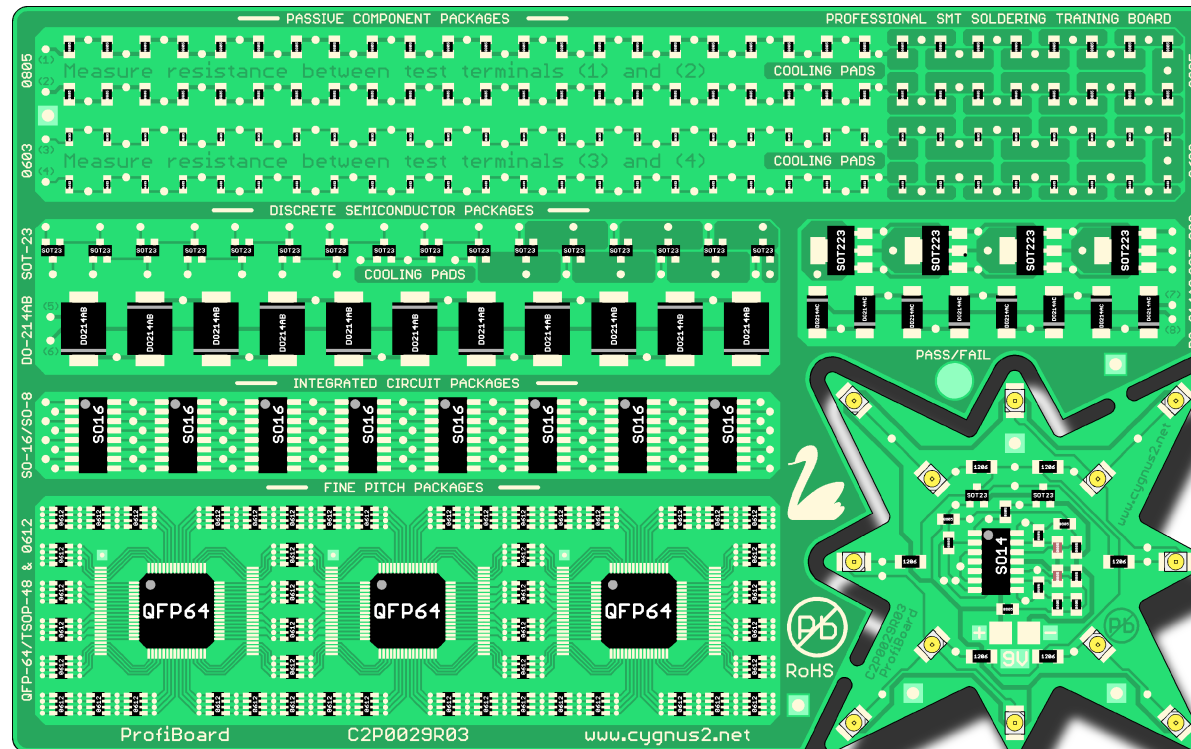


# Training Board TB\_4th\_Generation ProfiBoard



Pokročilá elektronická stavebnice PROFIBOARD byla speciálně navržena pro účely profesionálního nácviku ručního osazování a pájení desek plošných spojů v technologii SMT. Je cenově příznivým řešením pro profesionální školící střediska a technické školy, které pořádají pájecí kurzy.

The advanced electronic kit PROFIBOARD has been especially designed for professional soldering training to gain experience and skills in manual mounting and soldering of printed circuit boards in SMT technology. As cost-effective solution, the electronic kit is intended for use in company training centres and technical schools.

Der fortgeschrittene elektronische Bausatz PROFIBOARD wurde speziell für professionelle Lötübungen (Handbestückung und Handlöten) von Leiterplatten in der Technologie der Oberflächenmontage (SMT) entwickelt. Es stellt eine kostengünstige Lösung für professionelle Schulungszentren und technische Schulen dar.

Stavebnice obsahuje širokou škálu pouzder SMD včetně fine pitch v optimální velikosti a množství, umožňující v krátkém čase osvojení potřebných znalostí a dovedností. SMD pouzdra jsou uspořádána do více skupin. Samostatnou skupinou je funkční elektrický obvod pracující po sestavení jako světelný efekt - blikající hvězda s LED diodami.

Všechny součástky jsou opatřeny měřicími body umožňujícími elektrický test pájených spojů a součástek a měření průběhu elektrického napětí na libovolné součástce.

