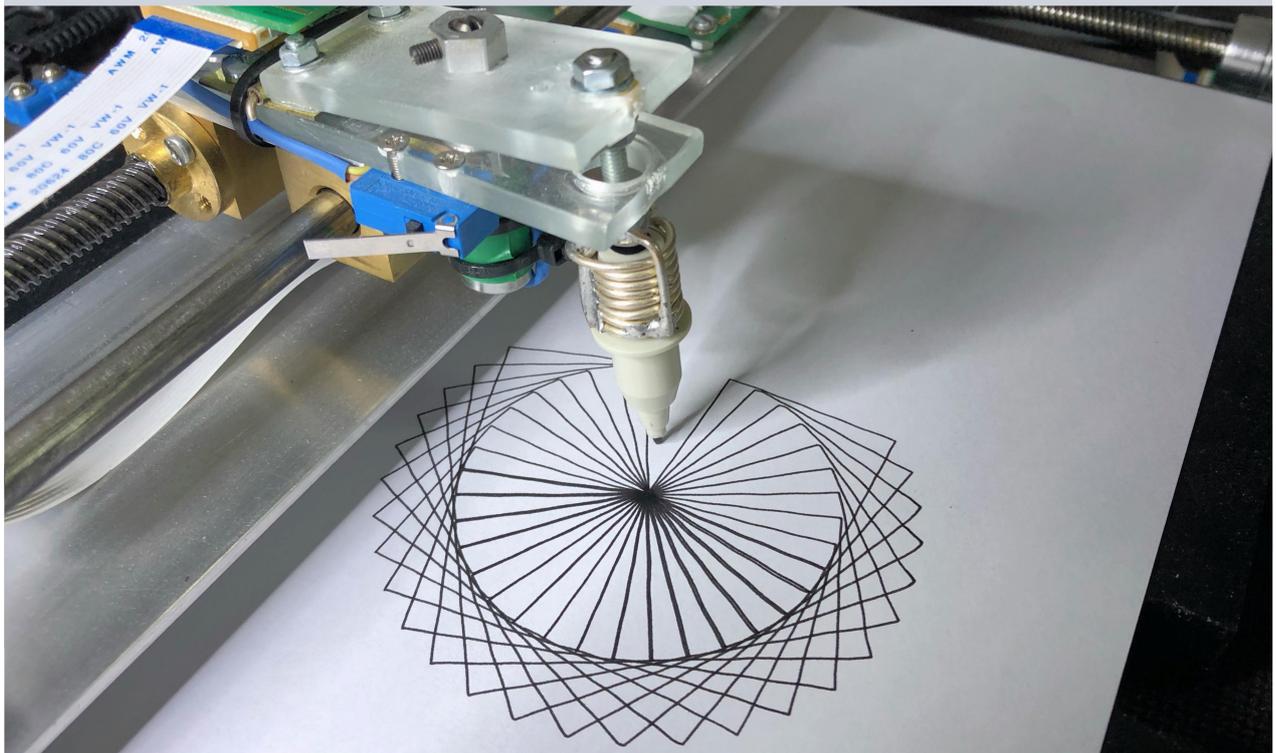


Spezifikation

NKCPLLOT – die Plotterlösung für den
NDR-Klein-Computer



Version 1.0

Idee:

Sascha Neuschl
 Pirolweg 21
 48167 Münster
 Email: scn69@gmx.de

Dokumentenhistorie

Version	Autor(en)	Änderung	Datum
1.0	Neuschl, Sascha	Erste Version	21.05.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	4
1.1	Idee.....	4
1.2	Ansatz.....	4
1.3	Aktueller Stand	5
2	Beschreibung des Konzepts.....	5
3	Schaltungsprinzip.....	8
3.1	Ansteuerung über den NKC	8
3.2	Steuergerät für Schrittmotoren	10
3.3	Schrittmotor	11
3.4	Bestückungsplan:	12
3.5	Anwendung und Ergebnisse:.....	13
4	Programmierung	14
4.1	Unterprogramme:.....	14
4.2	Hauptprogramme:.....	15
4.3	Stückliste:	16
5	Anmerkungen.....	18
5.1	Eingänge und Ausgänge:	18
5.2	Allgemeines Verhalten:.....	18
6	Anhang.....	19
6.1	Datenblätter TTL-Bausteine:	19
6.1.1	74LS00	19
6.1.2	74LS86	19
6.2	Datenblätter Transistoren:	20
6.2.1	BC 548.....	20
6.2.2	TIP 120	20
6.3	Datenblätter Schrittmotor:.....	20
6.4	Datenblätter Steuergerät:	22
6.5	Datenblätter Zugmagnet:.....	25

1 Vorwort

1.1 Idee

Die Steuerung von Schrittmotoren wollte ich schon immer einmal ausprobieren. Der Einsatz in einem Plotter schien ideal. Erst einmal könnte man plotten und später vielleicht auch scannen, wenn man ein passendes Array mit Fototransistoren finden könnte - mit 256 oder 512 Bildpunkten.

1.2 Ansatz

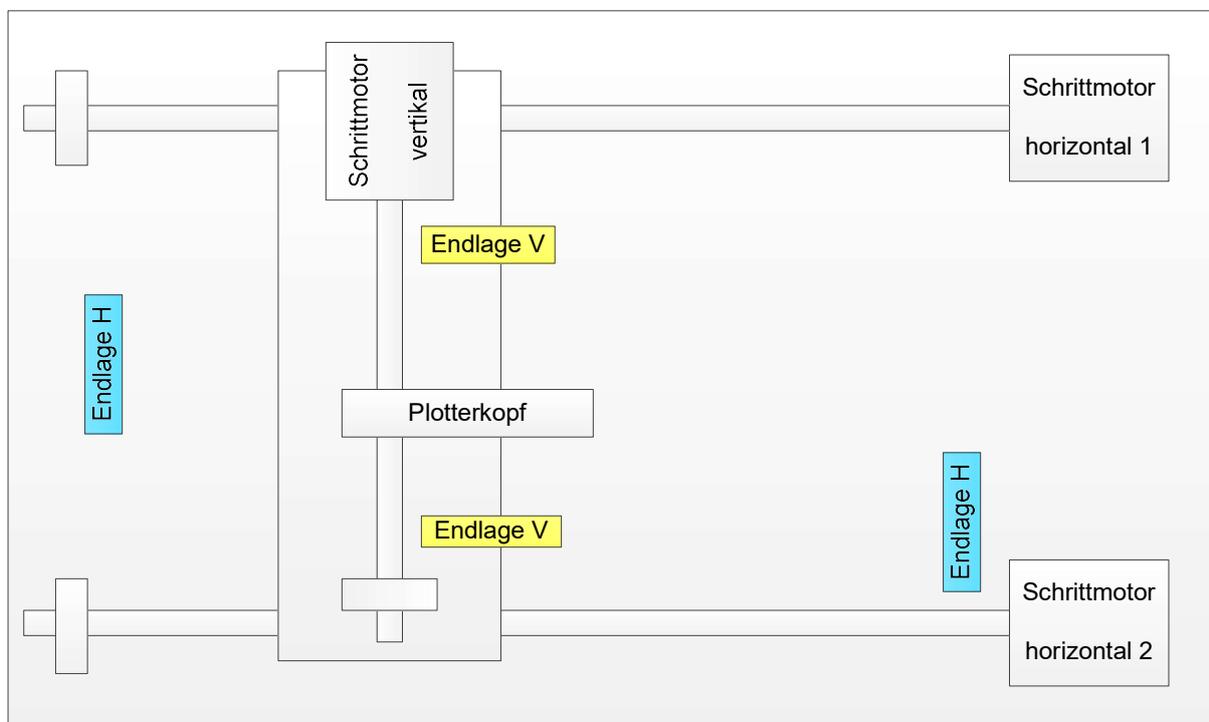
Die Mechanik sollte so aufgebaut sein, dass auf einer Holzverbundplatte 2 parallele Achsen mit Schrittmotoren an der oberen und unteren Kante angebracht sind. Auf diesen 2 Achsen sollte ein Schlitten in horizontaler Richtung fahren.

Auf dem Schlitten sollte eine Achse mit Schrittmotor angebracht sein, um den Plotterkopf in vertikaler Richtung fahren zu können.

An dem Plotterkopf sollte ein Stifthalter für einen Plotterstift montiert sein, der den Stift heben und senken kann.

Für die Achsen - horizontal und vertikal - gibt es Endlagenschalter. Sie schalten beim Auslösen die Antriebe der Achsen ab und verhindern einerseits, dass die Mechanik bei falscher Programmierung zerstört wird und können als Bezugspunkte zur Positionierung des Plotterkopfes verwendet werden.

Der Plotter wird mit einem 8-Bit-IO-Port des NKC angesprochen. Endlagenschalter werden gelesen, Motorpulse geschrieben.



