

ELV-Fuzzy-Controller

Den Nachbau beschreibt der zweite Teil dieser Artikelserie, gefolgt von der Darstellung der Möglichkeiten zur Einbindung in eigene Anwendungen.

Nachbau

Die gesamte Schaltung des ELV-Fuzzy-Controllers ist auf einer doppelseitigen Leiterplatte mit den Maßen 58 x 110 mm untergebracht.

Da die Schaltung nur aus wenigen Komponenten besteht, gestaltet sich der Nachbau besonders einfach und ist in weniger als einer Stunde durchzuführen. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes.

Zunächst sind die niedrigen, gefolgt von den höheren Bauteilen zu bestücken und zu verlöten, wobei für den Mikrocontroller IC 1 ein 40poliger IC-Sockel vorgesehen ist. Der Spannungsregler IC 6 ist liegend zu montieren und mit einer M3x8mm-Zylinderkopfschraube mit M3-Mutter auf der Leiterplatte zu verschrauben. Anschließend sind die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider abzuschneiden, ohne dabei die Lötstellen zu beschädigen.

Damit ist der Aufbau bereits abgeschlos-

sen und der Fuzzy-Controller kann in Betrieb genommen werden. Die technischen Daten sind in der Tabelle 1 zusammengefaßt.

Einbindung in eigene Anwendungen

Der betriebsfertige ELV-Fuzzy-Controller kann aufgrund seiner Leistungsfähig-

keit in vielfältigen Anwendungen Einsatz finden. Für einen optimalen Einsatz stehen analoge und digitale Schnittstellen zur Verfügung, die wir im folgenden detailliert beschreiben.

Analog-Interface

Das Interface verfügt insgesamt über acht analoge Eingänge, zwei analoge Aus-

Tabelle 1: Technische Daten

Versorgungsspannung:		9 bis 16 Volt (BU 4) oder 5 Volt (BU 1, BU 2)
Stromaufnahme:		ca. 25 mA
Analoge Eingänge:	Eingangsspannung	0 bis 5 Volt
	Auflösung	8 Bit
Analoge Ausgänge:	Ausgangsspannung	0 bis 5 Volt
	Auflösung	8 Bit
	Ausgangsstrom	OUTA = 5,0 mA OUTB = 0,5 mA
PWM-Ausgänge:	Ausgangsspannung	0 oder 5 Volt
	PWM-Frequenz	1,22; 4,88; 19,53 kHz
digitale Ein- und Ausgänge:		TTL-Pegel
maximale Treiberlast		50 mA

gänge, zwei PWM-Ausgänge und vier Steuerleitungen (siehe Tabelle 3).

Die acht analogen Eingänge besitzen einen Eingangsspannungsbereich von 0 bis 5 Volt und haben eine Auflösung von 8 Bit. Mit Hilfe der Software kann für jeden einzelnen Eingang zwischen einer unipolaren oder bipolaren Interpretation des Eingangswertes gewählt werden.

Bei der unipolaren Betriebsart erstreckt sich der Grundbereich auf 0 bis 100 Prozent. Dies ist zum Beispiel für eine Eingangsvariable, die einen Temperaturbereich von 0° bis 50° als Spannungswert zwischen 0 bis 5 Volt wiedergibt, sinnvoll, da nur positive Werte auftreten.

Sollen hingegen negative und positive Werte erfaßt werden, ist die bipolare Betriebsart zu wählen. Bei ihr erstreckt sich der Grundbereich auf plus/minus 100 Prozent. Für den Eingangsspannungsbereich bedeutet dies, daß 0 Volt als maximal negativ, 2,5 Volt als Null und 5 Volt als maximal positiv interpretiert wird. Es kann daher notwendig sein, mittels einer kleinen Operationsverstärkerschaltung, die Pegel der externen Hardware an die des Fuzzy-Controllers anzupassen. Die bipolare Betriebsart könnte zum Beispiel bei einer Eingangsvariable eingesetzt werden, die den Abstand eines Objektes zu einem Zielpunkt in positiver und negativer Richtung angibt.

