Mit dem Parameter unter T(/60) können Sie die Impulsdauer einstellen. Die Zahl ist die Zeit in 1/60 Sekunden. Standard ist die Wert 9. 9/60 = 0,15, also 150ms. Um die Impulsdauer einzustellen, erhöhen oder verringern Sie diese Zahl auf den gewünschten Wert. Wenn Sie die Impulsdauer auf 100ms reduzieren wollen, dann wird daraus 6 (6/60 = 0,1 = 100ms), wenn Sie die Impulsdauer auf 250ms verlängern wollen, dann wird das 15 (15/60 = 0,25 = 250ms).

Mit dem Parameter unter „Level“ können Sie die Leistung einstellen. 31 ist 100%, 23 ist etwa 75% und 16 ist etwas über 50%. Zwischenwerte funktionieren auch. Auch niedrigere Werte als 16, werden aber wahrscheinlich nicht so aussagekräftig sein.

Wenn Sie einen oder beide Parameter geändert haben, können Sie ihn sofort testen. Klicken Sie auf "Write Single" (so schreiben Sie die Änderungen in das OC32) und dann auf "Test". Die Spule schaltet dann mit der konfigurierte Timing und Leistung. Um die Weiche zurückzusetzen, gehen Sie in die andere Richtung der Weiche (in diesem Fall T04 Straight (Gerade) = Pin 2 Aspekt 2). Wahrscheinlich wollen Sie auch die Parameter dieser anderen Spule der gleichen Weiche ändern, damit Sie das direkt dort tun können. Klicken Sie auf "Write Single" und "Test". Auf diese Weise können Sie beide Spulen der Weiche beliebig einstellen und testen und zwischen den beiden Aspekten hin und her springen.

Sobald Sie die gewünschten Einstellungen gefunden haben und diese auf mehrere Spulen anwenden möchten, müssen Sie alle Pins/Aspekte der zu rekonfigurierenden Spulen durchgehen und die Einstellungen vornehmen. Es ist jedoch nicht notwendig, immer auf "Write Single" zu klicken. Stattdessen können Sie einmal auf "Write Device" klicken, während einer der zur Matrix gehörenden Pins ausgewählt ist. Dann werden alle Einstellungen in einem Arbeitsgang in das OC32 geschrieben.

6.3 Feinabstimmung mit ADM/SI- und ADM/SO-Treibern

Die Feinabstimmung der ADM/SI- und ADM/SO-Treiber funktioniert genauso wie bei der Verwendung der ADM/MX-Treiber. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Zuordnung der Weiche Spulen zu Pins und Aspekten unterschiedlich ist. Anstelle von Tabelle 5 müssen Sie also die folgende Tabelle 6 verwenden.

Aktivieren Sie "Start numbering at 1", da sonst die Zahlen aus Tabelle 6 nicht korrekt sind

Weiche	Richtung	Pin	Aspect	Weiche	Richtung	Pin	Aspect	Weiche	Richtung	Pin	Aspect	Weiche	Richtung	Pin	Aspect
1	Gerade	1	0	9	Gerade	5	0	17	Gerade	1	4	25	Gerade	5	4
1	Abbiegen	1	1	9	Abbiegen	5	1	17	Abbiegen	1	5	25	Abbiegen	5	5
2	Gerade	1	2	10	Gerade	5	2	18	Gerade	1	6	26	Gerade	5	6
2	Abbiegen	1	3	10	Abbiegen	5	3	18	Abbiegen	1	7	26	Abbiegen	5	7
3	Gerade	2	0	11	Gerade	6	0	19	Gerade	2	4	27	Gerade	6	4
3	Abbiegen	2	1	11	Abbiegen	6	1	19	Abbiegen	2	5	27	Abbiegen	6	5
4	Gerade	2	2	12	Gerade	6	2	20	Gerade	2	6	28	Gerade	6	6
4	Abbiegen	2	3	12	Abbiegen	6	3	20	Abbiegen	2	7	28	Abbiegen	6	7
5	Gerade	3	0	13	Gerade	7	0	21	Gerade	3	4	29	Gerade	7	4
5	Abbiegen	3	1	13	Abbiegen	7	1	21	Abbiegen	3	5	29	Abbiegen	7	5
6	Gerade	3	2	14	Gerade	7	2	22	Gerade	3	6	30	Gerade	7	6
6	Abbiegen	3	3	14	Abbiegen	7	3	22	Abbiegen	3	7	30	Abbiegen	7	7
7	Gerade	4	0	15	Gerade	8	0	23	Gerade	4	4	31	Gerade	8	4
7	Abbiegen	4	1	15	Abbiegen	8	1	23	Abbiegen	4	5	31	Abbiegen	8	5
8	Gerade	4	2	16	Gerade	8	2	24	Gerade	4	6	32	Gerade	8	6
8	Abbiegen	4	3	16	Abbiegen	8	3	24	Abbiegen	4	7	32	Abbiegen	8	7

Tabelle 6: Position jeder Weiche-Spule in der Gerätedefinition (ADM/SI- und ADM/SO-Treiber)

 ©2018 Leon van Perlo

VPEB Van Perlo Elektronica & Besturingstechniek

OC32/NG

Weichenantrieb Multiplexing

Smarte Elektronik für Ihre Miniatur-Welt

Autor: Leon J.A. van Perlo
Version: 1.0
Datum: 21 Januar 2018

Release-Management

Dieses Handbuch gilt für

- Platine
  - OC32/NG-A(DE) Rev 10
  - MDdec Rev01
  - OC32-ADM/MX (Zusatztreibermodul)
  - OC32-ADM/SI (Zusatztreibermodul)
  - OC32-ADM/SO (Zusatztreibermodul)

- Firmware
  - OC32 Rel 3.01

- Software
  - OC32Config Rel 3.01
  - OC32 Device Definition MX20180120

©2018 Dieses Dokument oder die darin enthaltenen Informationen dürfen ohne die ausdrückliche schriftliche Genehmigung des ursprünglichen Autors weder ganz noch teilweise in irgendeiner Form kopiert und/oder verbreitet werden. Das Anfertigen von Kopien und Drucken durch Benutzer des Moduls OC32/NG, die ausschließlich für den eigenen Gebrauch bestimmt sind, ist gestattet.

zeigt, unter welchem Pin/Aspect jede Weiche/Spule in den Definitionen für ADM/MX-Treiber konfiguriert ist.

Tabelle 5 basiert auf einer Matrix von 32 Weichen (64 Spulen), wenn Sie eine kleinere Matrix haben, dann verschwinden die Spalten, deren Weichen Sie nicht haben, einfach im Tabelle.

Wir gehen davon aus, dass Sie OC32Config gestartet haben und die Konfiguration Ihres OC32 in OC32Config geladen wurde und die richtigen Kommunikationseinstellungen für Ihr OC32 ausgewählt wurden.

- **Aktivieren** Sie " Start numbering at 1", da sonst die Zahlen aus Tabelle 5 nicht korrekt sind.

- Selektieren Sie das Tabblatt "OC32 Device Configuration"
- Aktivieren Sie "Show Details".
- Suchen Sie die Weiche/Spule, die Sie modifizieren möchten, in der obigen Tabelle und gehen Sie zum entsprechenden Pin und Aspekt. Wenn alles gut geht, zeigt die Beschreibung des Aspekts die Weiche und die Richtung, die sie steuert.

Ein Beispiel wird gegeben, um zu beschreiben, wie Anpassung funktioniert:

Wir wollen die Richtung Abbiegend von Weiche 4 ändern. Gehen Sie zu Pin 2, Aspekt 3. Die Beschreibung im jeweiligen Aspekt ist "T04 Thrown" (Weiche 4 Abbiegend). MXpulse <etwas> 9 31 wird unter Anweisung 0 des jeweiligen Aspekts angezeigt. Klicken Sie mit der Maus auf eines der Felder in dieser Zeile und über der kleinen Tabelle befinden sich nun die richtigen Bezeichnungen. Dies sind die Parameter unter T(/60) und Level. Am besten ist es, sich von den anderen Parametern fernzuhalten, sonst funktioniert es nicht mehr.