## Hlavní vlastnosti

- ▶ jednostranná DPS z materiálu FR4 se zelenou nepájivou maskou a povrchovou úpravou HAL
- ▶ rozměry DPS 160 x 100 mm, tloušťka 1,6 mm
- ▶ SMD pouzdra typu 0603, 0612, 0805, 1206 / 0204 (Minimelf), 3014 / 0805 (LED) / PLCC-2, SOT-23, SOT-223, DO-214AC, DO-214AB, SO-14 / SO-16 / SO-8, QFP-64 / TSOP-48
- ▶ počet SMD pouzder 252, technologie - výlučně SMT
- ▶ funkce - blikající hvězda s 12 LED
- ▶ splňuje směrnici EU č. 2011/65/EU (RoHS 2)

The electronic kit contains SMD components including fine pitch in an optimum size and quantity in order to allow gaining experience and skills in a short time. The SMD components are organized into several sections. There is a stand-alone section - functional electronic circuit. Once finalized, it works as a light effect - flickering star with LEDs.

Each component is equipped with test points allowing additional testing of solder points and soldered components and measuring of voltage waveforms on any component.

## Main features

- ▶ FR4 single sided printed circuit board with green solder resist and HAL
- ▶ PCB size 160 x 100 mm, board thickness 1,6 mm
- ▶ SMD packages 0603, 0612, 0805, 1206 / 0204 (Minimelf), 3014 / 0805 (LED) / PLCC-2, SOT-23, SOT-223, DO-214AC, DO-214AB, SO-14 / SO-16 / SO-8, QFP-64 / TSOP-48
- ▶ SMD package quantity 252, technology – SMT only
- ▶ function - flickering star with 12 LEDs
- ▶ EU regulation no. 2011/65/EU (RoHS 2) compliant

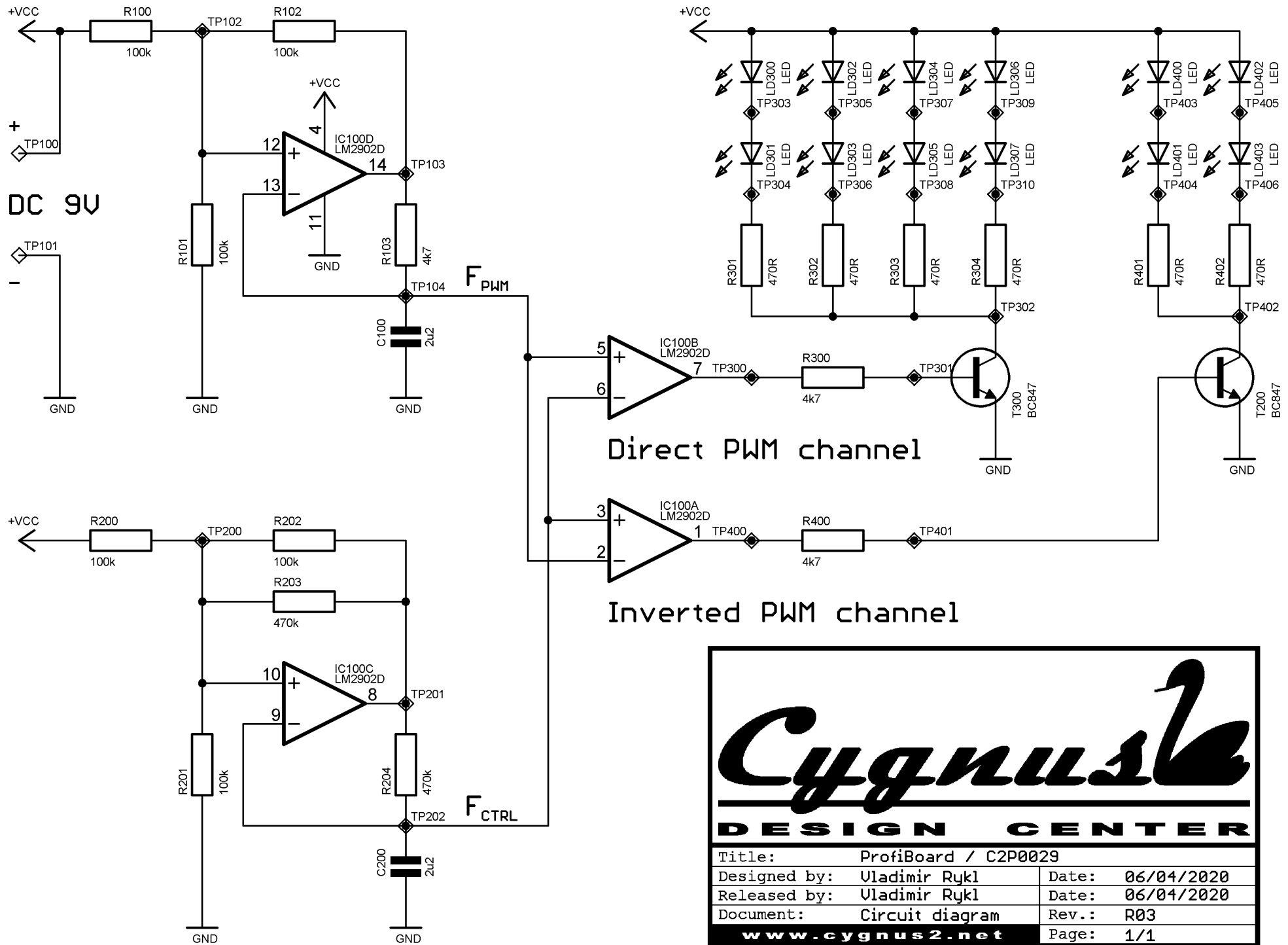
Der Bausatz enthält verschiedene SMD Gehäusen einschliesslich Fine Pitch in optimaler Grösse und Anzahl, um die notwendigen Erfahrungen und Fertigkeiten kurzfristig zu gewinnen. Die SMD Bauteile sind in mehrere Gruppen angeordnet. Eine selbstständige Gruppe ist eine funktionsfähige Schaltung - im aufgebauten Zustand flackernder Stern mit Leuchtdioden.

