



FORBOT[®]



Jak czytać noty katalogowe?

**Praktyczny poradnik
dla początkujących**



JAK CZYTAĆ NOTY KATALOGOWE?

PRAKTYCZNY PORADNIK DLA POCZĄTKUJĄCYCH

Autorzy: Michał Kurzela, Damian Szymański
Autor projektu graficznego: Piotr Adamczyk
Redakcja i korekta: KorektArt

Wydawnictwo FORBOT, kontakt@forbot.pl
FORBOT Damian Szymański, al. Zwycięstwa 96/98, 81-451 Gdynia, NIP: 5862249674

Wydanie I, ISBN 978-83-955926-8-3
Copyright © FORBOT

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie i udostępnianie całości lub fragmentów kursu elektroniki w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby zawarte w tej publikacji informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystywania informacji zawartych w tej publikacji. FORBOT® jest zastrzeżonym znakiem towarowym firmy FORBOT Damian Szymański.



1. Wstęp

Dokumentacja techniczna (nota katalogowa) to dokument, który opisuje element elektroniczny. Są tam podane m.in. liczne parametry, wykresy przykładowe schematy i inne ważne informacje. Początkujący nie korzystają często z tych plików, ponieważ nie wiedzą, **jak czytać dokumentację techniczną** i co można w niej znaleźć.

1.1 Co to jest datasheet?

Prawie każdy element elektroniczny posiada dokumentację techniczną, czyli **coś w rodzaju instrukcji obsługi**. Jest to przygotowany przez producenta dokument, w którym znaleźć można praktycznie wszystkie możliwe parametry danego elementu (nawet takie, których istnienia wiele osób się nie spodziewało), liczne wykresy, informacje o tym, jak dany element podłączyć – i tak dalej.

W języku polskim dokument ten nazywany jest **dokumentacją techniczną** lub **notą katalogową**. W języku angielskim będzie to w większości przypadków **datasheet**.

Dokumentacja techniczna praktycznie zawsze jest **czarno-białym plikiem PDF** – kolorowe wstawki (pomijając logo producenta) to rzadkość. Cały dokument jest w języku angielskim i nie ma nawet najmniejszego sensu, aby szukać wersji w innych językach – a już szczególnie w polskim. Angielski to podstawa (sporadycznie natrafimy ewentualnie na wersję chińską, ale to nam wiele nie pomoże).

Widząc, że samodzielne analizowanie not katalogowych sprawia duże trudności, przygotowaliśmy jedyny taki poradnik w języku polskim, który przeprowadzi każdego krok po kroku przez kilka konkretnych dokumentacji technicznych. Podczas lektury kolejnych stron tej książki poznasz zdecydowaną większość parametrów, będziesz też wiedział, co można wyczytać z wykresów i rysunków.

μA7800 SERIES
POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS
EL0056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

- 3-Terminal Regulators
- Output Current up to 1.5 A
- Internal Thermal-Overload Protection
- High Power-Dissipation Capability
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation

KC (TO-220) PACKAGE (TOP VIEW)

KCS (TO-220) PACKAGE (TOP VIEW)

KTE PACKAGE (TOP VIEW)

description/ordering information

This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications. These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload. In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

ORDERING INFORMATION

T _J	V _{ONOM} (V)	PACKAGE†	REEL OF 2000	ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 125°C	5	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7805CKT	μA7805C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7805CKS	μA7805C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7805CKS	μA7805C
		POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7805CKT	μA7805C
	8	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7808CKS	μA7808C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7808CKS	μA7808C
		POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7810CKT	μA7810C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7810CKS	μA7810C
	10	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7812CKS	μA7812C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7812CKS	μA7812C
		POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7815CKT	μA7815C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7815CKS	μA7815C
15	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7815CKS	μA7815C	
	TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7815CKS	μA7815C	
	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7824CKT	μA7824C	
	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7824CKS	μA7824C	