1.3 Aktueller Stand

Es gibt ein fertiges Gerät, mit dem Bilder geplottet werden können.

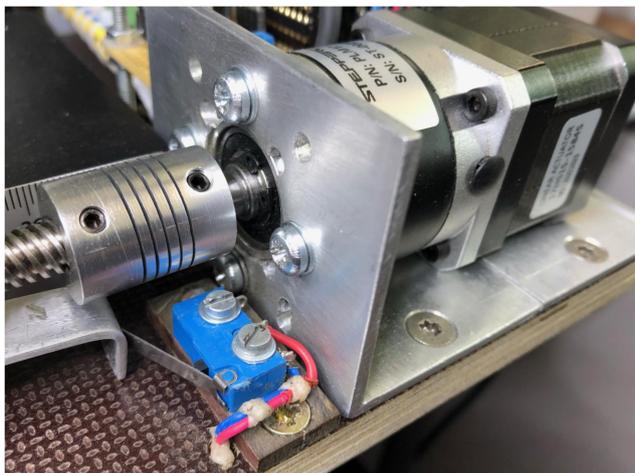
Dazu gibt es ein Programm in Version 1.0, mit dem man Vektoren zeichnen, einen Kreis zeichnen und auch eine Hardcopy der GDP64HS zeilenweise zeichnen kann.

2 Beschreibung des Konzepts

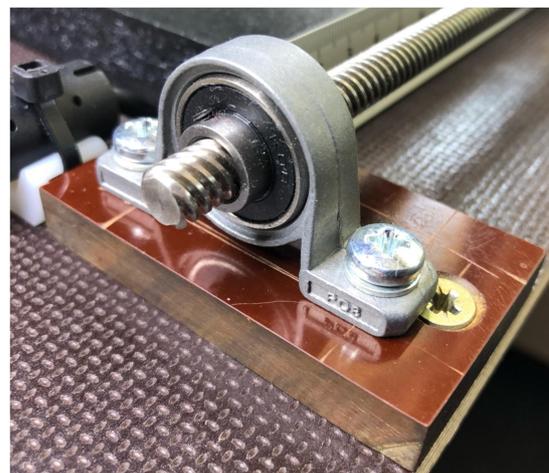
In diesem Projekt wird ein Plottergerät aufgebaut. Es besitzt 2 parallele, horizontale Achsen, die einen Schlitten tragen. Auf dem Schlitten ist die vertikale Achse angebracht.

Die vertikale Achse trägt den Plotterkopf mit einem Stifthalter, der mit einem Zugmagnet gehoben und gesenkt werden kann.

Die Achsen werden mit Schrittmotoren angetrieben, die über Wellenkupplungen mit einer linearen Antriebsspindel verbunden sind. Am hinteren Ende wird die Spindel durch einen Lagerblock geführt.

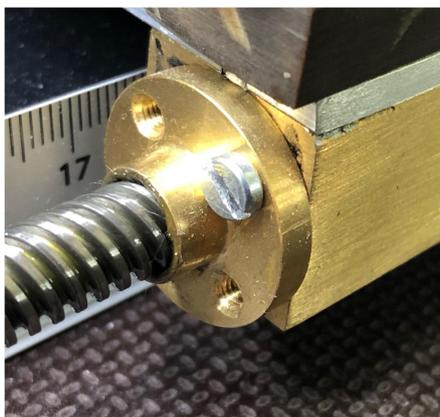


Wellenkupplung und Endlagenschalter

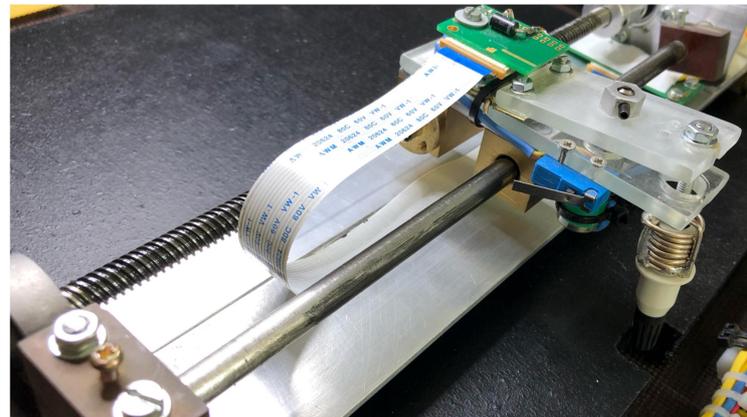


Lagerblock

Auf den Antriebsspindeln der Achsen laufen Messingblöcke mit einer entsprechenden Bohrung und einer an einer Seite montierten, passenden Spindelmutter.



Messingblock mit Spindelmutter



Schlitten mit vertikaler Führungsstange

NKC PLOT – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer

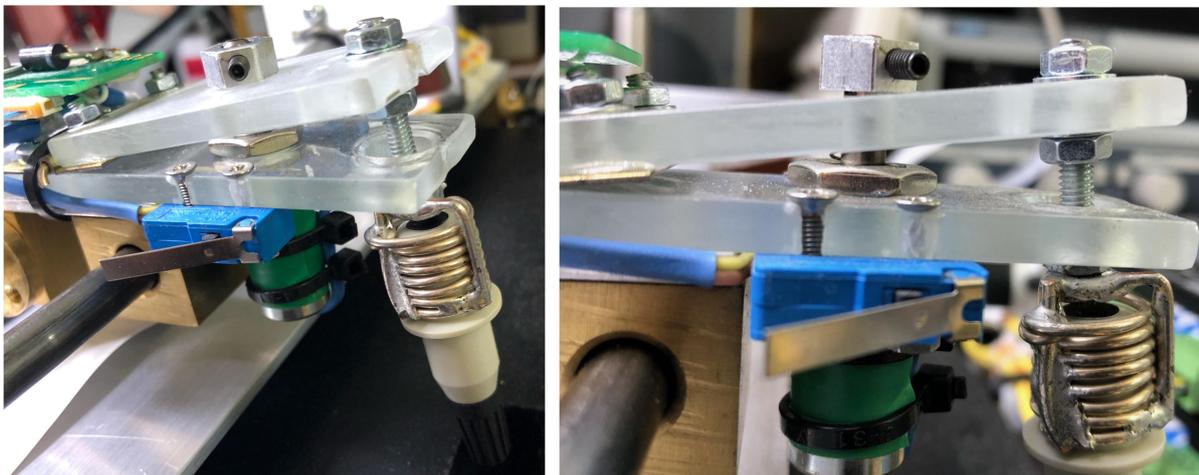
Für die vertikale Achse gibt es eine parallel verlaufende Führungsstange, auf der ebenfalls ein Messingblock läuft.

Der Plotterkopf besteht aus 2 Plexiglasplatten. Die größere der Platten ist auf den beiden Messingblöcken der vertikalen Achse montiert. Die kleinere Platte ist mit einem Messingscharnier auf der größeren montiert, sodass ein „Maul“ entsteht. Am vorderen Ende der kleineren Platte ist eine Schraube montiert, die durch ein Loch in der größeren Platte reicht. An ihrem Ende ist der Stifthalter befestigt.

Der Stifthalter wurde - passend zum verwendeten Plotterstift - aus Silberdraht gewickelt und verlötet. Am oberen Ende wurde eine Messingmutter eingelötet, um den Stifthalter mit der Schraube der kleineren Plexiglasplatte zu verbinden.

Unter der größeren Plexiglasplatte ist ein Zugmagnet befestigt. In der Mitte der oberen Plexiglasplatte befindet sich ein Loch durch das der Zugstift des Magneten gesteckt wird, sodass er in noch in das Magnetgehäuse eintaucht.

Damit der Stift im Stifthalter im Normalzustand gehoben ist, befindet sich um den Zugstift eine Feder, die zwischen den Plexiglasplatten positioniert ist.



Plotterkopf mit Stifthalter und Endlagenschalter

Befestigung Stifthalter und Zugmagnet mit Stift

An den Enden der Horizontalen Achse sind Endlagenschalter angebracht. Für die vertikale Achse sind die Endlagenschalter am Plotterkopf angebracht. Die Endlagenschalter schalten bei deren Auslösung über das Steuergerät jedes Schrittmotors diesen sofort ab. Damit wird bei fehlerhafter Programmierung die Mechanik des Plottergeräts geschützt, und es ist möglich, absichtlich in eine Endlage zu fahren und von dort in eine definierte Startposition des Plotterkopfs.