Alle Bauteile sind mit Messpunkten ausgestattet, um die Lötstellen und eingelötete Bauteile elektrisch prüfen und Spannungsverläufe an beliebigen Bauteilen messen zu können.

## Hauptmerkmale

- ▶ einseitige Leiterplatte aus FR4 mit grünem Lötstopplack und HAL
- ▶ Abmessungen der LP 160 x 100 mm, Dicke 1,6 mm
- ▶ SMD Gehäusen 0603, 0612, 0805, 1206 / 0204 (Minimelf), 3014 / 0805 (LED) / PLCC-2, SOT-23, SOT-223, DO-214AC, DO-214AB, SO-14 / SO-16 / SO-8, QFP-64 / TSOP-48
- ▶ Anzahl der SMD Gehäusen 252, Technologie - SMT
- ▶ Funktion - flackernder Stern mit 12 Leuchtdioden
- ▶ konform mit EU Richtlinie Nr. 2011/65/EU (RoHS 2)

typ / type / Typ	objednací číslo / ordering code / Bestellnummer
ProfiBoard	C2P0029



**DESIGN CENTER**

Title: ProfiBoard / C2P0029	
Designed by: Vladimir Rykl	Date: 06/04/2020
Released by: Vladimir Rykl	Date: 06/04/2020
Document: Circuit diagram	Rev.: R03
<a href="http://www.cygnus2.net">www.cygnus2.net</a>	
Page: 1/1	





## Rozpiska A - světelný efekt / Bill Of Material A - light effect / Stückliste A - Lichteffect

Hodnota / typ Value / type Wert / Typ	Přípustná odchylka Allowed deviation Erlaubte Abweichung	Pouzdro Package Bauform	Počet Quantity Stückzahl	Identifikátor Reference Bezeichner
470R	330R - 2k7	1206 / 0204	6	R301, R302, R303, R304, R401, R402
4k7	3k3 - 6k8	0805	3	R103, R300, R400
100k	82k - 150k	0805	6	R100, R101, R102, R200, R201, R202
470k	270k - 560k	0805	2	R203, R204
2u2	2u2 - 4u7	0805	2	C100, C200
BC847	BC817 / BC846	SOT-23	2	T200, T300
LED	any colour	3014 / 0805 / PLCC-2	12	LD300, LD301, LD302, LD303, LD304, LD305, LD306, LD307, LD400, LD401, LD402, LD403
LM2902D	LM324D / LM224D	SO-14	1	IC100

## Rozpiska B - nefunkční oblast / Bill Of Material B - non-functional area / Stückliste B - nichtfunktionsfähiger Bereich

Pouzdro Package Bauform	Přípustná odchylka Allowed deviation Erlaubte Abweichung	Počet Quantity Stückzahl
0805	-	60
0603	-	60
0612	-	48
SOT-23	-	16
SOT-223	-	4
DO-214AC (SMA)	-	8
DO-214AB (SMC)	-	11
SO-16	SO-14 / SO-8	8 (16 ks/pcs/Stk. @ SO-8)
QFP-64	TSOP-48	3
DPS / PCB / LP	-	1



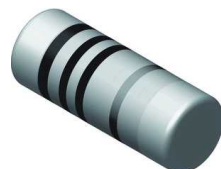
0603



0805



1206



0612



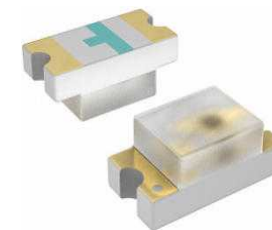
0612



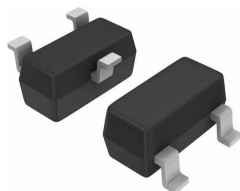
3014



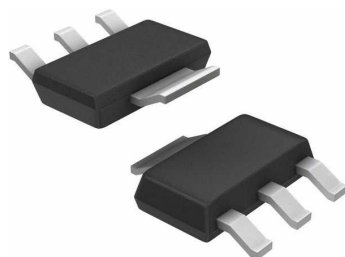
PLCC-2



0805 (LED)