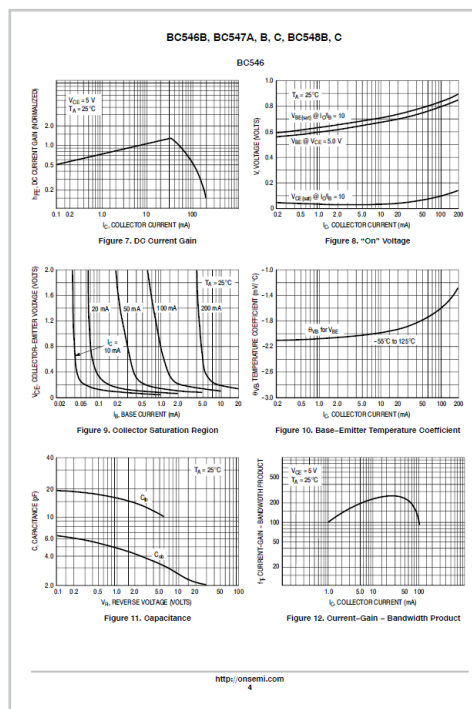
†Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/package.

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

Product information is subject to change without notice. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Reproduction of this document is prohibited without written permission of Texas Instruments.

TEXAS INSTRUMENTS
POST OFFICE BOX 655503 • DALLAS, TEXAS 75265

Fragment dokumentacji LM7805



Fragment dokumentacji BC546

Najprostsze dokumentacje mogą mieć dosłownie 1 stronę, a **podstawowe elementy elektroniczne będą opisane w plikach mających do 20 stron**. Nie ma tu jednak żadnych górnych limitów. Im bardziej zaawansowany element, tym dokumentacja będzie dłuższa. Zupełnie normalne jest to, że noty katalogowe mają po 50, 100 albo i 200 stron.

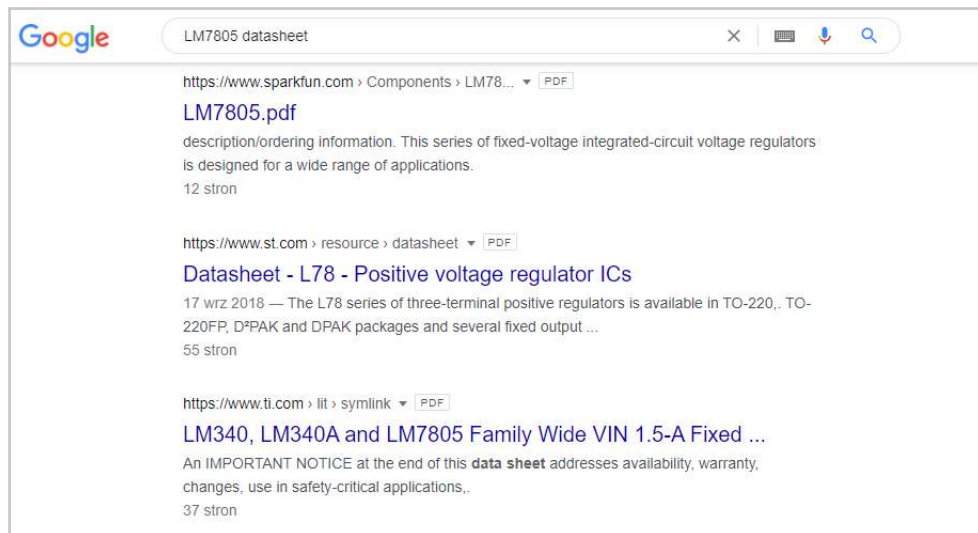
Dokumentacja mikrokontrolera ATmega328P, który jest sercem Arduino UNO, ma 294 strony.