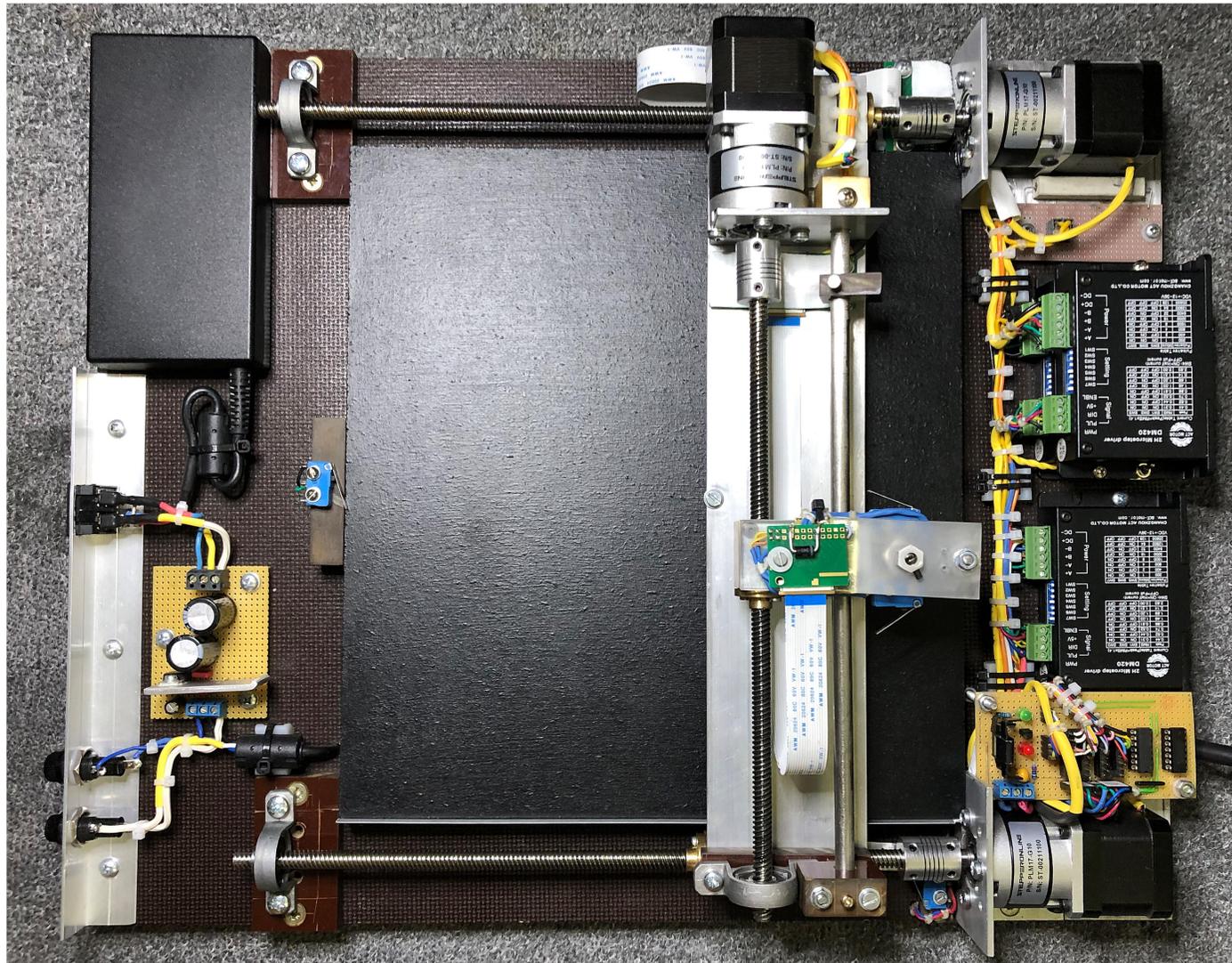
Um aus einer Endlage fahren zu können, kann der Status eines Endlagenschalters via eines IO-Ports des NKC gelesen und überschrieben werden.

Die Schrittmotoren werden über Steuergeräte TYP DM420 von ACT Motor mit einem IO-Port des NKC angesteuert. Dabei muss eine Richtung und ein positiver bzw. negativer Puls übertragen werden.

Der Zugmagnet am Plotterkopf wird direkt mit dem IO-Port des NKC über eine Transistorschaltung angesteuert.

Die Signale für die vertikale Achse mit dem Schlitten - Motorrichtung, -puls, Endlagenschalter und Zugmagnet - werden über flexible Flachbandleitungen übertragen.

NKCPlot – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer



Gesamtes Plottergerät

3 Schaltungsprinzip

3.1 Ansteuerung über den NKC

Für die Ansteuerung mit dem NKC wird ein IO-Port - lesend und schreibend - benötigt. Ich verwende in meinen Programmen die IO-Adresse \$FFFFFFF.

- Gelesen werden die Statuswerte der Endlagenschalter der Achsen:
 - o V1 = Endlagenschalter vertikal unten
 - o V0 = Endlagenschalter vertikal oben
 - o H1 = Endlagenschalter horizontal links
 - o H0 = Endlagenschalter horizontal rechts
 - o Byteaufbau:

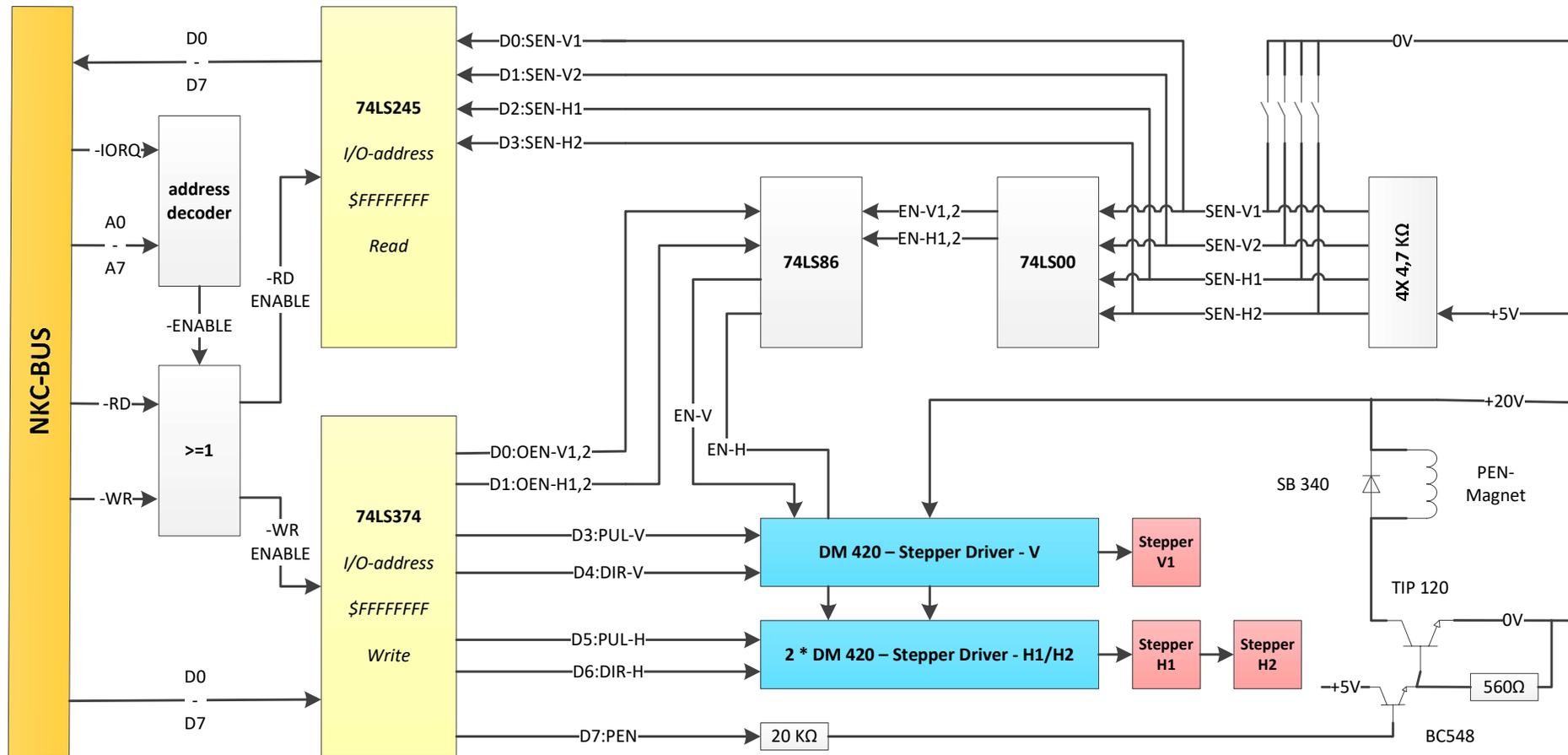

```

X  X  X  X  V1 V2 H1 H2
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
          
```
- Geschrieben werden Werte für:
 - o OENV/OENH = Überschreiben eines ausgelösten Endlagenschalters
 - o DIRV/DIRH = Drehrichtung eines Schrittmotors
 - o PULV/PULH = Positiver und Negativer Puls
 - o PEN = Schreibstift - heben oder senken
 - o Byteaufbau:


```

PEN PULH DIRH PULV DIRV X  OENV OENH
D7  D6  D5  D4  D3  D2 D1  D0
          
```
- Verarbeitung der vom NKC geschriebenen Werte durch das Plottergerät:
 - o DIRV/DIRH (= Drehrichtung eines Schrittmotors) und PULV/PULH (= Positiver und Negativer Puls) werden direkt dem jeweiligen Motorsteuergerät zugeführt. Für die horizontale Achse gibt es 2 Motorsteuergeräte!
 - o OENV/OENH (= Überschreiben eines ausgelösten Endlagenschalters) werden zusammen mit den aktuell existierenden Status der Endlagenschalter jeweils einem Exklusiv-Oder-Gatter (74LS86) zugeführt. Zuvor werden die beiden Status einer Achse mit jeweils einem NAND-Gatter zu einem Status zusammengefasst. Das Ergebnis wird ebenfalls den Steuergeräten zugeführt.
 - o PEN (= Schreibstift heben oder senken) wird mit den Transistoren BC 548 und TIP 120 verstärkt, um den Zugmagnet am Plotterkopf zu steuern. Der Magnet ist mit einer Freilaufdiode SB 340 versehen.