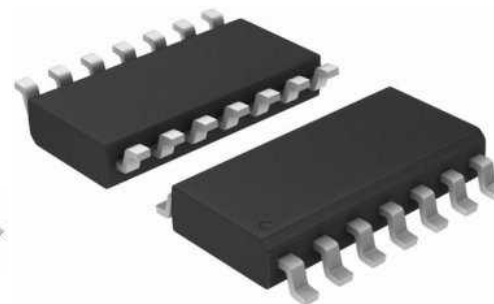
SOT-23



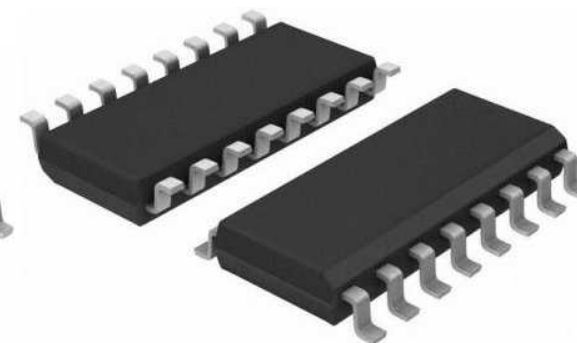
SOT-223



SO-8



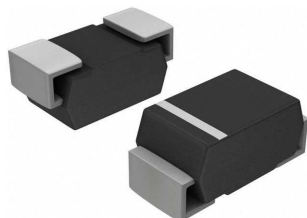
SO-14



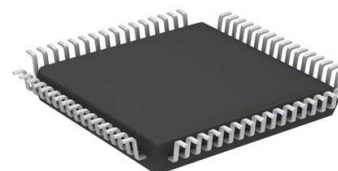
SO-16



DO-214AB (SMC)



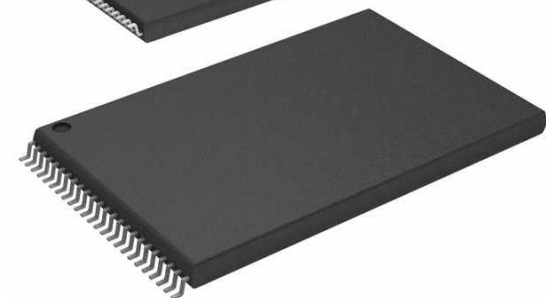
DO-214AC (SMA)



QFP-64



TSOP-48



## Popis obvodu

Elektronický obvod pracuje jako světelný efekt - pozvolna blikající hvězda s LED. Napájení obvodu zajišťuje jedna baterie 9V typ 6F22.

Jas LED pozvolna cyklicky kolísá mezi nulou a maximem a je řízen **dvoukanálovým analogovým pulsně šířkovým modulátorem (PWM) s přímým a invertovaným výstupem**.

## Základy PWM

PWM (pulsně šířková modulace) je jedním z nejběžnějších způsobů řízení výkonu dodávaného do zátěže především ve stejnosměrných obvodech.

Výhodami jsou vysoká účinnost regulace, protože výstupní tranzistor pracuje ve spínacím režimu s malou výkonovou ztrátou, vysoká přesnost nastavení požadovaného výkonu a jednoduchost zapojení. Řízení intenzity LED použitím PWM přináší další výhodu, že nedochází k barevnému posunu u bílých LED, nebo posunu vlnové délky u monochromatických LED. Barva nebo vlnová délka LED totiž mírně závisí na okamžité hodnotě proudu.

Nevýhodou je zvýšená úroveň elektromagnetického rušivého vyzařování z důvodu přítomnosti strmých sestupných a náběžných hran v PWM signálu.

PWM lze snadno sestavit použitím jednoduchých analogových nebo logických (číslicových) obvodů.

Obecně je PWM signál obdélníkovým průběhem napětí nebo proudu charakterizovaný amplitudou, kmitočtem a střídou (činitel plnění). Střída představuje nejdůležitější a proměnný parametr u PWM:

$$\text{střída } D = \frac{t}{T} * 100 \text{ [%]}, \text{ kde}$$

t.....šířka impulsu

T....doba periody PWM signálu

## Circuit description

The electronic circuit works as a light effect - slowly flickering star with LEDs. The electronic circuit is powered by a 9V battery type 6F22.

The LED brightness alternates slowly between zero and maximum and is controlled by **an analog double channel pulse width modulator (PWM) with direct and inverted output**.

## PWM basics

The PWM (pulse width modulation) is one of the most common ways how to control the power supplied to the load especially in DC circuits.