Objętość rośnie wraz z liczbą parametrów i funkcji, które trzeba opisać – jest to szczególnie widoczne przy układach scalonych, które się programuje (czyli np. przy mikrokontrolerach i mikroprocesorach). Tutaj normą są dokumentacje po kilkaset stron, ale to nie koniec – przykładowo dokumentacja od układu STM32MP157¹ ma 4062 strony. Jednak spokojnie, to niezwykle skomplikowany układ, a całej noty katalogowej pewnie nawet nikt nie przeczytał (bo dokumenty te można analizować fragmentami).

¹ <https://forbot.pl/blog/?p=37003>

1.2 Jak znaleźć dokumentację techniczną?

Zdecydowana większość dokumentacji technicznych dostępna jest za darmo na stronach producentów. Nie trzeba jednak samodzielnie odszukiwać tych plików na różnych witrynach – obecnie wystarczy wpisać proste hasło w wyszukiwarkę: „XXXX datasheet”, gdzie za XXXX podstawiamy symbol dowolnego elementu, czyli wpisujemy np. „LM7805 datasheet”. Niektóre popularne układy mogą być produkowane przez wiele firm, dlatego do zapytania można dopisać nazwę producenta.



Przykładowy wynik wyszukiwania noty katalogowej LM7805



Po wydaniu takiego zapytania zobaczymy mnóstwo wyników. Niektóre z nich będą prowadziły wprost do producentów, inne do dokumentacji na stronach sklepów internetowych, a jeszcze inne do specjalnych wyszukiwarek not katalogowych. Te ostatnie są pomocne przy mało popularnych układach, jednak kliknięcie w taki wynik najpewniej nie otworzy od razu właściwej dokumentacji, tylko przeniesie nas najpierw na jakąś inną stronę, z której dopiero otworzymy plik PDF.

Jeśli korzystamy z Google, to możemy dodatkowo wymusić, aby w wynikach wyświetlane były od razu tylko pliki PDF, np.: „LM7805 datasheet filetype:pdf”. Dla większości elementów to wystarczy.

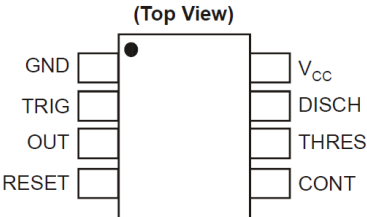
Dokumentacje mogą znajdować się na różnych serwerach. Warto pamiętać, że szukając dokumentacji technicznej bezpośrednio na stronie producenta, będziemy mieć pewność, że trafimy na najnowszą wersję pliku. Nie jest to jednak kluczowe w przypadku najpopularniejszych elementów, ponieważ są one dostępne na rynku tak długo, że wszystkie noty powinny być już aktualne.

1.3 Kiedy przydaje się dokumentacja techniczna?

Dokumentacja techniczna nie jest typową instrukcją, którą wyrzuca się zaraz po rozpakowaniu nowego urządzenia. Ta instrukcja jest niezwykle przydatna. Jeśli symbol elementu elektronicznego nic nam nie mówi, to **nota katalogowa pozwoli nam błyskawicznie poznać ten produkt**. Znajdziemy tam krótki opis, informacje o najważniejszych parametrach oraz opis wyprowadzeń (tzw. pinout).



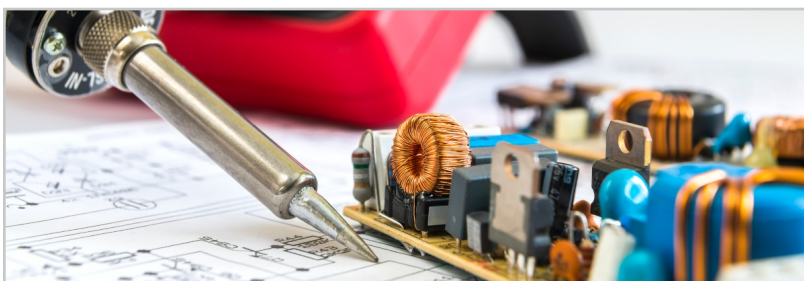
NE555
PRECISION TIMER

Description	Pin Assignments
<p>These devices are precision timing circuits capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time-delay or monostable mode of operation, the timed interval is controlled by a single external resistor and capacitor network. In the astable mode of operation, the frequency and duty cycle can be controlled independently with two external resistors and a single external capacitor.</p> <p>The threshold and trigger levels normally are two-thirds and one-third, respectively, of V_{CC}. These levels can be altered by use of the control-voltage terminal. When the trigger input falls below the trigger level, the flip-flop is set, and the output goes high. If the trigger input is above the trigger level and the threshold input is above the</p>	<p>(Top View)</p>  <p>SO-8</p>