NKC PLOT – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer

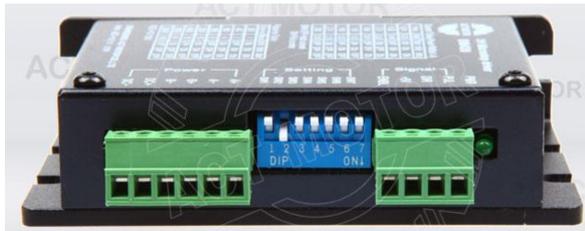


Endlagenschalter (SEN-V1/SEN-V2/SEN-H1/SEN-H2) ; Übersteuerung Endlagenschalter (OEN-V1,2/OEN-H1,2) ; Freigabe Motoren (EN-V1,2/EN-H1,2) ; Richtung (Dir-V/Dir-H) ; Schritt (PUL-V/PUL-H)

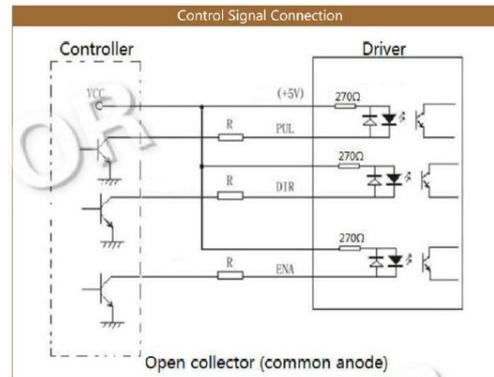
Anschlussboard Plotter

3.2 Steuergerät für Schrittmotoren

Es werden 3 Steuergeräte des Typs DM420 von ACT Motor eingesetzt - 1 Steuergerät für die vertikale Achse und 2 für die beiden horizontalen Achsen.



Steuergerät – Rückansicht



Prinzipschaltbild

- Die Spannungsversorgung besteht aus 5 Volt für den Signalteil und 20 Volt für den Leistungsteil.
- Über die DIP-Schalter lassen sich konfigurieren:
 - o Phasenstrom des Schrittmotors (SW1-SW3):

DIP switch setting				
In order to drive stepping motors with different torques, the user can set the output phase current (effective value) of the driver by the DIP switches SW1, SW2 and SW3 on the driver panel. The output current corresponding to each switch position, different models of drivers The corresponding output current values are different. See the table below for details.				
SW1	SW2	SW3	PEAK(A)	RMS(A)
ON	ON	ON	0.44	0.31
OFF	ON	ON	0.62	0.44
ON	OFF	ON	0.74	0.52
OFF	OFF	ON	0.86	0.61
ON	ON	OFF	1.46	1.03
OFF	ON	OFF	1.69	1.20
ON	OFF	OFF	2.14	1.51
OFF	OFF	OFF	2.83	2.00

- o Halbierung des Phasenstrom des Schrittmotors bei Stillstand (SW4)
- o Micro Steps - Pulse pro 1 Umdrehung (SW5 – SW7):

MicroSteps Setting								
RPM	200	400	800	1600	3200	6400	12800	25600
SW5	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
SW6	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
SW7	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
Micro	1	2	4	8	16	32	64	128

- o Gewählte DIP-Schaltereinstellung – 2,83/2,0 A und 1600 Pulse/Umdrehung:

SW7 SW6 SW5 SW4 SW3 SW2 SW1
 ON OFF OFF ON OFF OFF OFF

3.3 Schrittmotor

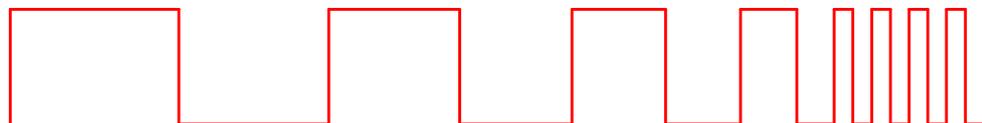
Es werden 3 Schrittmotoren des Typs NEMA 17HS15 von STEPPERONLINE mit jeweils einem Planetengetriebe mit Untersetzung 10:1 eingesetzt.



SPECIFICATION	CONNECTION	BIPOLAR
AMPS/PHASE		1,58
RESISTANCE/PHASE(Ohms)@25°C		1,65±10%
INDUCTANCE/PHASE(mH)@1KHz		3,20±20%
HOLDING TORQUE(Nm)[lb-in]		0,36[3,12]
STEP ANGLE(°)		1,80
STEP ACCURACY(NON-ACCUM)		±5,00%
ROTOR INERTIA(g-cm²)		54,00
WEIGHT(Kg)[lb]		0,28[0,62]
TEMPERATURE RISE:MAX.80°C (MOTOR STANDSTILL;FOR 2PHASE ENERGIZED)		
AMBIENT TEMPERATURE -10°C~50°C[14°F~122°F]		
INSULATION RESISTANCE 100 Mohm (UNDER NORMAL TEMPERATURE AND HUMIDITY)		
INSULATION CLASS B 130°C[266°F]		
DIELECTRIC STRENGTH 500VAC FOR 1MIN.(BETWEEN THE MOTOR COILS AND THE MOTOR CASE)		
AMBIENT HUMIDITY MAX.85%(NO CONDENSATION)		
		
		1:1
		SCALE

Bezüglich der Schrittmotoren musste ich 2 Dinge lernen:

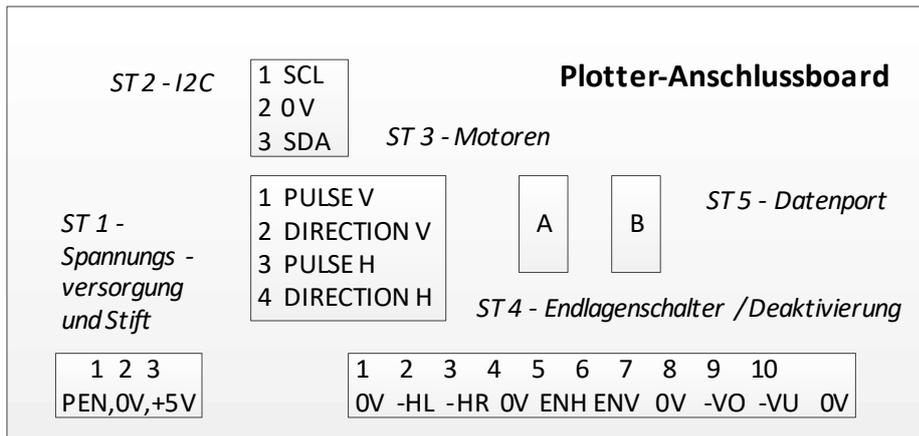
- Es ist risikohaft, eine Achse (bei mir die horizontale) mit 2 Schrittmotoren zu bedienen. Wenn sie nicht synchron laufen, stellt sich der Schlitten schief. Das hat mich die eine oder andere Spindelwelle gekostet.
 - o Es ist also „Schrittverlust“ zu vermeiden. Der tritt besonders beim Anfahren und beim Richtungswechsel auf.
 - o Schrittverlust wird vermieden, indem eine „Rampe“ bei der Ansteuerung des Motors vorgesehen ist. Dies kann man dadurch realisieren, dass man zwischen dem positiven und negativen Puls an den Motor eine Pause einfügt. Diese Pause lässt man mit jedem weiteren Puls kleiner werden, bis der Motor dann auf seiner Höchstgeschwindigkeit läuft:



- Wenn man mit dem Plotter zeichnet, dann laufen die Schrittmotoren der vertikalen und der horizontalen Achse unterschiedlich schnell.
 - o Bei einem Vektor mit einem Winkel von z.B. 85 Grad läuft der vertikale Schrittmotor nur bei jedem 11. Schritt (=tan(85)) der horizontalen Schrittmotoren. Das erzeugt ein höllisches Getöse, weil der Schrittmotor immer nur einzelne Pulse fährt und nicht kontinuierlich!
 - o Abhilfe schaffen hierbei 2 Dinge:
 - Untersetzung mit einem Planetengetriebe - bei mir im Verhältnis 10:1, damit der Schrittmotor für einen (nicht unteretzten) Schritt an der Achse nun 10 Schritte fahren darf.
 - Ansteuern des Motors mit Micro Steps und nicht Full Steps.