The advantages are high power efficiency of the regulation due to low power dissipation on the output transistor working in switching mode, high accuracy of the power control and circuit simplicity. The LED brightness control by PWM has a further advantage, that no color shift at white LEDs or wave length shift at monochromatic LEDs occurs. The color or the wave length of LEDs slightly depends on the momentary current value.

The disadvantage is an increased undesirable electromagnetic emission level caused by fast falling and rising edges of the PWM signal.

A PWM can be easily realized using simple analog or logic (digital) circuits.

Generally, the PWM signal is a rectangular wave form of voltage or current defined by amplitude, frequency and duty cycle. The duty cycle is the most important and variable parameter of PWM:

$$\text{duty cycle } D = \frac{t}{T} * 100 \text{ [%]}, \text{ where}$$

t.....pulse width

T....PWM signal period

## Schaltungsbeschreibung

Die elektronische Schaltung arbeitet als ein Lichteffect - flackernder Stern mit LEDs. Versorgung mit einer 9V Batterie Typ 6F22.

Die LED Helligkeit schwankt zyklisch zwischen Null und Maximum und wird durch **einen analogen Zweikanal-Pulsweitenmodulator (PWM) mit einem direkten und einem invertierten Ausgang**.

## PWM Grundlagen

Die PWM (Pulsweitenmodulation) ist eine der häufigsten Methoden der Leistungssteuerung an der Last, besonders in Gleichstromkreisen.

Die Vorteile sind hoher Wirkungsgrad, da der Ausgangstranzistor im Schaltbetrieb mit geringer Leistungsverlust arbeitet, hohe Genauigkeit der Steuerung und einfacher Aufbau. Die LED Helligkeitsteuerung durch PWM hat einen weiteren Vorteil, dass es nicht zur Farbortverschiebung bei weissen LEDs oder zur Wellenlängenverschiebung bei monochromatischen LEDs kommt. Der Farbort oder Wellenlänge hängt mässig vom Momentanstrom ab.

Der Nachteil ist eine erhöhte elektromagnetische Störabstrahlung, die die fallenden und steigenden Flanken des PWM Signals zur Folge haben.

Ein PWM kann ganz einfach aus analogen oder logischen (digitalen) Schaltungen aufgebaut werden.

Im allgemeinen ist das PWM Signal ein Rechtecksignal mit einer bestimmten Amplitude, Frequenz und Tastverhältnis. Das Tastverhältnis stellt den wichtigsten und variablen PWM-Parameter dar:

$$\text{Tastverhältnis } D = \frac{t}{T} * 100 \text{ [%]}, \text{ wo}$$

t.....Pulsweite

T....PWM Signalperiode

Střída přímo ovlivňuje velikost střední hodnoty napětí nebo proudu na zátěži, které mohou nabývat hodnot v rozmezí 0 až  $U_{max}$  nebo  $I_{max}$ :

$$I_{avg} = I_{max} * D \text{ a } U_{avg} = U_{max} * D, \text{ kde}$$

$I_{avg}$ ,  $U_{avg}$ .....střední hodnota proudu nebo napětí  
 $I_{max}$ ,  $U_{max}$ .....amplituda proudu nebo napětí  
 $D$ .....střída PWM signálu

Podle druhu zátěže jsou střední hodnoty proudu přímo úměrné například otáčky elektromotoru nebo jas svítivé diody.

The duty cycle directly affects the average value of voltage or current applied to the load varying in the range from 0 to  $U_{max}$  or  $I_{max}$ :

$$I_{avg} = I_{max} * D \text{ and } U_{avg} = U_{max} * D, \text{ where}$$

$I_{avg}$ ,  $U_{avg}$ .....average value of current or voltage  
 $I_{max}$ ,  $U_{max}$ .....amplitude of current or voltage  
 $D$ .....PWM signal duty cycle