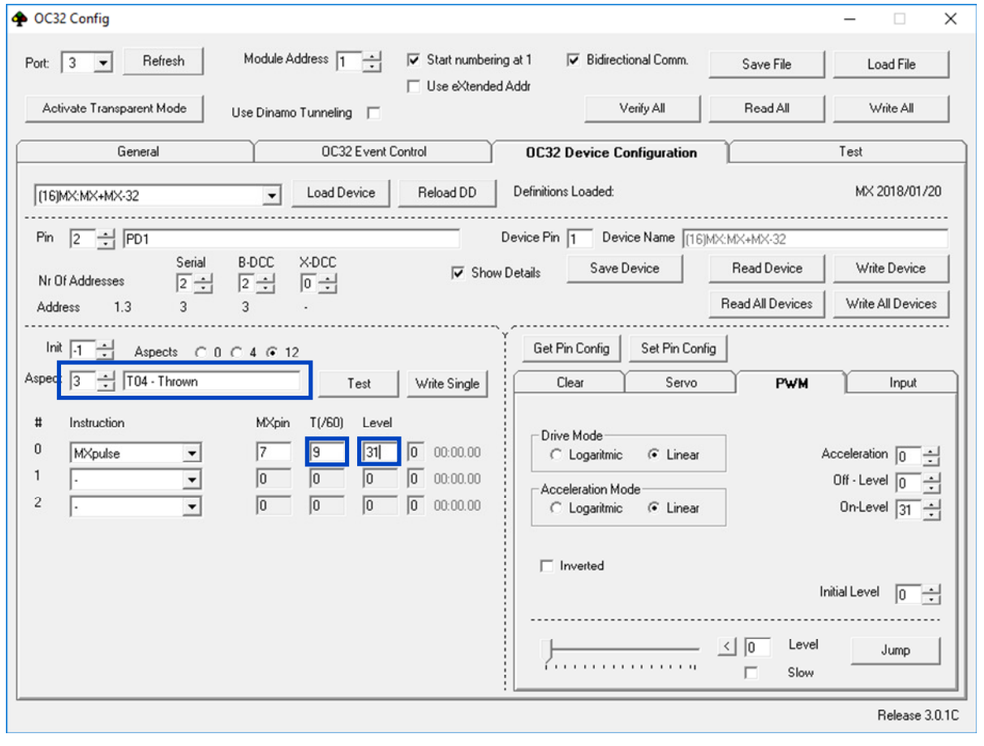

Fig 20: Feinabstimmung der Weichensteuerung

6 Für fortgeschrittene Benutzer: Feinabstimmung der Weichensteuerung

HINWEIS: Was wir in diesem Kapitel beschreiben, kann als schwieriger empfunden werden und wir empfehlen es nicht für Anfänger. In den meisten Fälle ist sie grundsätzlich nicht erforderlich. Sie können es also überspringen, wenn Sie mit der OC32-Konfiguration nicht so vertraut sind.

6.1 Einleitung

Die hier definierten Matrixdefinitionen steuern jede Spule bei maximaler Anregung und mit einer Impulsdauer von 150ms. Sie können, wenn Sie möchten, sowohl die Anregung begrenzen als auch die Impulsdauer pro Spule einstellen.

Die Pulsdauer von 150ms ist in den meisten Fällen sehr gut. Wenn Sie jedoch eine große Matrix haben und viele Weichen in schneller Folge schalten wollen, kann es sinnvoll sein, die Impulsdauer zu verkürzen, solange Sie wissen, dass Ihre Weichen ausreichend schnell schalten. Wenn Sie feststellen, dass Ihre Schalter etwas langsam sind, können Sie die Impulsdauer verlängern. Dies kann (muss) pro Weichenspule erfolgen.

Angenommen, Sie haben Ihr Netzteil so gewählt, dass es nicht viel mehr Spannung abgibt, als Ihre Weichen vernünftigerweise benötigen, ist es in Ordnung, alles mit voller Leistung zu steuern. Aber nehmen wir an, Sie verwenden verschiedene Arten von Spulen zusammen und ein Teil Ihrer Spulen würde lieber weniger Spannung haben. In diesem Fall kannst du diese Leistung für den Teil deiner Spulen reduzieren.

Wenn Sie die Leistung oder Impulsdauer anpassen möchten, müssen Sie dies für jede Spule separat einstellen.

6.2 Feinabstimmung mit ADM/MX-Treibern

Das Maximum von 64 Spulen wird über Aspekte gesteuert, die zu den ersten 16 Pins Ihres OC32 gehören, oder wenn Sie ein Maximum von 16 Spulen verwenden, sind es die ersten 8 Pins Ihres OC32.

Weiche	Richtung	Pin	Aspect	Weiche	Richtung	Pin	Aspect	Weiche	Richtung	Pin	Aspect	Weiche	Richtung	Pin	Aspect
1	Gerade	1	0	9	Gerade	9	0	17	Gerade	1	4	25	Gerade	9	4
1	Abbiegen	1	1	9	Abbiegen	9	1	17	Abbiegen	1	5	25	Abbiegen	9	5
2	Gerade	1	2	10	Gerade	9	2	18	Gerade	1	6	26	Gerade	9	6
2	Abbiegen	1	3	10	Abbiegen	9	3	18	Abbiegen	1	7	26	Abbiegen	9	7
3	Gerade	2	0	11	Gerade	10	0	19	Gerade	2	4	27	Gerade	10	4
3	Abbiegen	2	1	11	Abbiegen	10	1	19	Abbiegen	2	5	27	Abbiegen	10	5
4	Gerade	2	2	12	Gerade	10	2	20	Gerade	2	6	28	Gerade	10	6
4	Abbiegen	2	3	12	Abbiegen	10	3	20	Abbiegen	2	7	28	Abbiegen	10	7
5	Gerade	3	0	13	Gerade	11	0	21	Gerade	3	4	29	Gerade	11	4
5	Abbiegen	3	1	13	Abbiegen	11	1	21	Abbiegen	3	5	29	Abbiegen	11	5
6	Gerade	3	2	14	Gerade	11	2	22	Gerade	3	6	30	Gerade	11	6
6	Abbiegen	3	3	14	Abbiegen	11	3	22	Abbiegen	3	7	30	Abbiegen	11	7
7	Gerade	4	0	15	Gerade	12	0	23	Gerade	4	4	31	Gerade	12	4
7	Abbiegen	4	1	15	Abbiegen	12	1	23	Abbiegen	4	5	31	Abbiegen	12	5
8	Gerade	4	2	16	Gerade	12	2	24	Gerade	4	6	32	Gerade	12	6
8	Abbiegen	4	3	16	Abbiegen	12	3	24	Abbiegen	4	7	32	Abbiegen	12	7

Tabelle 5: Position jeder Weichenspule in der Gerätedefinition (ADM/MX-Treiber)

Die Zuordnung von Spulen zu Pin und Aspekt ist nicht immer auf den ersten Blick logisch. Dies geschieht jedoch, um sicherzustellen, dass die Konfiguration Schritt für Schritt erweitert werden kann und die Adressen Ihrer Weichen weiterhin verfolgt werden. Tabelle 5

Vorwort / Leseführung

Dieses Dokument ist als praktischer Leitfaden zum Erreichen des Weichenantrieb-Multiplexing mit dem OC32/NG gedacht. Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden einige grundlegende Konzepte diskutiert, aber wenn Sie mehr über den Hintergrund des Weichenantrieb-Multiplexing erfahren möchten, können Sie das Dokument "OC32 Switching Coil Multiplexing 3.0" konsultieren.

Es ist nicht notwendig, viel Erfahrung mit dem OC32(/NG) zu haben, um Weichenantrieb-Multiplexing anzuwenden, aber es ist nicht ratsam, zuerst damit zu beginnen. Üben Sie also zunächst mit ein paar (relativ) einfachen Dingen, wie z.B. dem Anschließen einer Leuchte oder einiger Signale.

Wir gehen davon aus, dass Sie Standard, vormontierte Komponenten verwenden. Wenn Sie den MDdec selbst bauen möchten, ist das möglich. Weitere Informationen finden Sie im MDdec-Handbuch.

Dieses Dokument ist eine Ergänzung zum Handbuch OC32 Konfiguration 3.0 und dem Handbuch OC32/NG (Hardware). Dieses Handbuch setzt voraus, dass Sie diese zugrundeliegenden Handbücher studiert und verstanden haben.

Viel Spaß!

Inhaltsverzeichnis

1 Weichenantrieb-Multiplexing 5
1.1 Einleitung 5
1.2 Sequenzielle Steuerung 5
2 Vorbereitungen 6
2.1 Erforderliche Komponenten 6
2.2 Netzteil 6
2.3 Einordnung und Adressierung des OC32 7
2.4 ADM's einsetzen 7
2.5 Einsetzen des Strombrücken JP1 8
2.6 MDdec 9
3 Anschließen bei Verwendung von ADM/MX-Treibern 10
3.1 Matrix für 1 bis 8 Weichen 10
3.2 Matrix für 9 bis 16 Weichen 11
3.3 Matrix für 17 bis 24 Weichen 13
3.4 Matrix für 25 bis 32 Weichen 14
4 Anschließen bei Verwendung von ADM/SI- und ADM/SO-Treibern 16
4.1 Matrix für 9 bis 16 Weichen 16
4.2 Matrix für 17 bis 24 Weichen 17
4.3 Matrix für 25 bis 32 Weichen 17
5 Konfiguration 19
5.1 Hardware Konfiguration 19
5.2 Gerätekonfiguration 19
5.3 Adressierung 21
6 Für fortgeschrittene Benutzer: Feinabstimmung der Weichensteuerung 22
6.1 Einleitung 22
6.2 Feinabstimmung mit ADM/MX-Treibern 22
6.3 Feinabstimmung mit ADM/SI- und ADM/SO-Treibern 24

5.3 Adressierung

Sie können die Weichenantriebe der Matrix über die seriellen Adressen OM32/OC32 oder über die DCC Basic Accessory Packets steuern. Wenn Sie die Matrix über DCC steuern, stellen Sie die gewünschte DCC Basic Accessory Decoder Start Address in der Registerkarte General ein.

Die Anzahl der von der Gerätedefinition zugewiesenen seriellen und DCC-Adressen entspricht der Anzahl der Doppelspulenantriebe in Ihrer Matrix. Die verwendeten Adressen sind auf die ersten 8 Pins (bei einer 8-fachen Matrix) oder auf die ersten 16 Pins (bei einer 16-, 24- oder 32-fachen Matrix) verteilt.