3.4 Bestückungsplan:

Anschlussboard



Anmerkung zu ST2 – I2C:

Ich hatte ursprünglich versucht, den Plotter via I2C anzusteuern, um die Verbindungsleitung zum NKC einfach zu halten. In den beiden IC-Fassungen - **jetzt ST5** - im oberen Bild stecken zu diesem Zeitpunkt 2 PCF8574 - 8 Bit Portexpander. Aber das war beim Senden der Motorpulse zu langsam, um eine brauchbare Drehgeschwindigkeit der Schrittmotoren zu erreichen.

Deshalb stecken jetzt in den beiden IC-Fassungen Stecker, um die Datenleitungen parallel direkt zu bedienen:

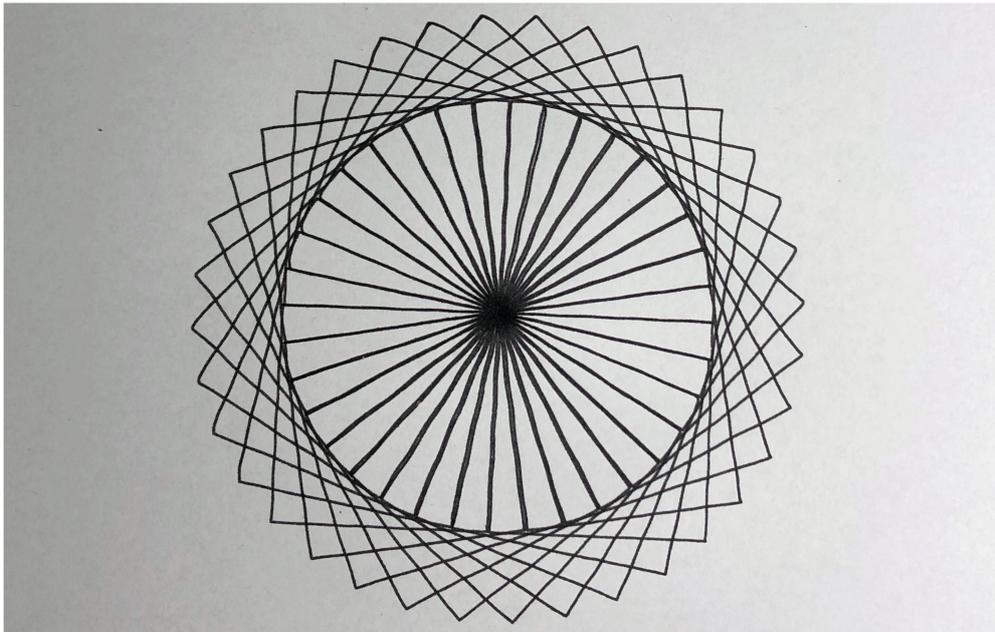
ST5-A	4	5	6	7	9	10	11	12
Signal	Endlage V1	Endlage V2	Endlage H1	Endlage H2	NC	NC	NC	NC
ST5-B	4	5	6	7	9	10	11	12
Signal	Enable V	Enable H	NC	Puls V	Richtung V	Puls H	Richtung H	Stift

3.5 Anwendung und Ergebnisse:

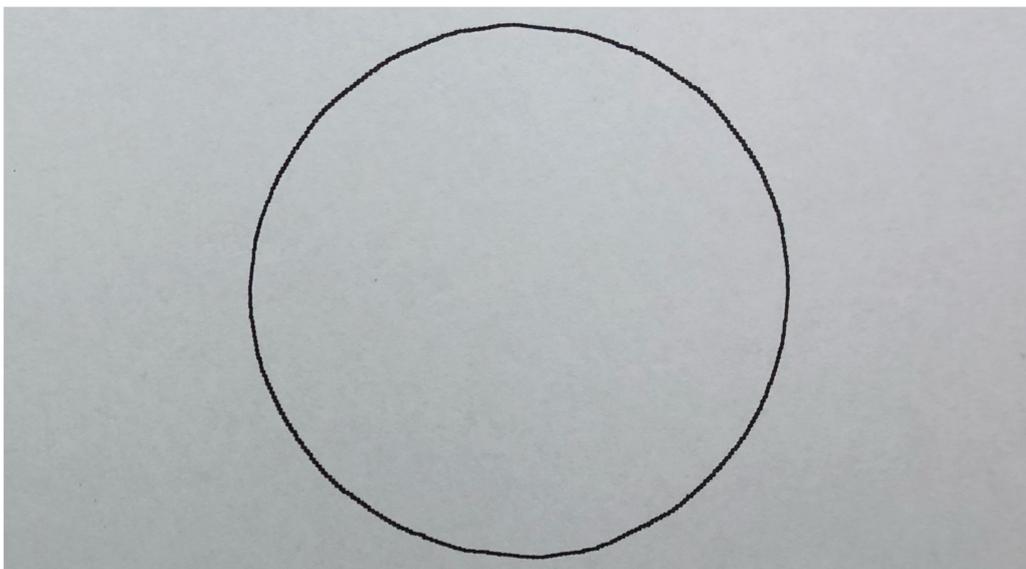
Nachdem der Plotter aufgebaut war, wollte ich 3 Funktionen implementieren:

- Zeichnen von Vektoren mit einer Länge und einem Winkel
- Zeichnen eines Kreises mit einem Radius
- Zeichnen einer Hardcopy der Grafikkarte GDP64HS

Vielquadrat als Vektoranwendung

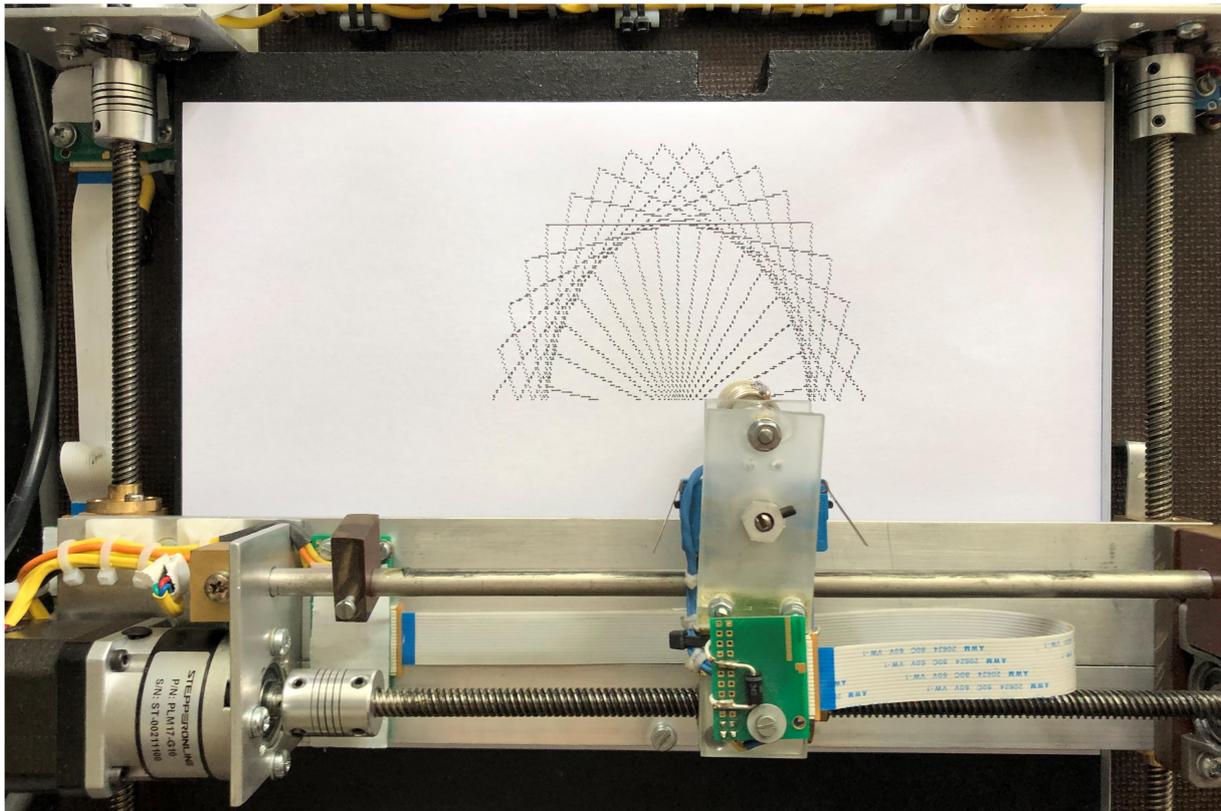


Kreis als Anwendung für kleinschrittiges Zeichnen



NKCPlot – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer

Zeilenweise Ausgabe einer Hardcopy der GDP64HS



4 Programmierung

Zur Ansteuerung des Plottergeräts gibt es einige Unter- und Hauptprogramme in 68008-Assembler. Der Programmieraufwand für dieses Projekt war erheblich, da man sich zur Vektorenberechnung mit einer Länge und einem Winkel an die Sinus- und Cosinusfunktion erinnern muss, um die X- und Y-Komponente für die Bewegung der Schrittmotoren zu berechnen.