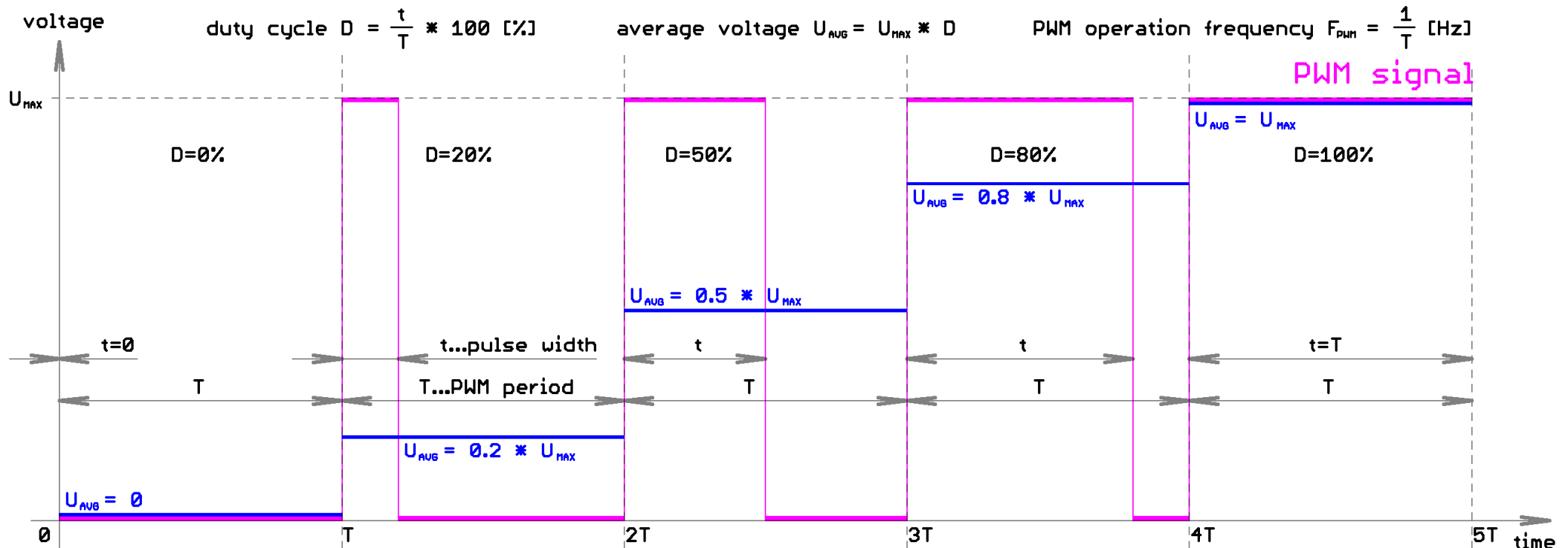
Depending on the load, the rotation speed of a motor or the brightness of a LED is proportional to the average value of applied current.

Das Tastverhältnis beeinflusst direkt das Mittelwert der Spannung oder Strom an der Last, die sich im Bereich von 0 bis  $U_{max}$  oder  $I_{max}$  bewegen können:

$$I_{avg} = I_{max} * D \text{ und } U_{avg} = U_{max} * D, \text{ wo}$$

$I_{avg}$ ,  $U_{avg}$ .....Strom- oder Spannungsmittelwert  
 $I_{max}$ ,  $U_{max}$ .....Strom- oder Spannungsamplitude  
 $D$ .....PWM Tastverhältnis

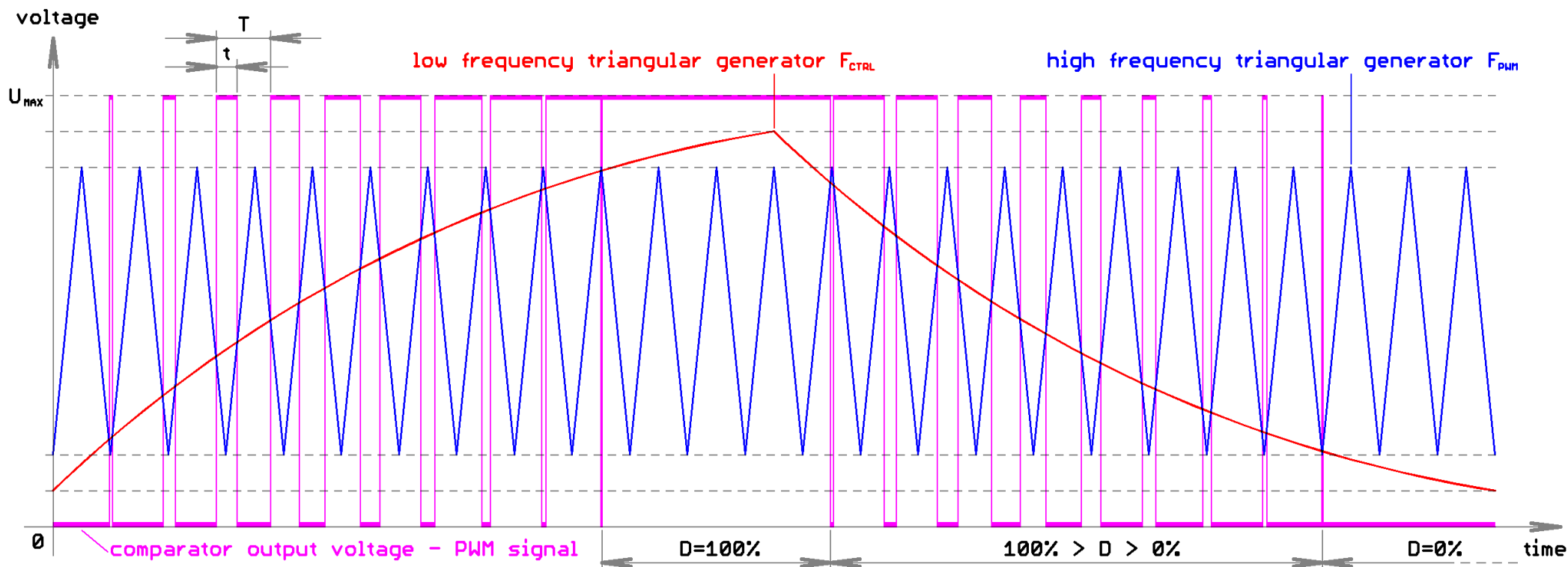
Je nach der Last ist die Drehzahl eines Motors oder die Helligkeit einer LED zum Mittelwert der anliegenden Strom proportional.