Der dahinter liegende "MX" bedeutet, dass die Definition für die Verwendung mit einem ADM/MX-Treiber vorgesehen ist. Wenn "MX+MX" steht, sollten Sie zwei ADM/MX-Treiber verwenden. Wenn SI+SO steht, dann ist diese Konfiguration für einen ADM/SI + ADM/SO-Treiber bestimmt.
Die Zahl nach "-" gibt an, wie viele Weichen Sie damit steuern können.

Wählen Sie die Gerätedefinition, die zu der Matrix gehört, die Sie in Kapitel 3 oder 4 angeschlossen haben.

Klicken Sie auf " Load Device ", um die Gerätedefinition zu laden.

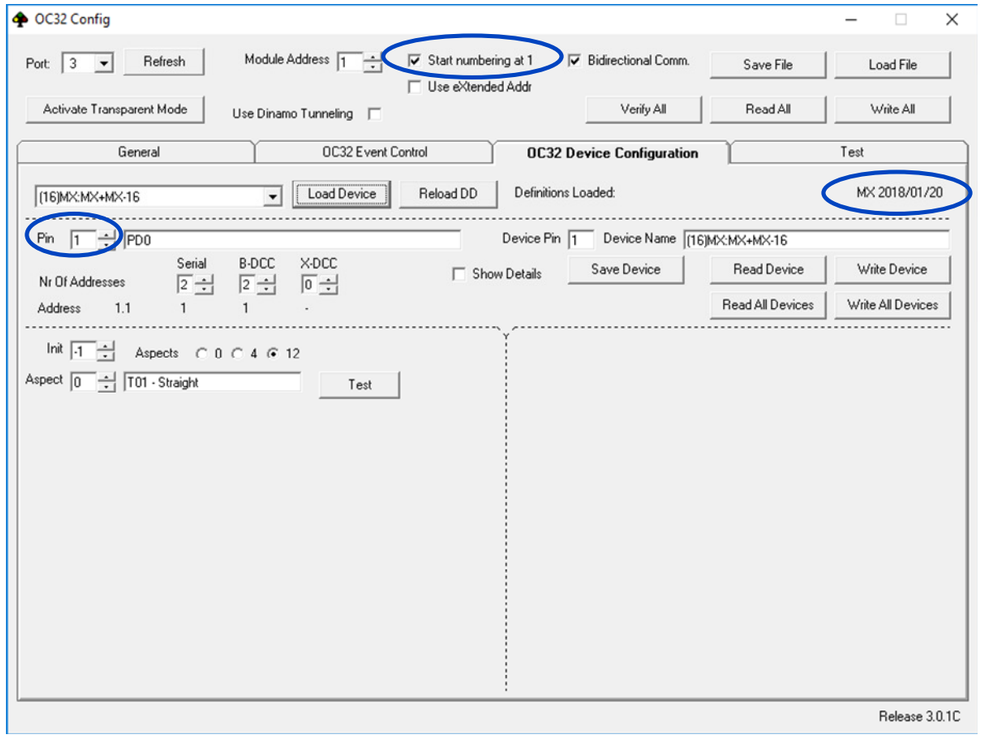

Fig 19: Einlesen der Gerätedefinition in OC32Config

HINWEIS: In einigen Fällen kann es sinnvoll sein, eine **breitere** Definition als die der Matrix zu wählen, die Sie tatsächlich verbunden haben. Wie in Abschnitt 2.3 erwähnt, hängt die Adresse des nächsten freien OC32-Pins von der Größe Ihrer Matrix ab. Wenn Sie die Matrix später erweitern wollen, ändern sich diese Adressen in diesem Moment.

Wenn Sie bereits wissen, dass Sie die Matrix später erweitern möchten, können Sie nun die breitere Definition dafür konfigurieren. Da jede Matrix eine reine Erweiterung jeder vorherigen ist, kann das nicht schaden. Der einzige Effekt ist, dass die Teile der Matrix, die Sie nicht verbunden haben, auch nicht funktionieren.

Es sind 2 Bemerkungen zu machen:
1. Wenn Sie eine 4x4-Matrix angeschlossen haben und eine größere Matrix definieren, dann können Sie die Pins 8..15 **nicht** verwenden. Die Matrixdefinition geht davon aus, dass diese Pins Teil Ihrer Matrix sind.
2. Wenn Sie die maximale Matrix (32 Doppelspulen) definieren, dann ist die nächste freie Adresse 33 (ab 1 gezählt). Diese Adresse und ihre unmittelbaren Nachfolger können mit Koploper nicht einfach so kontrolliert werden.

Wenn Sie die gewünschte Gerätedefinition geladen haben, klicken Sie auf " Write Device"

1 Weichenantrieb-Multiplexing

1.1 Einleitung

Das Handbuch OC32 beschreibt, dass Sie Weichenspulen individuell an das OC32 anschließen können. Dies kostet Sie zwei OC32-Ausgänge mit ausreichender Leistung pro Weiche. Alles in allem noch eine relativ preiswerte Lösung, aber sie kann noch effizienter gestaltet werden. Dies ist besonders interessant, wenn Sie eine größere Anzahl von Weichen anschließen möchten.

Das Weichenantrieb-Multiplexing spart Leistungselektronik und Verkabelung. Um 32 Weichen mit Doppelspulenantrieb zu steuern, benötigen Sie normalerweise 65 Drähte und 64 Ausgänge, einen Draht und einen Ausgang pro Spule sowie einen gemeinsamen Draht für alle Mittenverbindungen der Doppelspulenantriebe.

Obwohl es sich in diesem Dokument um Doppelspulenantriebe für Weichen handelt, funktioniert es ebenso gut für Doppelspulenantriebe für andere Anwendungen, wie beispielsweise Formsignale. Wir empfehlen jedoch nicht, multiplexing für Entkoppler zu verwenden.

Beim Multiplexen wird dies in diesem Beispiel auf 16 Drähte und 16 Ausgänge reduziert. Und im Falle des OC32 können Sie die übrige Ausgänge für andere Anwendungen nutzen. Die Einsparungen wachsen exponentiell. Bis zu 4 Weichen ist das Vorteil minimal oder sogar negativ, aber je mehr Weichen, umso mehr sparen Sie. Das Prinzip ist in Abbildung 1 dargestellt. Jede Kugel stellt eine Weichenspule dar. Bei jedem Schaltvorgang wird der Strom für die Spule von einem "Quelldraht" in die Matrix geleitet und kommt über genau einen "Senkendraht" heraus. Das Ergebnis ist, dass genau eine Spule geschaltet wird, nämlich der Punkt auf dem Schnittpunkt der beiden gesteuerten Drähte.

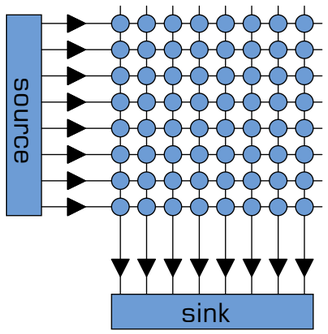

Abb 1: Multiplex Matrix

1.2 Sequenzielle Steuerung

Beim Multiplexen kann pro Matrix jeweils nur eine Spule geschaltet werden. Müssen mehrere Punkte "auf einmal" geschaltet werden, geschieht dies sequentiell (nacheinander). Sie müssen sich darum nicht selbst kümmern. Ihre Software kann die Weichenbefehle direkt nacheinander ausgeben. Die zeitliche Pufferung von Befehlen erfolgt automatisch durch das OC32.

Diese Ablaufsteuerung hat den Nachteil, dass es zu einer zeitlichen Verzögerung zwischen der Abgabe des Befehls und der Ausführung kommen kann. Diese Verzögerung ist jedoch gering. Bei einer Impulsdauer von 150ms können Sie 6 Weichen in 1 Sekunde schalten und wenn sich der genaue Schaltmoment in einem Weichen- oder Formsignal um einen Bruchteil einer Sekunde unterscheidet, ist dies kaum wichtig. Bei Entkopplern wollen Sie jedoch den Moment aktivieren und die Dauer unter Kontrolle haben. Deshalb raten wir von der Verwendung von Multiplexing in Entkopplern ab. Die Sequenzsteuerung hat neben der Einsparung von Verkabelung und Elektronik einen weiteren Vorteil. Die pro Matrix benötigte Gesamtleistung ist nie größer als die Leistung einer Spule. So können Sie mit einer wesentlich leichteren Stromversorgung umgehen.

2 Vorbereitungen

2.1 Erforderliche Komponenten

Für den Anschluss der Weichen in einer Matrix verwenden wir den MDdec, eine Matrix von 4x4 und die Verbindung zu bis zu 8 Weichen. MDdecs können für eine größere Matrix verknüpft werden. Theoretisch ist dies nicht beschränkt, aber aus praktischen Gründen beschränken wir dies in diesem Handbuch auf eine Matrix von maximal 8 x 8 für insgesamt 32 Weichen. Die Anzahl der MDdecs, die Sie benötigen, hängt von der Anzahl der Weichen ab.

Die Weichen brauchen zwischen 0,8A und 2A an Strom. Sie müssen sicherstellen, dass das OC32/NG diesen Strom liefern kann. Dazu müssen Sie Add-On-Treibermodule auf dem OC32/NG platzieren. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten. Der einfachste Weg ist die Verwendung des OC32-ADM/MX. Alternativ können Sie auch eine Kombination aus OC32-ADM/SI und OC32-ADM/SO verwenden.