4.1 Unterprogramme:

- warte:
 - o Übergabe eines Wartezeitwerts zwischen 2 Motorpulsen
 - o Verringerung dieses Zeitwerts bei mehrfachem Aufruf
 - o Zeitverzögerung wird durch eine Schleife mit NOP realisiert
- initplot:
 - o Plotterkopf fährt in die beiden Endlagen der vertikalen und horizontalen Achse
 - o Die Funktion der Endlagenschalter wird geprüft
 - o Der Plotterkopf wird in die Mitte der vertikalen und horizontalen Achse gefahren
- Grundlegende Plotteroperationen - 1 Micro Step:
 - o Vertikal unten ohne Stift
 - o Vertikal unten mit Stift
 - o Vertikal unten aus Endlage
 - o Vertikal oben ohne Stift
 - o Vertikal oben mit Stift
 - o Vertikal oben aus Endlage

NKC PLOT – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer

- Horizontal rechts ohne Stift
- Horizontal rechts mit Stift
- Horizontal rechts aus Endlage
- Horizontal links ohne Stift
- Horizontal links mit Stift
- Horizontal links aus Endlage
- vektor:
 - Definierte Länge
 - Definierter Winkel gegen Senkrechte
- testbild:
 - Es wird ein Vielquadrat auf dem Bildschirm gemalt
- hardcopy:
 - Legt das Testbild aus dem GDP64HS-Speicher im RAM-Speicher ab
- dispimg:
 - Zeigt das im RAM-Speicher durch „hardcopy“ abgelegte Bild auf dem Bildschirm an

4.2 Hauptprogramme:

- manpos:
 - manuelles Positionieren des Plotterkopfes
 - vertikal unten
 - vertikal oben
 - horizontal rechts
 - horizontal links
 - jede Bewegung mit gehobenem oder gesenktem Stift
 - Fahren aus jeder Endlagenposition
- circle:
 - Kreis mit bestimmtem Radius zeichnen
 - Nutzung von „vektor“
- line:
 - Zeichnen eines Strichs mit bestimmter Länge und Winkel
 - Nutzung von „vektor“
- vqplot:
 - Zeichnen eines Vielquadrats mit bestimmter Kantenlänge
 - Nutzung von „vektor“
- hacoplot:
 - Zeilenweises Zeichnen einer Hardcopy aus dem RAM-Speicher
 - Nutzung von „hardcopy“
- Park:
 - Plotterkopf fährt in die Parkposition, wo man die Stiftkappe abnehmen und aufsetzen kann.

4.3 Stückliste:

Mechanisch:

Holz-Verbundplatte 50 cm X 40 cm x 1 cm (Grundplatte)	1 Stück
Spanplatte 30 cm X 28 cm X 2 cm (Plotter Tisch – Papieraufgabe)	1 Stück
Alu-Winkel 25 cm X 01 cm, Schenkel 2 cm (Ausschalter, Sicherungen)	1 Stück
Alu-Winkel (Montage der Schrittmotoren)	3 Stück
Alu-Blech 35 cm X 7 cm X 0,2 cm (Schlitten)	1 Stück
Führungsstange 30 cm, Durchmesser 0,8 cm (vertikale Achse)	1 Stück
Pertinaxblock 3,5 cm X 3 cm X 1,5 cm (Befestigung Führungsstange)	1 Stück
Pertinaxblock 7 cm X 2 cm X 0,8 cm (Auflage Schlitten)	1 Stück
Messingblock 7 cm X 2 cm mit Bohrung 0,8 cm (horizontale Achse)	2 Stück
Messingblock 3 cm X 2 cm mit Bohrung 0,8 cm (vertikale Achse)	2 Stück
Plexiglasplatte 9,5 cm X 3 CM X 0,5 cm (Plotterkopf – unten)	1 Stück
Plexiglasplatte 6 cm X 3 CM X 0,5 cm (Plotterkopf – oben)	1 Stück
Messingscharnier 3 cm, Schenkel 1 cm	1 Stück
Lagerblöcke für Achsen Durchmesser 0,8 cm	3 Stück
Achsen 30 cm X 08 cm mit Gewinde und passender Mutter	3 Stück
Wellenkupplung für Wellendurchmesser 0,8 cm	3 Stück
Lochrasterplatine 10 cm X 5 cm (Anschluss Plottergerät)	1 Stück
Schraubklemme - 3 polig (ST 1)	1 Stück
Stiftleiste - 3 polig, gerade (ST 2)	1 Stück
Stiftleiste - 4 polig, gerade (ST 3)	1 Stück
Stiftleiste – 10 polig, gerade (ST 4)	1 Stück
IC-Fassung - 14 polig	4 Stück
Schnappschalter 1 X Ein oder UM (Endlagenschalter)	4 Stück
Flexible Flachbandleitung 16 Adern gleichseitiger Anschluss	1 Stück
Flexible Flachbandleitung 16 Adern wechselseitiger Anschluss	1 Stück
Breakout-Platinen mit Buchsen für flex. Flachbandleitungen	4 Stück

Schrittmotoren:

NEMA17HS15 mit 10:1 Planetengetriebe	3 Stück
Steuergerät DM420 von ACT Motor	3 Stück

Elektromagnet:

STA 13X27 12 PL Zylindermagnete Pull, 12 V DC, 3,8 W	1 Stück
--	---------

Widerstände (1/4 Watt):

220 Ω	1 Stück
560 Ω	1 Stück
1 KΩ	1 Stück

NKC PLOT – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer

Netzwerk 4,7 K Ω 5/4 (für Endlagenschalter)	1 Stück
20 K Ω	1 Stück

Kondensatoren:

100 nF (Abblock-Cs für ICs)	2 Stück
10 μ F / 16 V (Stützkondensator für 5 Volt)	1 Stück

Dioden:

LED 5mm grün low current (20 Volt Kontrolle – Motorspannung)	1 Stück
LED 5mm rot low current (5 Volt Kontrolle)	1 Stück
SB 340 (Freilaufdiode für Magent im Stifthalter)	1 Stück

Transistoren:

BC 548 (Schaltung Magnet)	1 Stück
TIP 120 (Schaltung Magnet)	1 Stück

TTL:

74 LS 00	1 Stück
74 LS 86	1 Stück

Spannungsversorgung für Plottergerät (nicht näher spezifiziert):

5 Volt, 1 Ampere, 20 Volt, 2 Ampere	
Feinsicherung T1A	1 Stück
Feinsicherung T2A	1 Stück
Sicherungshalter	2 Stück
Einschalter	1 Stück

5 Anmerkungen

5.1 Eingänge und Ausgänge:

Hier werden alle Ein- und Ausgänge sowie Steckverbinder und Jumper für die Plotteranwendung beschrieben:

Steckverbinder	Beschreibung	Bemerkung
Adressjumper NKC-Parallelport	Jumper zur Einstellung der NKC-IO-Adresse der Karte dem 8 Bit IO-Port (IOE oder eigene Karte)	Im Anwendungsprogramm ist die IO-Adresse \$FFFFFFF verwendet.
Anschluss Plottergerät (ST5)	Anschluss des Plottergeräts an den NKC 8 Bit IO-Port (IOE oder eigene Karte)	---
Anschluss Endlagenschalter und Signale zur Deaktivierung (ST4)	Anschluss der Signale der Endlagenschalter und der Signale zu deren Deaktivierung	---
Ansteuerung der Motorsteuergeräte (ST3)	Signale für Puls und Richtung für vertikale und horizontale Achse an die entsprechenden Steuergeräte	---
Anschluss I2C-Bus (ST2)	Anschluss des I2C-Busses des NKC	N i c h t verwendet!
Spannungsversorgung (ST1)	+ 5 Volt, 0 Volt und Sift (+ 20 Volt sind an den Zugmagnet gelegt. Die Rückleitung wird hier angeschlossen.)	---

5.2 Allgemeines Verhalten:

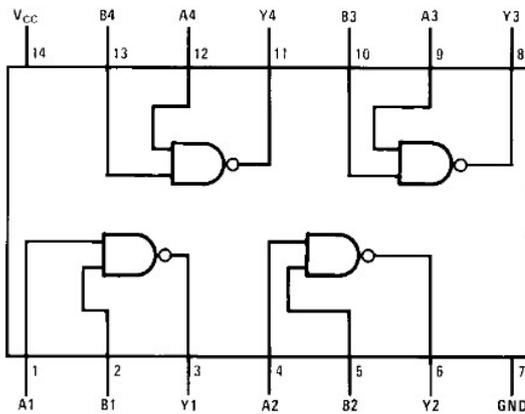
Beim Betrieb des Plottergeräts traten keine instabilen Situationen auf.