Následující příklady jedno a dvoukanalových pulsně šířkových modulátorů jsou řešeny výlučně pomocí jednoduchých analogových obvodů. Cyklické kolísání střídy v rozmezí hodnot 0% až 100% se projevuje cyklickým kolísáním jasu svítivé diody v rozmezí nula až maximum. Činnost každého PWM kanálu zajišťuje jeden generátor trojúhelníkového průběhu o vysokém kmitočtu **FPWM**, jeden generátor trojúhelníkového průběhu o nízkém kmitočtu **FCTRL** a jeden komparátor. Kmitočet **FPWM** musí být zvolen dost vysoký, aby bylo účinně potlačeno vnímání nežádoucího mihotání LED lidským okem.

The following examples of single channel and double channel PWM modulators consist exclusively of simple analog circuits. The cyclic duty cycle alternation in range from 0% to 100% causes the cyclic LED brightness alternation in range from zero to maximum. The operation of each PWM channel is ensured by one high frequency triangular wave form generator **FPWM**, one low frequency triangular wave form generator **FCTRL** and one comparator. The frequency **FPWM** has to be chosen high enough in order to suppress perception of an undesirable LED flickering by human eye.

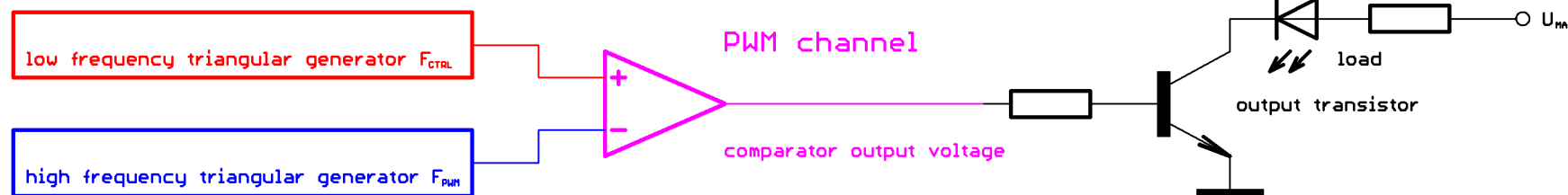
Folgende Beispiele von Einkanal- und Zweikanal-PWM Modulatoren bestehen ausschliesslich aus einfachen Anschaltungen. Die zyklische Schwankung vom Tastverhältnis zwischen 0% und 100% wirkt sich durch zyklische Helligkeitsschwankung der LED von Null bis Maximum aus. Der Betrieb jedes PWM Kanals ist durch einen hochfrequenten Dreiecksgenerator **FPWM**, einen niederfrequenten Dreiecksgenerator **FCTRL** und einen Komparator sichergestellt. Die Frequenz **FPWM** ist hoch genug zu wählen, um die Wahrnehmung eines unerwünschten Flimmerns durch Menschaue zu unterdrücken.



Zjednodušené schéma zapojení jednobanového pulsně šířkového modulátoru.

Simplified circuit diagram of a single channel pulse width modulator.