Tabelle 2: Ausgabe des PWM-Wertes im bipolaren Betrieb

Ausgabewert des Fuzzy-Reglers im Bereich von +/-100 %	Pegel der Vorzeichen-Steuerleitung	Prozentualer High-Anteil des PWM-Ausgangs
-100 %	Low	100 %
-50 %	Low	50 %
0 %	High	0 %
+50 %	High	50 %
+100 %	High	100 %

Die zwei analogen Ausgänge haben, wie die analogen Eingänge, eine Auflösung von 8 Bit und verfügen über einen Ausgangsspannungsbereich von ebenfalls 0 bis 5 Volt. Auch bei ihnen kann mittels der Software zwischen einer unipolaren oder bipolaren Betriebsart je Ausgang gewählt werden.

Bei der ersten Betriebsart erstreckt sich der Grundbereich auf 0 bis 100 Prozent, so daß die Ausgangsspannung direkt proportional zum Grundbereich ist und eine Off-

setkorrektur entfällt. Sie könnte zum Beispiel für die Ansteuerung eines Heizelementes verwendet werden, da sich hier ein positiver Bereich von „Heizung aus“ bis „maximale Heizleistung“ ergibt.

Bei der zweiten - bipolaren - Betriebsart bezieht sich der Grundbereich auf plus/

minus 100 Prozent. Da aber der Ausgangsspannungsbereich unipolar ist und sich auf 0 bis 5 Volt erstreckt, kann gegebenenfalls eine Pegelanpassung mittels einer Operationsverstärkerschaltung erforderlich sein. Mit ihr könnte beispielsweise eine richtungsabhängige Motorsteuerung realisiert werden.

Auch die PWM-Ausgänge verfügen über eine unipolare und eine bipolare Betriebsart. Sie wird mit der Wahl der Betriebsart für die analogen Ausgänge festgelegt. Ist der unipolare Betrieb gewählt, so steigt der High-Anteil des PWM-Ausgangs proportional mit der ausgegebenen Spannung an.

Universeller Fuzzy-Controller zur Einbindung in eigene Anwendungen

Des weiteren kann über die Steuerleitung ST 0 (Pin 13, BU 1) abgefragt werden, ob eine Datenübertragung vom PC zum Fuzzy-Controller-Board stattfindet. Ist dies der Fall, hat die Steuerleitung einen Low-Pegel, ansonsten ist sie „high“.

Mit der Steuerleitung ST 1 (Pin 14, BU 1) kann die Zeit, die der Fuzzy-Controller für die Berechnung des Ausgangswertes benötigt, ermittelt werden. Die Steuerleitung ist

während der Berechnung „high“ und geht nach Beendigung für ca. 1 µs auf „low“.

Mikrocontroller-Interface

Mit dem Interface ist es möglich, den Fuzzy-Controller direkt mit einem anderen externen Mikrocontroller zu verbinden (siehe Tabelle 4). Dies hat den Vorteil, daß die nicht unerheblichen Wandlerzeiten entfallen, Quantisierungs- und Offsetfehler von AD- und DA-Wandler nicht entstehen können und sich der externe Hardwareaufwand minimiert, da für die Kommunikation weder Wandlerbausteine noch Operationsverstärker erforderlich sind.

Tabelle 3: Belegung der Stiftleiste BU 1 (Analog-Interface)

Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1 bis 8	AIN0 bis AIN7	analoge Eingänge Null bis Sieben
9 bis 10	⊥	Masse
11	OUTA	Analog-Ausgang von Fuzzy-Regler A
12	OUTB	Analog-Ausgang von Fuzzy-Regler B
13	ST 0	„low“, wenn Daten vom PC übertragen werden, sonst „high“
14	ST 1	„high“, wenn Ausgabewert berechnet wird, sonst „low“
15	+	+ 5 Volt
16	⊥	Masse
17	+	+ 5 Volt
18	⊥	Masse
19	PWM 1	PWM-Ausgang von Fuzzy-Regler A
20	PWM 2	PWM-Ausgang von Fuzzy-Regler B
21	ST 2	Vorzeichen des PWM-Ausgangs von Fuzzy-Regler A
22	ST 3	Vorzeichen des PWM-Ausgangs von Fuzzy-Regler B
23 bis 24	ST 4 bis ST 5	keine Funktion (hochohmig)
25 bis 26	⊥	Masse

