- Conexión manual al router.
- Acceso por ethernet y serie.
- Envío de GCode manual.

SOFTWARE - EJECUTANDO UN TRAZADO - VIDEO 3

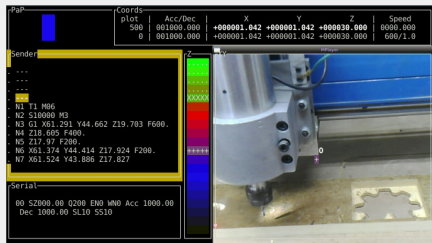


<https://youtu.be/3zYNtZtnbnQ>

Se muestra:

- Envío de archivos Gcode.
- Cambio de aceleración.
- Cambio de velocidad.
- Jog manual.
- Visualización del recorrido.
- Visualización de buffer.
- Acceso desde ssh/telnet.

CONCLUSIÓN: TRABAJO EN MADERA - VIDEO 4



Se muestra:

- Maquinado en madera.
- 1h:30m de trabajo.
- Maquinado de esfera, recorrido geometrico y agujereado.

<https://youtu.be/Y-lOf3UwYmc>

CONCLUSIONES - PIEZAS EN MADERA Y TRAZADOS



CONCLUSIONES

- Driver completo del powerstep01
- PCB de potencia.
- Software de control.
- Modo camino exacto.
- Conexion ethernet y serial.
- Codigo parametrizado para mas motores.
- Mecanizado de piezas.






PRÓXIMOS PASOS

- Camino exacto.
- Modo continuo.
- Software por red.
- Almacenamiento interno.
- Completar intérprete de GCode.
- Optimización de cálculos.
- Optimización lazo de control.
- Validación de PCB fabricado.
- Fines de carrera.
- Control de husillo.

PREGUNTAS?



REFERENCES

-  THOMAS DICKEY.
[HTTPS://WWW.GNU.ORG/SOFTWARE/NCURSES/](https://www.gnu.org/software/ncurses/).
-  ***[HTTPS://WOLFCUT.ES](https://wolfcut.es)***.
FABRICANTE DE MAQUINAS CNC.
-  ***[HTTPS://WS680.NIST.GOV/PUBLICATION/GET_PDF.CFM?PUB_ID = 823374](https://ws680.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=823374)***.
RS274 INTERPRETER.
-  ***[HTTP://WWW.GNUPLOT.INFO/](http://www.gnuplot.info/)***.
HERRAMIENTA PORTABLE PARA LA GENERACIÓN DE GRÁFICOS.
-  ***STMICROELECTRONICS.***
SYSTEM-IN-PACKAGE INTEGRATING MICROSTEPPING CONTROLLER AND 10 A POWER MOSFETS.