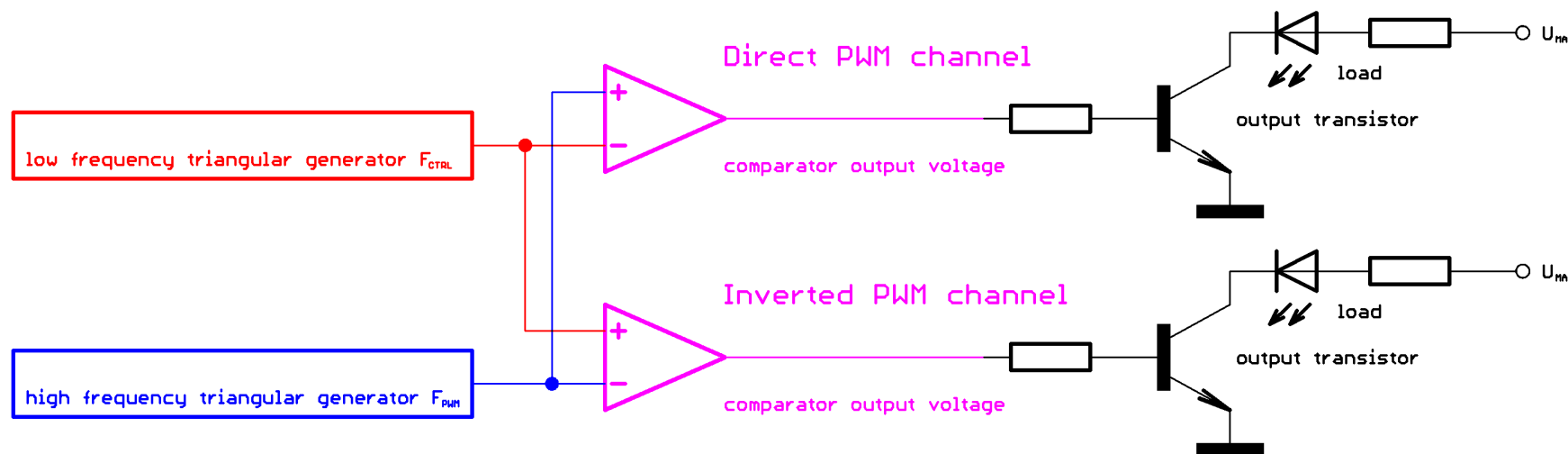
Ein vereinfachter Schaltplan eines Einkanal-Pulsweitenmodulators.



Zjednodušené schéma zapojení dvoukanalového pulsně šířkového modulátoru s přímým a invertovaným PWM kanálem.

Simplified circuit diagram of a double channel pulse width modulator with a direct and an inverted PWM channel.

Ein vereinfachter Schaltplan eines Zweikanal-Pulsweitenmodulators mit einem direkten und einem invertierten PWM Kanal.



Charakteristické údaje / Electrical characteristics / Elektrische Kennwerte

Parametr / Parameter / Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Jednotka / Unit / Einheit
napájecí napětí / supply voltage / Versorgungsspannung	V <sub>CC</sub>	3,0	9,0	15,0	V
napájecí proud / current consumption / Versorgungsstrom @ V <sub>CC</sub> = 9,0 V	I <sub>CC</sub>	-	25,0	-	mA
rozsah pracovních teplot / operating temperature range / Temperaturbereich	T <sub>a</sub>	-20	+25	+80	°C
kmitočet PWM / PWM frequency / PWM Frequenz	F <sub>PWM</sub>	50	100	200	Hz
pracovní rozsah střidy / duty cycle operating range / Tastverhältnisarbeitsbereich	D	0	-	100	%
řídící kmitočet stmívání LED / LED dimming control frequency / Steuerfrequenz der LED Dimmung	F <sub>CTRL</sub>	0,2	0,4	0,7	Hz

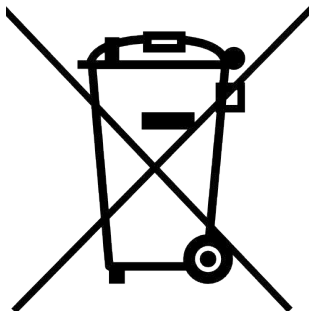
## Pokyny k manipulaci a likvidaci / Handling and disposal instruction / Handhabungs- und Entsorgungshinweise



*Výrobek obsahuje elektrostaticky citlivé součástky.  
The product contains electrostatic sensitive devices.  
Das Produkt enthält elektrostatich empfindliche Bauteile.*



*Výrobek obsahuje malé části. Držte mimo dosah dětí do 3 let.  
The product contains small parts. Keep out of reach of the children under 3 years.  
Das Produkt enthält Kleinteile. Ausser Reichweite von Kindern unter 3 Jahren aufbewahren.*



*Výrobek likvidujte ekologickým způsobem.  
The product has to be disposed in an environmentally friendly way.  
Das Produkt umweltfreundlich entsorgen.*



**Výrobce:** Vladimír Rykl - Cygnum2, Zbožská 2171,  
Nymburk, PSČ 288 02, Česká republika  
tel. +420 325 532 236 / +420 728 322 923 (GSM)  
email: [cygnum2@cygnum2.net](mailto:cygnum2@cygnum2.net)

**Manufacturer:** Vladimír Rykl - Cygnum2, Zbozská 2171,  
Nymburk, Postal code 28802, Czech Republic  
phone +420 325 532 236 / +420 728 322 923 (GSM)  
email: [cygnum2@cygnum2.net](mailto:cygnum2@cygnum2.net)

**Hersteller:** Vladimír Rykl - Cygnum2, Zbozská 2171,  
PLZ 28802 Nymburk, Tschechische Republik  
Tel. +420 325 532 236 / +420 728 322 923 (GSM)  
email: [cygnum2@cygnum2.net](mailto:cygnum2@cygnum2.net)