6 Anhang

6.1 Datenblätter TTL-Bausteine:

6.1.1 74LS00

Connection Diagram



Function Table

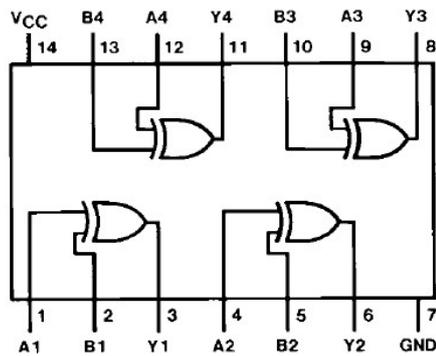
$$Y = \overline{AB}$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = HIGH Logic Level
 L = LOW Logic Level

6.1.2 74LS86

Connection Diagram



Function Table

$$Y = A \oplus B = \overline{A}B + A\overline{B}$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

H = HIGH Logic Level
 L = LOW Logic Level

6.2 Datenblätter Transistoren:

6.2.1 BC 548

BC546/547/548/549/550

Switching and Applications

- High Voltage: BC546, $V_{CE0}=65V$
- Low Noise: BC549, BC550
- Complement to BC556 ... BC560



6.2.2 TIP 120



TIP120, TIP121, TIP122 TIP125, TIP126, TIP127

Complementary power Darlington transistors

Features

- Low collector-emitter saturation voltage
- Complementary NPN - PNP transistors

Applications

- General purpose linear and switching

Description

The devices are manufactured in planar technology with "base island" layout and monolithic Darlington configuration. The resulting transistors show exceptional high gain performance coupled with very low saturation voltage.

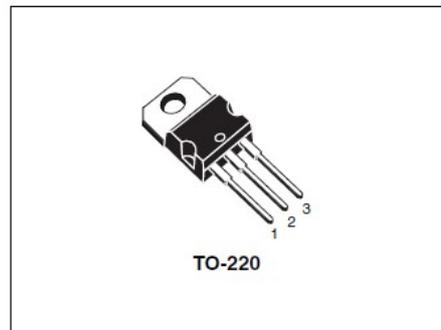
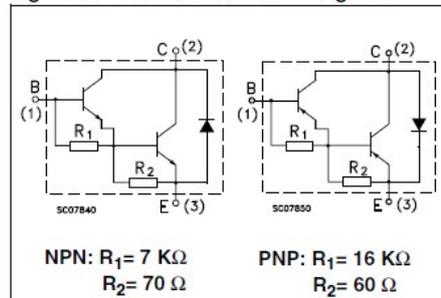


Figure 1. Internal schematic diagrams



6.3 Datenblätter Schrittmotor:

NKCPlot – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer

SPECIFICATION	CONNECTION	BIPOLAR
AMPS/PHASE		1.58
RESISTANCE/PHASE(Ohms)@25°C		1.65±10%
INDUCTANCE/PHASE(mH)@1KHz		3.20±20%
HOLDING TORQUE(Nm)[lb-in]		0.36[3.12]
STEP ANGLE(°)		1.80
STEP ACCURACY(NON-ACCUM)		±5.00%
ROTOR INERTIA(g-cm²)		54.00
WEIGHT(Kg)[lb]		0.26[0.62]
TEMPERATURE RISE:MAX.80°C (MOTOR STANDSTILL, FOR 2PHASE ENERGIZED)		
AMBIENT TEMPERATURE -10°C-50°C[14°F-122°F]		
INSULATION RESISTANCE 100 Mohm (UNDER NORMAL TEMPERATURE AND HUMIDITY)		
INSULATION CLASS B 130°C[266°F]		
DIELECTRIC STRENGTH 500VAC FOR 1MIN.(BETWEEN THE MOTOR COILS AND THE MOTOR CASE)		
AMBIENT HUMIDITY MAX.85%(NO CONDENSATION)		

TYPE OF CONNECTION (EXTERN)		MOTOR	
PIN NO	BIPOLAR	LEADS	WINDING
1	A —	BLK	A
2	A —	GRN	A
3	B —	RED	B
4	B —	BLU	B

FULL STEP 2 PHASE-Ex. WHEN FACING MOUNTING END (X)

STEP	A	B	A	B	
1	+	+	-	-	CCW
2	-	+	+	-	↓
3	-	-	+	+	↑
4	+	-	-	+	CW

APVD		7.23.2021	STEPPER MOTOR
CHKD			
1:1	DRN		17HS15-1584S
SCALE	SIGNATURE	DATE	

STEPPERONLINE®

SPECIFICATION	CONNECTION	VALUE
GEAR RATIO		10
EFFICIENCY		90.00%
BACKLASH@NO-LOAD(arcmin)		<=30
MAX.PERMISSIBLE TORQUE(Nm)[lb-in]		5.00[44.25]
GEARBOX MATCHING MOTOR'S INPUT SHAFT LENGTH (mm)		9.5±0.5
NOISE(dB)		<=55
WATERPROOF RATING		IP54
AMBIENT TEMPERATURE		-10°C-90°C[14°F-194°F]

APVD		3.2.2021	PLANETARY GEARBOX
CHKD			
1:1	DRN		PLM17-G10
SCALE	SIGNATURE	DATE	

STEPPERONLINE®

6.4 Datenblätter Steuergerät:



ACT MOTOR GmbH

➤ Introduction:

DM420 is a type of two-phase hybrid stepping motor driver. **The driver voltage of which is from 12VDC to 36VDC. It is designed for use with 2-phase hybrid stepper motor of all kinds with 20mm to 42mm outside diameter and less than 2.0A phase current.**

This circuit that it adopts is similar to the circuit of servo control which enables the motor to run smoothly almost without noise and vibration. Holding torque when DM420A runs at high speed is also significantly higher than the other two-phase drivers, what's more, the positioning accuracy is also higher. It is widely used in middle and big size numerical control devices such as curving machine, CNC machine, and computer embroidery machine, packing machines and so on.

➤ Features:

- High performance, low price
- Average current control, 2-phase sinusoidal output current drive
- Supply voltage from 12VDC to 36VDC
- Opto-isolated signal I/O
- Overvoltage, under voltage, overcurrent, phase short circuit protection
- 8 channels subdivision and automatic idle-current reduction
- 8 channels output phase current setting
- Offline command input terminal
- Motor torque is related to speed, but not related to step/revolution
- High start speed
- High holding torque at high speed

2) Pins wiring diagram:

PC's control signals can be active in high and low electrical level. When the high electrical level is active, all control negative signals will be connected together to GND. When low electrical level is active, all control positive signals will be connected together to public port. Now give one example, please check it:

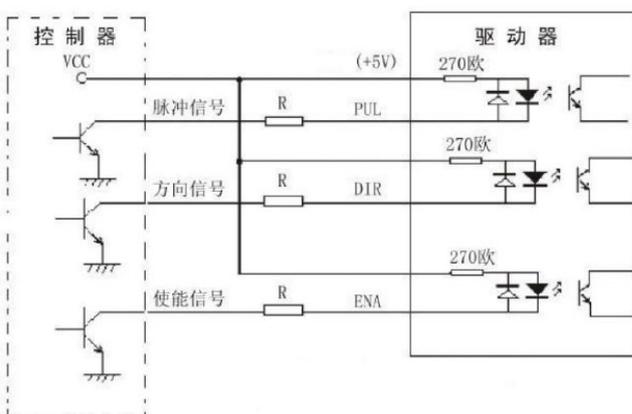


Fig 1. Input port circuit (Positive connection)
 PC open connector output

Note:

- When VCC=5V, R=0
- When VCC=12V, R=1K, >1/8W
- When VCC=24V, R=2K, >1/8W

R must connect in the control signal part .