Fragment dokumentacji NE555 (krótki opis i pinout)

W nocie katalogowej zamieszczono też wiele informacji, które przydadzą się nam dopiero później, bo przy pierwszym uruchomieniu danego elementu nie zwracamy uwagi od razu na wszystkie parametry. **Dokumentacja zawiera informacje o parametrach, które są potrzebne do poprawnego używania danego elementu** – również w tych najbardziej zaawansowanych konfiguracjach.

Na przykład początkujący elektronicy zapamiętują, że stabilizator napięcia LM7805 działa następująco: podłączamy na wejście ponad 7 V, a na wyjściu dostajemy równe 5 V. Można powiedzieć, że to prawda, ale z dokumentacji dowiemy się, że w praktyce zależy to jeszcze od temperatury, zmian pobieranego prądu i innych rzeczy, a do tego układ ten kryje w sobie jeszcze kilka innych tajemnic.



Dokumentacja techniczna jest przydatna również podczas naprawiania urządzeń elektronicznych

Dokumentacja techniczna będzie także pomocna, jeśli znajdzie **potrzeba przeanalizowania tego, jak działa jakieś urządzenie**. Jeśli zabierzemy się za naprawianie zepsutego sprzętu, to na podstawie noty katalogowej konkretnego układu będziemy mogli często rozszyfrować działanie płytki. Z kolei jeśli okaże się, że musimy wymienić jakiś tranzystor, którego akurat nie mamy pod ręką, to po zajrzeniu do noty uda nam się odczytać parametry tranzystora, dzięki którym łatwo dobierzemy zamiennik.

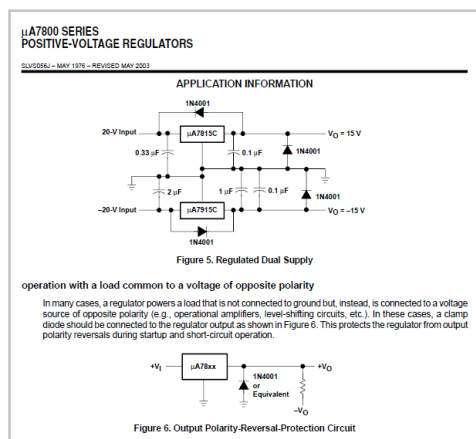
1.4 Co zawiera dokumentacja techniczna?

Dokumentacja każdego elementu będzie wyglądała inaczej, bo **różne elementy wymagają pokazania innych parametrów**. Co więcej, każdy producent może przygotować notę katalogową tak, jak chce, bo nie ma tutaj konkretnych szablonów.

Na szczęście we wszystkich dokumentacjach można wyróżnić (mniej więcej) podobne sekcje.

Większość dokumentacji **zaczyna się od opisu elementu** oraz rysunku, na którym znajdziemy oznaczenie wyprowadzeń (tzw. pinout). W dalszej części noty zobaczymy liczne tabele, które najczęściej będą zawierały **omówienie maksymalnych oraz rekomendowanych parametrów** (z tej sekcji dowiemy się m.in., czy element musi być zasilany z 5 V, czy np. 6 V również będzie odpowiednie).

W dokumentacji znajdziemy często **schematy pokazujące przykładowe podłączenie elementu**. Producenci wskazują tam również mniej popularne sposoby podłączenia. Dowiemy się np., że LM7805 nie jest tylko stabilizatorem napięcia na 5 V. Jeśli podłączymy go w inny sposób, to może stać się źródłem prądowym, możliwa jest też regulacja napięcia wyjściowego.