Folglich ist bei 0 Volt der High-Anteil 0 Prozent und bei maximaler Spannung (5 Volt) 100 Prozent. Beim bipolaren Betrieb hingegen wird zusätzlich an der Steuerleitung ST 2 (Pin 21, BU 1) für PWM-Ausgang 1 und an der Steuerleitung ST 3 (Pin 22, BU 1) für den PWM-Ausgang 2 ein Vorzeichen ausgegeben. In bezug auf den Grundbereich, der beim bipolaren Betrieb von minus bis plus 100 Prozent reicht, ergeben sich die in Tabelle 2 dargestellten Ausgabewerte.

Auch die Funktionsweise des Fuzzy-Controllers ist mit der im Analog-Betrieb identisch, bis auf den Unterschied, daß statt der AD- und DA-Wandler die Werte direkt vorgegeben bzw. ausgegeben werden. So kann zum Beispiel für die Eingänge die unipolare und für die Ausgänge die bipolare Betriebsart gewählt werden (siehe Analog-Interface).

Die Verbindung zwischen dem Fuzzy-Controller und einem externen Mikrocontroller erfolgt über einen 8 Bit breiten Da-

Tabelle 4: Belegung der Stiftleiste BU 2 (Mikroprozessor-Interface)

Pin	Bezeichnung	Bedeutung
1 bis 8	PSP0 bis PSP7	bidirektionaler 8Bit-Daten-Bus
9	\overline{RD}	„low“, wenn ein Byte vom Fuzzy-Controller gelesen wird
10	\overline{WR}	„low“, wenn ein Byte in den Fuzzy-Controller geschrieben wird
11	\overline{CS}	„low“, wenn das Interface des Fuzzy-Controllers aktiviert ist, sonst „high“
12	ST0	„low“, wenn Daten vom PC übertragen werden, sonst „high“
13	ST1	„high“, wenn Ausgabewert berechnet wird, sonst „low“
14	\perp	Masse
15	+	+ 5 Volt
16	\perp	Masse

tenbus (PSP0-PSP7, Pin 1 - 8, BU 2) und drei Steuerleitungen (\overline{RD} Pin 9, \overline{WR} Pin 10, \overline{CS} Pin 11, BU2). Für den Anschluß dieser Leitungen an einen externen Mikrocontroller stehen zwei Möglichkeiten im Vordergrund. Bei der ersten werden die Daten- und Steuerleitungen mit freien Portpins des Mikrocontroller verbunden. Hierbei

ist zu beachten, daß mit Hilfe der Software die Steuerleitungen in bestimmter Weise zu setzen sind, um eine Kommunikation aufzubauen (siehe folgenden Artikel).

Mit der zweiten Methode kann der Fuzzy-Controller direkt in den Adreßbereich des externen Mikrocontrollers eingebunden werden. Dies setzt jedoch eine Adreßdecodierung voraus, die festlegt, bei welcher Adresse der Fuzzy-Controller angesprochen wird bzw. die CS-Leistung auf

„low“ geht. Ferner muß gewährleistet sein, daß bei der gewählten Adresse kein anderes Bauelement, das im Adreßbereich liegt, wie zum Beispiel ein RAM oder EPROM, selektiert ist. Trifft dies jedoch zu, kann es zu Fehlern beim Datenaustausch kommen, da die Busleitungen und ein Teil der Steuerleitungen (\overline{RD} , \overline{WD}) von beiden Systemen miteinander verbunden sind.

An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, daß jedes Fuzzy-Controller-Board sowohl über das Analog-Interface als auch über das Mikrocontroller-Interface verfügt. Aus diesem Grund muß der Anwender mit Hilfe der Software die gewünschte Betriebsart festlegen, da ein gleichzeitiger Betrieb im Analog- und Digital-Modus nicht vorgesehen und auch nicht sinnvoll ist. Wird versehentlich das falsche Interface gewählt, so ist die Funktionsfähigkeit zwar nicht gegeben, jedoch nimmt das Fuzzy-Controller-Board keinen Schaden.