Um ADM's platzieren zu können, benötigen Sie ein OC32/NG mit ADM-Sockeln. Achten Sie darauf, wenn Sie Ihr OC32 kaufen! Wenn sich die ADM-Sockel nicht auf Ihrem OC32 befinden, können Sie sie nachträglich hinzufügen oder hinzufügen lassen. Fragen Sie Ihren VPEB-Verkaufspartner, wo Sie das OC32 gekauft haben.

Die Anzahl der oben genannten Komponenten, die Sie benötigen, hängt von der Anzahl der Weichen ab, die Sie anschließen möchten:

Weichen	MDdecs	OC32-ADM/MX	OC32 Pins
1-8	1	1	8
9-16	2	2	16
17-24	3	2	16
25-32	4	2	16
Weichen	MDdecs	OC32-ADM/SI	OC32-ADM/SO	OC32 Pins
9-16	2	1	1	16
17-24	3	1	1	16
25-32	4	1	1	16

Tabelle1: Erforderliche Komponenten

Sie benötigen auch Kabel, um Ihre MDdecs mit dem OC32 zu verbinden und Kabel, um Ihre Weichen mit dem MDdec zu verbinden. Die Länge hängt natürlich von den Abständen zwischen den Komponenten ab. Die Länge des Drahtes ist nicht kritisch, aber der Ratschlag ist, die MDdecs so strategisch wie möglich zu platzieren, damit Sie die Drahtlänge minimieren.

Für die Verbindung zwischen OC32 und MDdec ist es am besten, den Draht nicht zu dünn zu nehmen. Unserer Meinung nach ist das Minimum 0,25 mm2. Wenn der Draht länger als ein paar Meter ist, empfehlen wir 0,35mm2 oder 0,5mm2, um zu verhindern, dass Sie zu viel Spannungsverlust haben. Wenn die Länge Ihrer Leitung zwischen OC32 und MDdec und den MDdecs etwas länger ist, können Sie aus Gründen der Übersichtlichkeit Kabel mit 4 Adern pro Kabel verwenden.

2.2 Netzteil

Die Weichenspulen müssen in der Lage sein, genügend Strom zu entnehmen, um sie zum Schalten zu bringen. Je mehr Strom, desto größer die Leistung der Spule. Um diesen Strom durch die Spule leiten zu können, benötigen Sie eine ausreichende Spannung. Die Spannung, die eine Spule benötigt, damit genügend Strom durch sie fließt, um sie zuverlässig einschalten zu können, hängt leider stark von der Marke und dem Typ der Weichenspule ab. Wenn Sie zu wenig Spannung an die Spule anlegen, dann schaltet sie nicht (oder schlecht). Wenn Sie viel zu viel Spannung auf die Spule legen, brennt sie aus oder fällt auf lange Sicht aus. Im Idealfall sollten Sie im Voraus festlegen, welche Versorgungsspannung Sie benötigen, um sicherzustellen, dass Ihre Weichen zuverlässig schalten. Auf Wunsch können Sie es mit

5 Konfiguration

Damit das alles funktioniert, müssen wir noch das OC32 konfigurieren.

Achten Sie darauf, dass Sie die OC32-Definitionsdatei "OC32Devices MX20180120.def" heruntergeladen, ausgepackt und irgendwo auf Ihrem PC gespeichert haben, wo Sie sie wiederfinden.

Stellen Sie sicher, dass Ihr OC32 mindestens die Firmware 3.01 und die OC32Config-Version auf Ihrem PC mindestens die Version 3.01 aufweist.

HINWEIS: Aus Gründen der Übersichtlichkeit gehen wir davon aus, dass Sie in Ihrem OC32 noch nichts konfiguriert haben. Wenn das der Fall ist und Sie diese Konfiguration beibehalten möchten (einen Teil davon), dann müssen Sie sie in OC32Config lesen, bevor Sie fortfahren.

5.1 Hardware Konfiguration

Starten Sie OC32Config und verbinden Sie das OC32-Modul.

Gehen Sie in OC32Config auf die Registerkarte "General".

Klicken Sie im Rahmen " Hardware Config " zunächst auf " Read Config ".

Stellen Sie dann den Typ des Treibers für die Bänke (I/O-Gruppen) ein, Wenn Sie einen ADM/MX-Treiber oder einen ADM/SI-Treiber in einer Bank installiert haben, wählen Sie Sink Driver. Wenn Sie einen ADM/SO-Treiber installiert haben, wählen Sie Sourcetreiber.

Klicken Sie auf "Write Config", wenn Sie Änderungen vorgenommen haben.

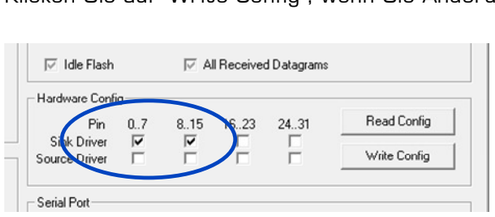

Abb 17: Hardwarekonfiguration mit 2x ADM//MX-Treiber

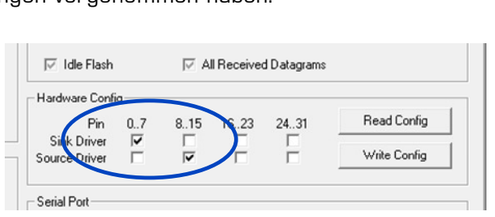

Abb 18: Hardwarekonfiguration mit ADM///SI+ADM/SO-Treiber

In den Abbildungen 17 und 18 sind die Felder für die I/O's 16..31 leer, aber natürlich sollte es die richtigen Ankreuzfelder für die Treiber geben, die Sie in diesen Banken haben.

5.2 Gerätekonfiguration

Gehen Sie in OC32Config auf die Registerkarte "OC32 Device Configuration". Klicken Sie auf Reload-DD und öffnen Sie die Konfigurationsdatei "OC32Devices MX20180120.def"".

Beachten Sie, dass der Pin auf 1 gesetzt ist oder, wenn Sie "Start Numbering at 1" nicht angehakt haben, auf 0.

Klicken Sie auf die Dropdown-Liste links neben " Load Device ". Sie finden 7 Definitionen:

- (8)MX:MX-08
- (16)MX:MX+MX-16
- (16)MX:MX+MX-24
- (16)MX:MX+MX-32
- (16)MX:SI+SO-16
- (16)MX:SI+SO-24
- (16)MX:SI+SO-32

Die Zahl in Klammern gibt die Zahl der Pins an die diese Gerätedefinition verwendet. "MX:" bedeutet, dass die Definition der Gruppe MX (Multiplexing) is.

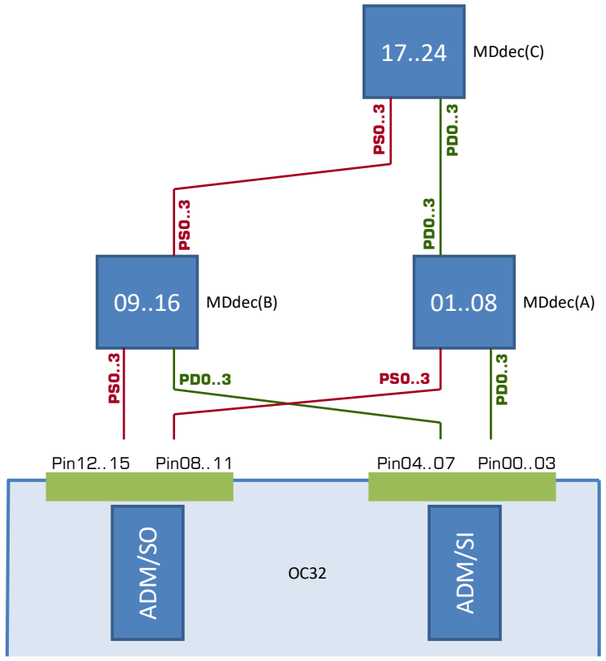

Abb 15: Verdrahtung einer Matrix für 24 Weichen mit /SI- und /SO-Treibern

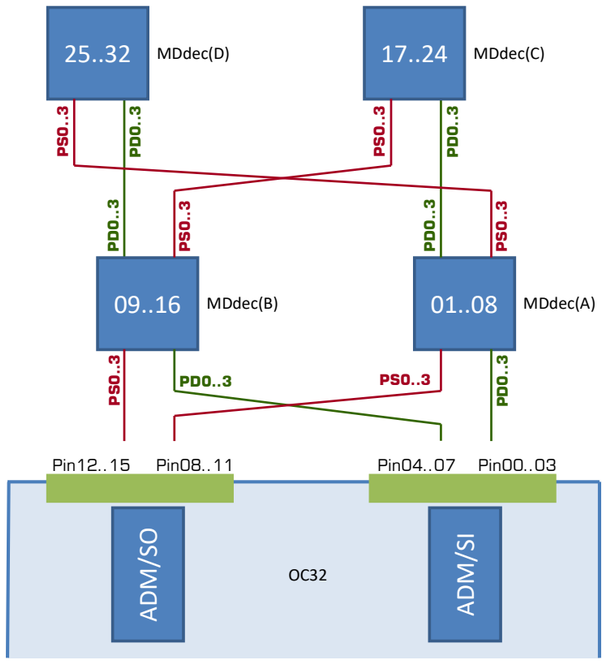

Fig 16: Verdrahtung einer Matrix für 32 Weichen mit /SI- und /SO-Treibern

einem einstellbaren Netzteil ausprobieren. Die Versorgungsspannung, die Sie für die Matrix benötigen, ist ca. 3V höher als die "normale" Spannung, die Ihre Weichen benötigen. Denn die Elektronik im MDdec und OC32/NG benötigt auch etwas Spannung von dem, was für Ihre Weichen noch netto bleibt.