NKC PLOT – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer

➤ Electrical specification:

Input voltage	12-36VDC
Input current	< 2A
Output current	0.44A- 2.83A
Consumption	Consumption: 40W;
Temperature	Working Temperature -10~45°C; Stocking temperature -40°C~70°C
Humidity	Not condensation, no water droplets
gas	Prohibition of combustible gases and conductive dust
weight	70G

➤ Pins assignments and description:

1) Connector Pins Configurations

Pin Function	Details
PUL +,PUL-	Pulse signal, PUL+ is the positive end of pulses input pin PUL- is the negative end of pulse input pin
DIR+,DIR-	DIR signal: DIR+ is the positive end of direction input pin DIR- is the negative end of direction input pin
ENBL+	Enable signal: ENBL+ is the positive end of direction input pin. This signal is used for enabling/disabling the driver. High level for enabling the driver and low level for disabling the driver.
ENBL-	ENBL- is the negative end of direction input pin. Usually left unconnected (enabled)

➤ Function choice (Using DIP pins to achieve this function)

1) Micro step resolution is set by SW 5,6,7,8 of the DIP switch as shown in the following table:

SW5	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF
SW6	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
SW7	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
Pulse/rev	200	400	800	1600	3200	6400	12800	25600
Micro	1	2	4	8	16	32	64	128

2) Standstill current setting

SW4 is used for this purpose. OFF meaning that the standstill current is set to be half of the selected dynamic current and ON meaning that standstill is set to be the same as the selected dynamic current.

3) Output current setting:

The first three bits (SW 1, 2, 3)of the DIP switch are used to set the dynamic current. Select a setting

Closest to your motor's required current

SW1	SW2	SW3	PEAK	RMS
ON	ON	ON	0.44 A	0.31 A
OFF	ON	ON	0.62 A	0.44 A
ON	OFF	ON	0.74 A	0.52 A
OFF	OFF	ON	0.86 A	0.61 A
ON	ON	OFF	1.46 A	1.03 A
OFF	ON	OFF	1.69 A	1.20 A
ON	OFF	OFF	2.14 A	1.51 A
OFF	OFF	OFF	2.83 A	2.00 A

NKC PLOT – die Plotterlösung für den NDR-Klein-Computer

4) Semi-flow function:

Semi-flow function is that there is not step pulse after 200 ms, the driver output current automatically reduced to 40% of rated output current, which is used to prevent motor heat

➤ **Pins of motor & power:**

Motor and power pins	1	A+	Motors wiring	
	2	A-		
	3	B+		
	4	B-		
	5,6	DC+ DC-	Power supply	Power supply : DC12-36VDC The peak input current cannot be up to 2A

➤ **Mechanical Specification:**

To have 20mm of space around ,cannot be placed next to other heating devices. What's more, avoid dust, oil mist, corrosive gas, heavy humidity and high vibration

➤ **Adjustment of troubleshooting**

1) the status on light's indication

PWR: green, normal work light.

ALM: red, failure light, the motor with phase short-circuit, overvoltage and under-voltage protection.

2) Troubles

Alarm indicator	Reasons	Measures
LED off turn	Wrong connection for power	Check wiring of power
	Low-voltages for power	Enlarge voltage of power
Motor doesn't run, without holding torque	Wrong connection of stepper motor	Correct its wiring
	RESET signal is effective when offline	Make RESET ineffective
Motor doesn't run, but maintains holding torque	Without input pulse signal	Adjust PMW & signal level
Motor runs wrong direction	Wrong wires' connection	Change connection for any of 2 wires
	Wrong input direction signal	Change direction setting
Motor's holding torque is too small	Too small relative to current setting	Correct rated current setting
	Acceleration is too fast	Reduce the acceleration
	Motor stalls	Rule out mechanical failure
	Driver does not match with the motor	Change a suitable driver

6.5 Datenblätter Zugmagnet:

STA® Pull Tubular Solenoids — 13 mm Dia. x 27 mm

Part Number: 195222 - X XX

All catalogue products manufactured after April 1, 2006 are RoHS Compliant

Coil AWG Number
(from performance chart below)

Plunger Configurations and anti-rotation flat on mounting

- 1 Flat face plunger without anti-rotation flat
- 2 60° plunger without anti-rotation flat
- 5 Flat face plunger with anti-rotation flat
- 6 60° plunger with anti-rotation flat

● Well-suited for battery operation.



See the "Battery Operated Solenoids" section for complete information.

Performance

Maximum Duty Cycle	100%	50%	25%	10%
Maximum ON Time (sec) when pulsed continuously ¹	∞	50	5	2
Maximum ON Time (sec) for single pulse ²	∞	140	30	8
Watts (@ 20°C)	4	8	16	40
Ampere Turns (@ 20°C)	497	704	994	1573

Coil Data						
awg (0XX) ³	Resistance (@20°C)	# Turns ⁴	VDC (Nom)	VDC (Nom)	VDC (Nom)	VDC (Nom)
27	1.43	306	2.4	3.4	4.8	7.6
28	1.95	342	2.8	3.9	5.6	8.8
29	3.84	508	3.9	5.5	7.8	12.4
30	5.29	572	4.6	6.5	9.2	14.5
31	9.56	795	6.2	8.8	12.4	19.6
32	16.54	1068	8.1	11.5	16.3	25.7
33	22.60	1194	9.5	13.4	19.0	30.0
34	37.41	1547	12.2	17.3	24.0	39.0
35	60.71	1976	15.6	22.0	31.0	49.0
36	96.19	2475	19.6	28.0	39.0	62.0
37	141.93	3060	23.8	33.7	47.6	75.3

- ¹ Continuously pulsed at stated watts and duty cycle
- ² Single pulse at stated watts (with coil at ambient room temperature 20°C)
- ³ Other coil awg sizes available — please consult factory
- ⁴ Reference number of turns

Specifications

Dielectric Strength	500 VRMS
Recommended Minimum Heat Sink	Maximum watts dissipated by solenoid are based on an unrestricted flow of air at 20°C, with solenoid mounted on the equivalent of an aluminium plate measuring 51 mm square by 3.2 mm thick
Coil Resistance	±5% tolerance
Holding Force	Flat Face: 5.3 N @ 20°C 60°: 4.0 N @ 20°C
Weight	24.7 g
Plunger Weight	4.5 g
Dimensions	See page F32

How to Order

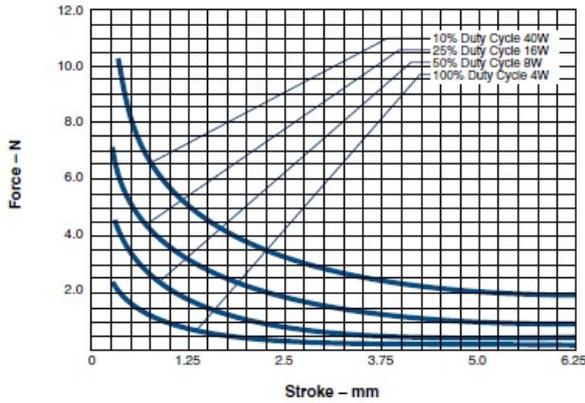
Add the plunger configuration, anti-rotation flat number, and the coil awg number to the part number (for example: to order a unit with a 60° plunger configuration without an anti-rotation flat rated for 4.8 VDC at 25% duty cycle, specify 195222-227).

Please see www.ledex.com (click on Stock Products tab) for our list of stock products available through our distributors.

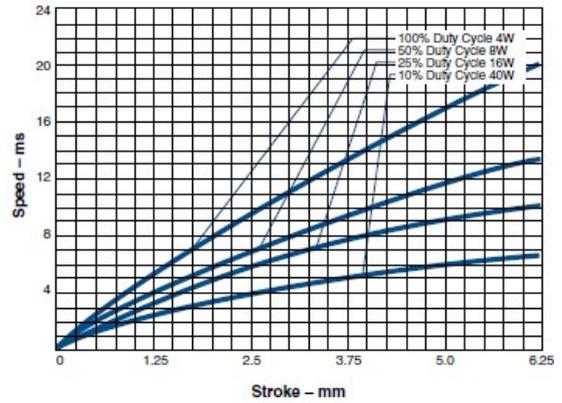
STA® Pull Tubular Solenoids — 13 mm Dia. x 27 mm

Pull Tubular Solenoid – 13 mm dia. x 27 mm – Flat Face Plunger

Typical Force @ 20°C

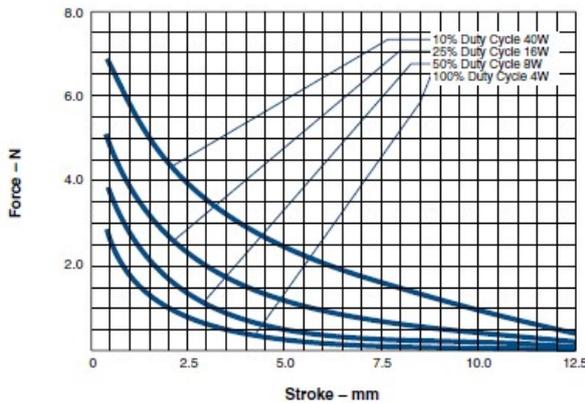


Typical Speed @ No Load, 20°C



Pull Tubular Solenoid – 13 mm dia. x 27 mm – 60° Plunger

Typical Force @ 20°C



Typical Speed @ No Load, 20°C