Im nächsten Artikel wird der Datenaustausch zwischen dem Fuzzy-Controller und einem externen Mikrocontroller beschrieben und die Funktionsweise der zugehörigen Windows-Software erläutert. **ELV**

Stückliste: Universal-Fuzzy-Controller

Widerstände:

330 Ω	R1
1,2k Ω	R5
10k Ω	R2-R4

Kondensatoren:

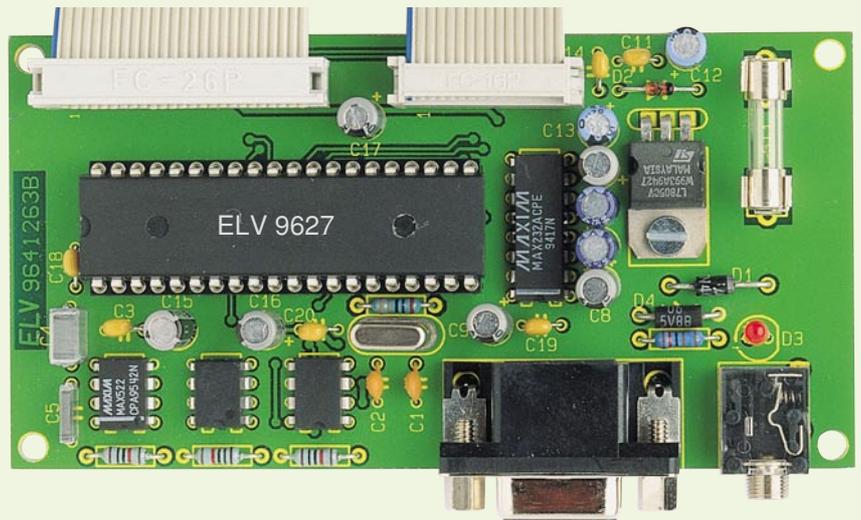
15pF/ker	C1, C2
10nF	C5
100nF	C4
100nF/ker ..	C3, C11, C14, C18-C20
4,7 μ F/63V	C6, C7
10 μ F/25V	C8-C10, C15-C17
22 μ F/16V	C12, C13

Halbleiter:

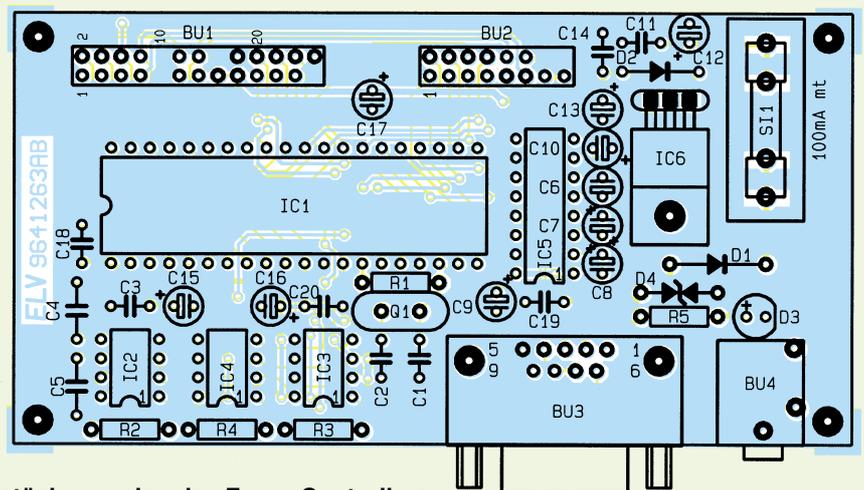
ELV9627	IC1
MAX522	IC2
93C66	IC3, IC4
MAX232	IC5
7805	IC6
1N4001	D1
1N4148	D2
BZW06-5V8B	D4
LED, 3mm, rot, low current	D3

Sonstiges:

Quarz, 20MHz	Q1
Stiftleiste, 2 x 13polig	BU1
Stiftleiste, 2 x 8polig	BU2
SUB-D-Buchsenleiste, 9polig ..	BU3
Klinkenbuchse, 3,5mm, mono ..	BU4
Sicherung, 100mA, mittelträge ..	SI1
1 Platinensicherungshalter (2 Hälften)	
1 IC-Fassung, 40polig	
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 8mm	
1 Mutter, M3	



Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte



Bestückungsplan des Fuzzy-Controllers