Als Faustregel gilt, dass die meisten Modellbahnweichen für 14-16V ausgelegt sind, so dass Sie in diesem Fall ein Netzteil benötigen, das 17V-19V liefert.

Auch die erforderliche Leistung hängt sehr stark von der Marke und der Art der verwendeten Weiche ab. 2A ist eine einigermaßen sichere Obergrenze. Der Vorteil des Multiplexens besteht darin, dass der pro OC32/NG benötigte Strom nie höher ist als der Strom, der zum Schalten einer Weiche benötigt wird. Wenn Sie ein OC32 zum Betreiben Ihrer Weichen verwenden, genügt eine 2A Stromversorgung für Ihre Weichen. Wenn Sie mehrere Weichenmatrizen mit mehreren OC32/NG's erstellen, dann ist das proportional mehr. Sie können ein Netzteil verwenden, das mehr Strom liefern kann, oder Sie können ein separates Netzteil pro Matrix verwenden.

2.3 Einordnung und Adressierung des OC32

Bei dem in diesem Handbuch beschriebenen Verfahren ist die Weichenmatrix immer mit den ersten Pins des OC32 verbunden. Die Anzahl der verwendeten Pins hängt von der Größe der Matrix ab und beträgt 8 oder 16, der erste freie Pin, den Sie für andere Zwecke verwenden können, ist daher Pin 8/16 (oder 9/17, wenn Sie von 1 zählen).

Wenn Sie eine Matrix von 32 Weichen konfigurieren, bedeutet das, dass Sie auch 32 Adressen benötigen, um Ihre Weichen zu steuern. Für das OC32 ist dies kein Problem, da es 128 Adressen pro OC32 unterstützt. Koploper unterstützt jedoch nur 32 Adressen pro OC32. Wenn Sie also eine Matrix von 32 Adressen auf einem OC32 konfigurieren und Koploper verwenden, dann können Sie die anderen freien Pins nicht einfach so verwenden . Es gibt Lösungen dafür, aber sie liegen außerhalb des Umfangs dieses Handbuchs. Weitere Informationen finden Sie im Handbuch OC32 Advanced Configuration.

2.4 ADM's einsetzen

Um Ihr OC32/NG für das Multiplexen zu verwenden, müssen Sie die OC32-ADM-Treiber installieren. Wenn Sie maximal 8 Weichen anschließen wollen, installieren Sie einen ADM/MX. Wenn Sie 9-32 Weichen anschließen, installieren Sie zwei ADM/MX-Treiber oder einen ADM/SI plus einen ADM/SO.

Wenn Sie die ADMs installieren wollen, stellen Sie sicher, dass Ihr OC32/NG ausgeschaltet ist!

Wenn Sie ein OC32/NG in einem Gehäuse haben, öffnen Sie das Gehäuse. Normalerweise finden Sie Treiber-IC's in IC-Sockeln. Wenn Sie einen ADM/MX installieren möchten, entfernen Sie zunächst die Treiber-IC aus der I/O-Gruppe 0. Beide Buchsen müssen leer sein. Wenn Sie zwei ADM/MX-Module oder ein ADM/SI plus ADM/SO installieren möchten, entfernen Sie die Treiber-IC's aus Gruppe 0 und Gruppe 1. Beide Füße beider Gruppen sollten dann leer sein. Sie können die Treiber entfernen, indem Sie einen kleinen flachen Schraubendreher zwischen IC und Sockel stecken und ihn vorsichtig nach oben bearbeiten. Sie können dies von beiden Seiten tun, so dass der IC gerade aus dem Sockel kommt und Sie die Beine nicht extrem verbiegen oder brechen.

Installieren Sie dann ein oder zwei ADM/MX-Module oder ein ADM/SI plus ein ADM/SO. Achten Sie darauf, dass der 12-polige Stecker richtig in die 12-polige Buchse und der 8-polige Stecker richtig in die 8-polige Buchse eingesteckt ist. Es ist sicherlich nicht schwierig, aber schauen Sie genau hin, was Sie tun, und tun Sie es am besten nicht aus einer ungeschickten Position oder bei schlechtem Licht. Siehe Abbildung 3 für die Positionen. Wenn Sie ein ADM/SI und ADM/SO installieren, befindet sich das /SI in Abbildung 3 in der unteren Position und das /SO darüber.

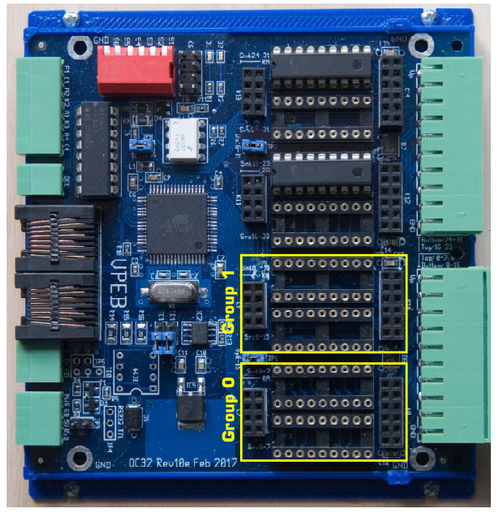

Fig 2: Treiber aus den I/O-Gruppen 0 und 1 entfernt

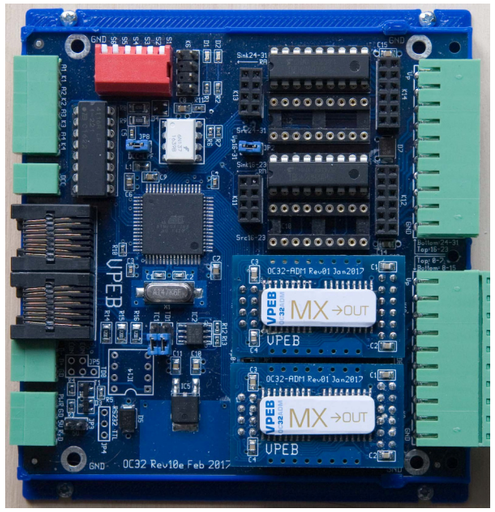

Fig 3: MX-Treiber in der I/O-Gruppe 0 und 1 platziert

2.5 Einsetzen des Strombrücken JP1

Wenn Sie ein Netzteil verwenden, um Ihre Weichen zu schalten und das OC32/NG selbst zu versorgen, ist es am besten, JP1 auf dem Modul zu belassen. In diesem Fall ist die Spannungsversorgung PWR, die Sie an K1 anschließen, auch direkt für den Antrieb Ihrer Weichen verfügbar.

Wenn Sie separate Netzteile für den Antrieb Ihrer Weichen und die Stromversorgung Ihres OC32/NG an sich verwenden, dann müssen Sie JP1 entfernen. Die Stromversorgung für das OC32/NG selbst erfolgt über die PWR am K1. Die Stromversorgung der Weichenmatrix erfolgt über die Anschlüsse Vp1(+) und GND(-) auf K5A, den Stecker für die Pins 0…7, an den Sie später auch die Weichenmatrix anschließen werden.

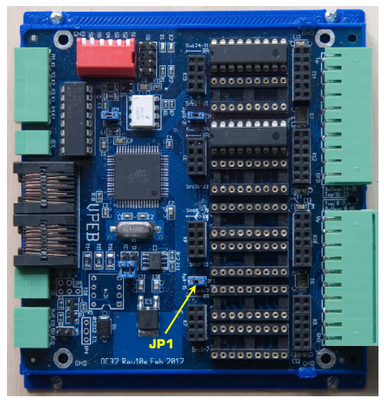

Fig 4: Der Ort des JP1

Wenn Sie alles über K1 zuführen, lassen Sie die Anschlüsse GND und Vp1 leer. Wenn Sie die Matrix mit einer separaten Spannungsversorgung speisen (und Sie haben Jp1 entfernt), verbinden Sie die Matrixspannungsversorgung mit GND (min) und Vp1 (plus). Dies kann am oberen oder unteren Stecker erfolgen, nur Plus und Minus dieser Spannungsversorgung an den gleichen Stecker anschließen. Siehe auch Abschnitt 2.5

Netzteil (Option)	MINUS									PLUS
OC32 Pin	GND	0	1	2	3	4	5	6	7	Vp1
MDdec		(A)PD0	(A)PD1	(A)PD2	(A)PD3	(B)PD0	(B)PD1	(B)PD2	(B)PD3	
MDdec		(A)PS0	(A)PS1	(A)PS2	(A)PS3	(B)PS0	(B)PS1	(B)PS2	(B)PS3	
OC32 Pin	GND	8	9	10	11	12	13	14	15	Vp1

Tabellele 4: Verdrahtung zwischen MDdecs und OC32 mit /SI- und /SO-Treibern

Die Weichenspulen werden wie in Abschnitt 2.6 beschrieben an die Anschlüsse MD1…MD8 angeschlossen

4.2 Matrix für 17 bis 24 Weichen

Um Weichen 17..24 anschließen zu können, werden wir einen zusätzlichen MDdec an die bereits angeschlossenen MDdecs in Abschnitt 4.1 anschließen.

Benötigt wird:

- 1 x OC32
- 1 x OC32-ADM/SI
- 1 x OC32-ADM/SO
- 3 x MDdec
- Genügend Draht

Installieren Sie das OC32-ADM/SI in der I/O-Gruppe 0 und das OC32-ADM/SO in der I/O-Gruppe 1 wie in Abschnitt 2.4 beschrieben.

Montieren Sie die MDdecs und OC32 an einem geeigneten Ort, vorzugsweise in der Nähe der Weichen, die Sie damit steuern werden.

Verbinden Sie das OC32 und die MDdecs wie in Abbildung 15 schematisch dargestellt

Details zur Verbindung von MDdec(A) und MDdec(B) finden Sie in Abschnitt 4.1. MDdec(C) kann mit den anderen beiden verbunden werden. PD00..PD03 des MDdec(C) ist mit dem PD00..PD03 des MDdec(A) verbunden. Verbinden Sie das PS00..PS03 des MDdec(C) mit dem PS00..PS03 des MDdec(B).

4.3 Matrix für 25 bis 32 Weichen

Dies ist eine Wiederholung von Absatz 4.2. Wir nehmen einen vierten MDdec(D) und verbinden ihn wie den dritten MDdec(C), aber an den verbleibenden ausgehenden Ports von MDdec(A) und MDdec(B). Die PD-Verbindungen zu PD und PS zu PS.

Benötigt wird:

- 1 x OC32
- 1 x OC32-ADM/SO
- 1 x OC32-ADM/SO
- 4 x MDdec
- Genügend Draht

Installieren Sie das OC32-ADM/SI in der I/O-Gruppe 0 und das OC32-ADM/SO in der I/O-Gruppe 1 wie in Abschnitt 2.4 beschrieben.

Montieren Sie die MDdecs und OC32 an einem geeigneten Ort, vorzugsweise in der Nähe der Weichen, die Sie damit steuern werden.

Verbinden Sie das OC32 und die MDdecs wie in Abbildung 16 schematisch dargestellt.

4 Anschließen bei Verwendung von ADM/SI- und ADM/SO-Treibern

Wenn Sie einen Satz von /SI- und /SO-Treibern verwenden, funktioniert die Verbindung etwas anders als bei /MX-Treibern. In diesem Abschnitt beschreiben wir 3 mögliche Konfigurationen: für 16, 24 und 32 Weichen. Die Konfiguration für 8 Weichen ist in diesem Fall nicht wirklich sinnvoll. Auch hier ist jede Konfiguration eine Erweiterung der vorherigen, so dass Sie Ihre Matrix mit der Entwicklung Ihrer Eisenbahn wachsen lassen können. Beachten Sie jedoch, dass die Adressierung insbesondere der OC32-Pins, die Sie nicht für die Weichensteuerung verwenden, davon abhängt, welche Konfiguration Sie verwenden. Wenn Sie also Ihre Konfiguration auf eine der folgenden Optionen erweitern, müssen Sie möglicherweise auch die Konfiguration Ihrer Steuerungssoftware ändern.

4.1 Matrix für 9 bis 16 Weichen

Benötig wird:

- 1 x OC32
- 1 x OC32-ADM/SI
- 1 x OC32-ADM/SO
- 2 x MDdec
- Genügend Draht

Installieren Sie das OC32-ADM/SI in der I/O-Gruppe 0 und das OC32-ADM/SO in der I/O-Gruppe 1 wie in Abschnitt 2.4 beschrieben.

Montieren Sie die MDdecs und OC32 an einem geeigneten Ort, vorzugsweise in der Nähe der Weichen, die Sie damit steuern werden.

Verbinden Sie das OC32 und die MDdecs wie in Abbildung 14 schematisch dargestellt.

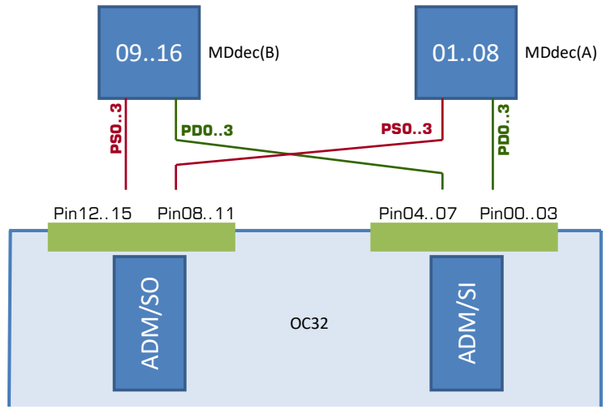

Abb 14: Verdrahtung einer Matrix für 16 Weichen mit /SI- und /SO-Treibern

Die MDdecs sind mit den OC32-Pins 0…15 verbunden, wie in Abbildung 14 und Tabellele 4 dargestellt. Die Pins 0…7. befinden sich auf dem linken oberen Stecker, wenn man auf die Rückseite des OC32 schaut. Die linke Anschlussstelle an diesem Stecker ist GND, dann in der Reihenfolge 0, 1…. 7 und die Geradee Anschlussstelle ist die Vp1, die Betriebsspannung für Ihre Matrix. Die Pins 8…15 befinden sich auf dem linken unteren Stecker. Jedes MDdec hat Anschlüsse mit 2 Anschlüssen. Dies macht die Verdrahtung etwas schwieriger als die Verwendung von ADM/MX-Treibern. Wenn Sie also Einfachheit bevorzugen, verwenden Sie die Konfiguration wie in Kapitel 3 beschrieben.

2.6 MDdec

Die MDdec ist eine Platine, die eine 4x4-Matrix für 16 Spulen bildet. So können Sie 8 Doppelspulenantriebe anschließen. Der MDdec ist in verschiedenen Versionen mit unterschiedlichen Anschlussmöglichkeiten erhältlich oder selbst gebaut. Weitere Informationen finden Sie im MDdec-Handbuch. In diesem Handbuch gehen wir von der MDdec mit Schraubklemmen aus. In Abb. 5 sehen Sie ein Bild.

Die seitlichen Anschlüsse sind für die Weichenantriebe. Sie sehen 8 Gruppen von 3 Verbindungen. Der mittlere Anschluss ist immer für die gemeinsame Leitung des Weichenantriebs, die anderen beiden sind für Geradeausfahrt und Abiegend

Die Anschlüsse oben und unten in Abbildung 5 dienen zum Verbinden der MDdecs untereinander und mit dem OC32. Wie das genau funktioniert, erfahren Sie in den Kapiteln 3 und 4. Beachten Sie, dass es zwei Gruppen pro Seite gibt: PS0..PS3 und PD0..PD3. Beachten Sie auch, dass beide Seiten nicht gleich sind. Auf der einen Seite befinden sich beide Anschlüsse 0 in der Mitte und auf der anderen Seite die Anschlüsse 3 in der Mitte. Es spielt keine Rolle, welche Seite Sie für das OC32 und das nächste oder vorherige MDdec verwenden, solange Sie sich die Zahlen genau ansehen und denken, dass das Modul nicht vollständig symmetrisch ist.

Für die MDdec ist ein Kunststoff-Montagerahmen erhältlich. Sie können den MDdec damit mit 2 mitgelieferten Schrauben fest auf einer Fläche befestigen, ohne sich um Distanzhülsen kümmern zu müssen.

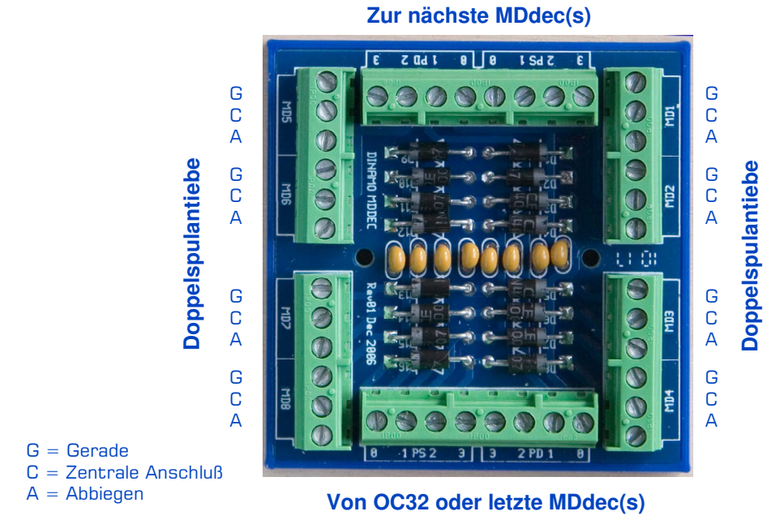

Abb 5: MDdec

3 Anschließen bei Verwendung von ADM/MX-Treibern

In diesem Abschnitt werden 4 mögliche Konfigurationen beschrieben: für 8, 16, 24 und 32 Weichen. Jede Konfiguration ist eine Erweiterung der vorherigen, so dass Sie, wenn Sie wollen, Ihre Matrix mit der Entwicklung Ihrer Eisenbahn wachsen lassen können. Beachten Sie jedoch, dass die Adressierung der OC32-Pins, die Sie nicht für die Weichensteuerung verwenden, davon abhängt, welche Konfiguration Sie verwenden. Wenn Sie also Ihre Konfiguration auf eine der folgenden Optionen erweitern, müssen Sie möglicherweise auch die Konfiguration Ihrer Steuerungssoftware ändern.

3.1 Matrix für 1 bis 8 Weichen

Wie erwartet, ist dies die einfachste. Benötigt wird:

- 1 x OC32/NG-A
- 1 x OC32-ADM/MX
- 1 x MDdec
- Genügend Draht

Installieren Sie das OC32-ADM/MX in der I/O-Gruppe 0 wie in Abschnitt 2.4 beschrieben.

Montieren Sie MDdec und OC32 an einem geeigneten Ort, vorzugsweise in der Nähe der Weichen, die Sie damit steuern werden.

Verbinden Sie das OC32 und das MDdec(A) wie in Abbildung 6 schematisch dargestellt.

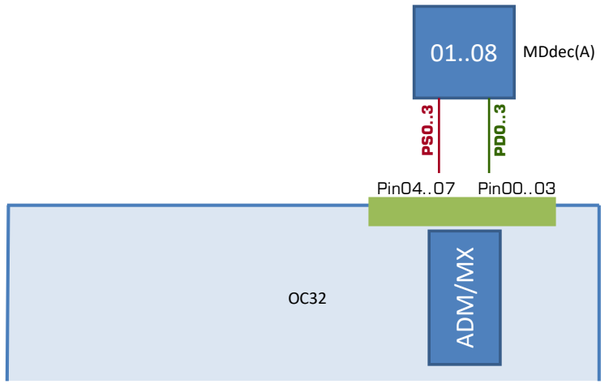

Fig 6: Verdrahtung einer Matrix für 8 Weichen

Das MDdec(A) ist mit den OC32-Pins der I/O-Gruppe 0 verbunden, d.h. den Pins 0…7. Sie finden sie auf der linken oberen Buchse, wenn Sie auf die Rückseite des OC32 schauen. Die linke Anschlussstelle an diesem Stecker ist GND, dann in der Reihenfolge 0, 1…. 7 und die rechte Anschlussstelle ist die Vp1, die Betriebsspannung für Ihre Matrix. Wenn Sie das Ganze über K1 mit Strom versorgen, lassen Sie die Anschlüsse GND und Vp1 leer. Wenn Sie die Matrix mit einer separaten Stromzufuhr versorgen (und Sie haben Jp1 entfernt), verbinden Sie die Matrixstromversorgung mit diesem GND (min) und Vp1 (plus). Siehe auch Abschnitt 2.5

Die Verbindung zwischen (optionaler) Spannungsversorgung, MDdec(A) und OC32 ist wie folgt aufgebaut:

OC32 Pin	GND	0	1	2	3	4	5	6	7	Vp1
MDdec(A)		PD0	PD1	PD2	PD3	PS0	PS1	PS2	PS3	
Netzteil (Option)	MINUS									PLUS

Tabelle 2: Verdrahtung zwischen MDdec(A) und OC32

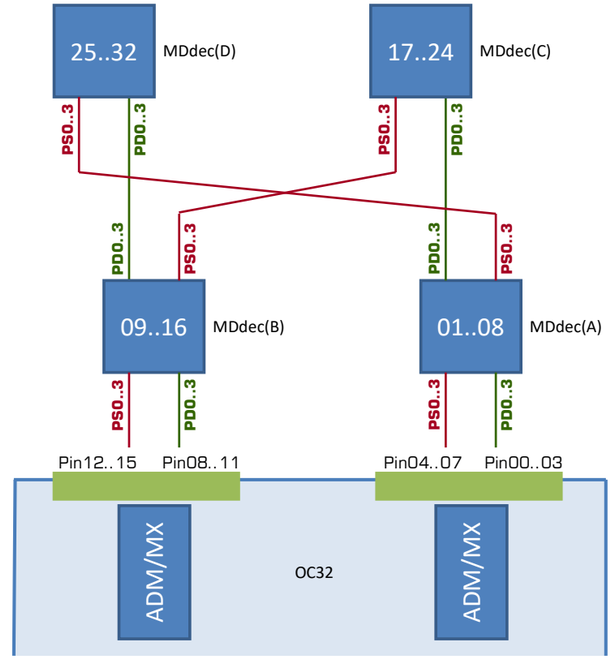

Abb 12: Verdrahtung einer Matrix für 32 Weichen

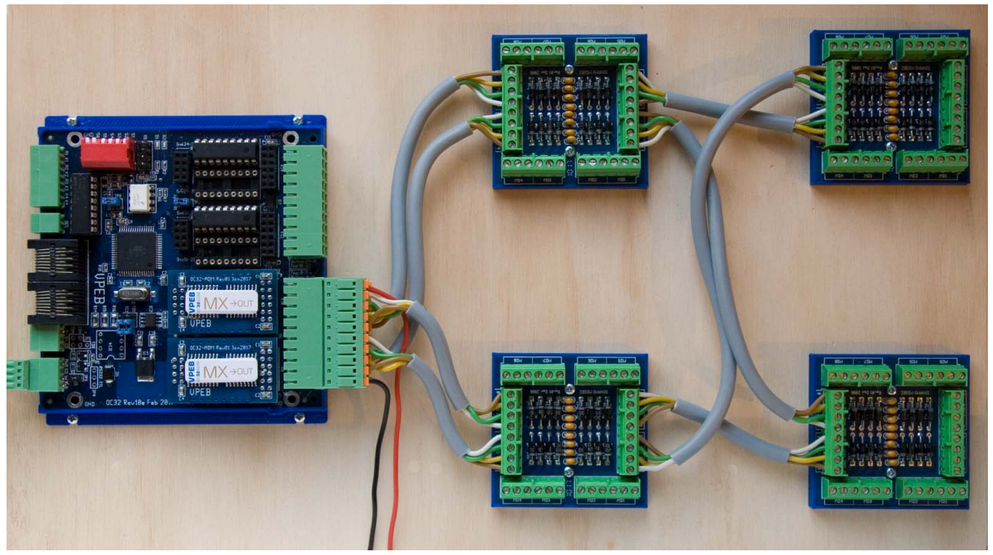

Abb 13: Matrix für 32 Weichen

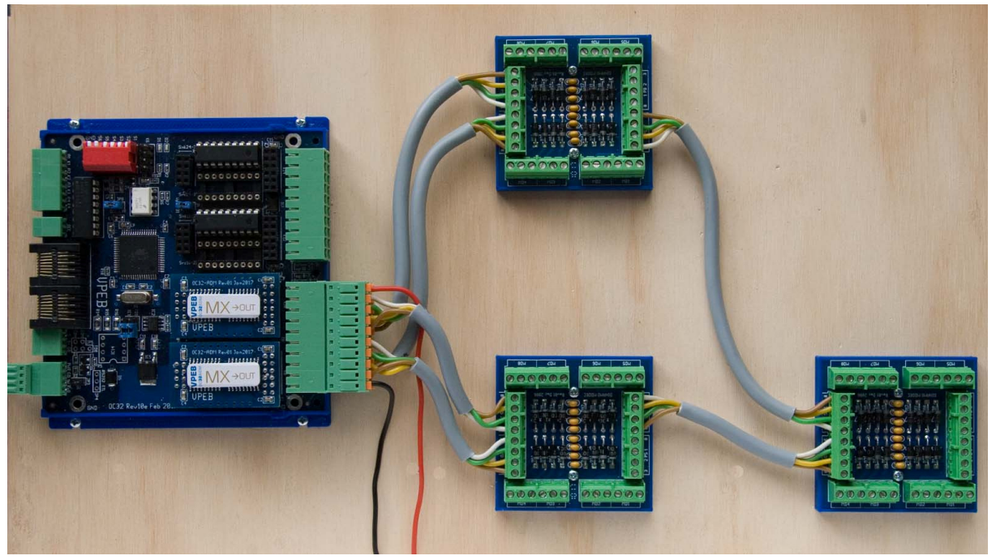

Abb 11: Matrix für 24 Weichen

3.4 Matrix für 25 bis 32 Weichen

Dies ist eine weitere Wiederholung von Absatz 3.3. Wir nehmen einen vierten MDdec(D) und verbinden ihn wie den dritten MDdec(C), aber an den verbleibenden ausgehenden Ports von MDdec(A) und MDdec(B). Die PD-Verbindungen zu PD und PS zu PS.

Benötigt wird:

- 1 x OC32
- 2 x OC32-ADM/MX
- 4 x MDdec
- Genügend Draht

Installieren Sie die OC32-ADM/MXs in den I/O-Gruppen 0 und 1 wie in Abschnitt 2.4 beschrieben.

Montieren Sie die MDdecs und OC32 an einem geeigneten Ort, vorzugsweise in der Nähe der Weichen, die Sie damit steuern werden.

Verbinden Sie das OC32 und die MDdecs wie in Abbildung 12 schematisch dargestellt.

Abbildung 13 zeigt erneut einen Eindruck der Realität.

Die Wechselspulen werden wie in Abschnitt 2.6 beschrieben an die Anschlüsse MD1…MD8 angeschlossen.

Abbildung 7 zeigt, wie es in der Praxis aussehen könnte. Das Kabel zwischen OC32 und MDdec kann natürlich länger sein, wird aber hier "zu Demonstrationszwecken" gekürzt".

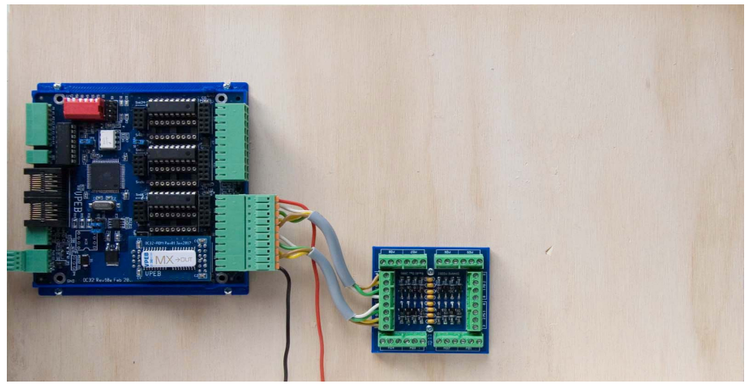

Abb 7: Matrix für 8 Weichen

Die roten und schwarzen Drähte in Abbildung 7 oben sind an die separate Spannungsversorgung für die Matrix angeschlossen. Wenn Sie genau hinsehen, können Sie sehen, dass Jp1 nicht auf dem OC32 platziert ist.

Wenn Sie die Matrix mit der auf K1 (unten links) angebotenen Spannung speisen, verlegen Sie nicht die roten und schwarzen Drähte und stellen Sie sicher, dass Jp1 platziert ist.

3.2 Matrix für 9 bis 16 Weichen

Dieser ist kaum schwieriger als beim 1-8 Matrix. Es ist genau das Gleiche zweimal. Benötigt wird:

- 1 x OC32
- 2 x OC32-ADM/MX
- 2 x MDdec
- Genügend Draht

Installieren Sie die OC32-ADM/MXs in den I/O-Gruppen 0 und 1 wie in Abschnitt 2.4 beschrieben.

Montieren Sie die MDdecs und OC32 an einem geeigneten Ort, vorzugsweise in der Nähe der Weichen, die Sie damit steuern werden.

Verbinden Sie das OC32 und die MDdecs wie in Abbildung 8 schematisch dargestellt.

Das erste MDdec(A) ist mit den OC32-Pins der I/O-Gruppe 0 verbunden, also den Pins 0…7. Die Pins befinden sich auf der linken oberen Buchse, wenn man auf die Rückseite des OC32 schaut. Das zweite MDdec(B) ist mit den OC32-Pins der I/O-Gruppe 1 verbunden, die die Pins 8…15 sind. Die Pins befinden sich auf der linken unteren Buchse, wenn man auf die Rückseite des OC32 schaut. Beide Verbindungen zwischen MDdec und OC32 sind völlig identisch, mit dem einzigen Unterschied, dass es sich um die OC32-Buchse handelt, in die der Stecker gesteckt wird.

Die Verbindung zwischen (optionaler) Spannungsversorgung, MDdec(A) und OC32 ist wie in Tabellele 2 dargestellt.

Die Verbindung zwischen MDdec(B) und OC32 ist wie folgt aufgebaut:

OC32 Pin	GND	8	9	10	11	12	13	14	15	Vp1
MDdec(B)		PD0	PD1	PD2	PD3	PS0	PS1	PS2	PS3	

Tabelle 3: Verdrahtung zwischen MDdec(B) und OC32

Die Weichenspulen werden wie in Abschnitt 2.6 beschrieben an die Anschlüsse MD1…MD8 angeschlossen

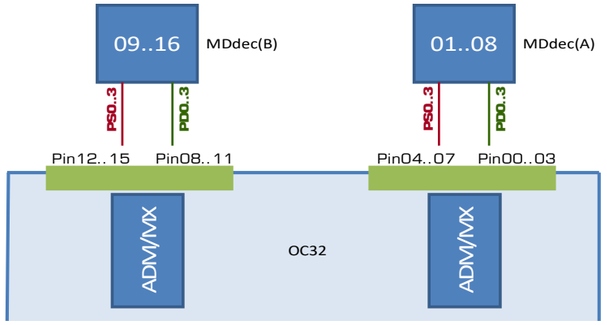

Abb 8: Verdrahtung einer Matrix für 16 Weichen

In Abbildung 9 unten ein praktisches Bild:

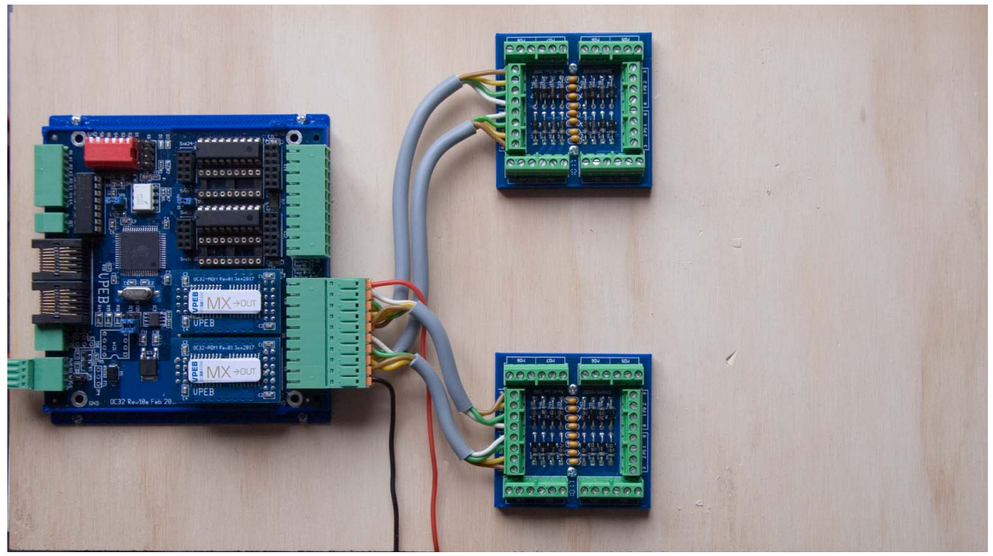

Abb 9: Matrix für 16 Weichen

3.3 Matrix für 17 bis 24 Weichen

Wir machen es jetzt etwas komplizierter. Um die Weichen 17..24 anschließen zu können, werden wir einen zusätzlichen MDdec an die bereits angeschlossenen MDdecs in den Abschnitten 3.1 und 3.2 anschließen.

Benötigt wird:

- 1 x OC32
- 2 x OC32-ADM/MX
- 3 x MDdec
- Genügend Draht

Installieren Sie die OC32-ADM/MXs in den I/O-Gruppen 0 und 1 wie in Abschnitt 2.4 beschrieben.

Montieren Sie die MDdecs und OC32 an einem geeigneten Ort, vorzugsweise in der Nähe der Weichen, die Sie damit steuern werden.

Verbinden Sie das OC32 und die MDdecs wie in Abbildung 10 schematisch dargestellt.

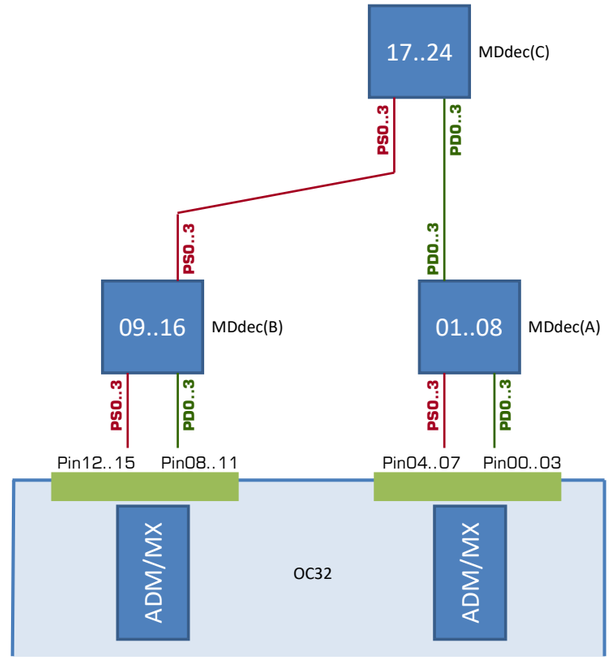

Abb 10: Verdrahtung einer Matrix für 24 Weichen

Details zur Verbindung von MDdec(A) und MDdec(B) finden Sie in den Abschnitten 3.1 und 3.2. MDdec(C) kann mit den anderen beiden verbunden werden. PD00..PD03 des MDdec(C) ist mit dem PD00..PD03 des MDdec(A) verbunden. Verbinden Sie das PS00..PS03 des MDdec(C) mit dem PS00..PS03 des MDdec(B).

In Abbildung 11 unten finden Sie ein Bild davon, wie es in der Praxis aussehen kann. Die Länge der Kabel ist offensichtlich viel kürzer als die Art und Weise, wie Sie es tatsächlich tun würden.