Przykładowe sposoby wykorzystania LM7805

**μA7800 SERIES
POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS**
SLVSD64 – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 19\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J^1	μA7815C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $V_I = 14.5\text{ V to }27\text{ V}$, $P_D = 15\text{ W}$	25°C	11.5	12	12.5	V
Input voltage regulation	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	0°C to 125°C	11.4		12.5	
	$V_I = 16\text{ V to }22\text{ V}$	25°C		10	240	mV
Ripple rejection	$V_I = 15\text{ V to }25\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	71		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	240	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	120	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C	0.018			Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		-1		mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		75		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Base current		25°C		4.3	8	mA
Base current change	$V_I = 14.5\text{ V to }30\text{ V}$	0°C to 125°C		1		mA
Short-circuit output current	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$	25°C		350		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

¹ Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 23\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	T_J^1	μA7815C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$, $P_D = 15\text{ W}$	25°C	14.4	15	15.5	V
Input voltage regulation	$V_I = 17.5\text{ V to }30\text{ V}$	0°C to 125°C	14.25		15.75	
	$V_I = 20\text{ V to }26\text{ V}$	25°C		11	300	mV

Przykładowe tabele z dokumentacji LM7805

Następnie natrafimy na **liczne wykresy**, które mogą wręcz przytłaczać. Znajdziemy na nich jednak cenne informacje na temat prądów, napięć, zależności od temperatury itd. Dokumentacja techniczna czasami zawiera także **schemat wewnętrzny układu**. Będą tam też dokładnie zwymiarowane rysunki techniczne oraz informacje o tym, jak producent pakuje gotowe produkty.

1.5 Czym NIE jest dokumentacja techniczna?

Dokumentacja techniczna to zbiór – jak sama nazwa wskazuje – technicznych informacji. Znajdziemy tam ogrom parametrów, wykresów i schematów. Teoretycznie są to wszystkie możliwe dane o konkretnym elemencie elektronicznym. Jednak nie są to poradniki pisane z myślą o osobach początkujących, a zatem nie są one przygotowane w stylu naszych kursów elektroniki² (które prowadzą każdego krok po kroku).

Dokumentacja techniczna nie jest poradnikiem dla początkujących!
To dokument pisany przez inżynierów dla inżynierów, jednak nawet osoba niedoświadczona wyciągnie z niego cenne informacje.

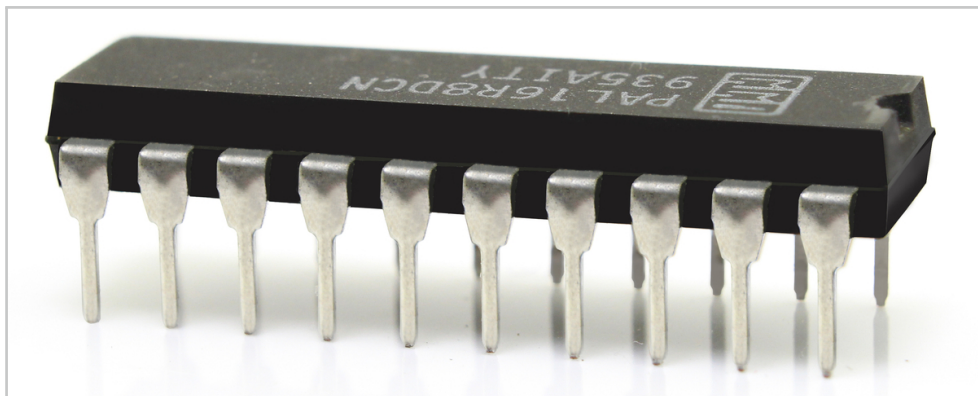
Trzeba wiedzieć, jak czytać dokumentację techniczną i jak wyciągać z nich konkretne informacje. Nie jest to trudne, ale **początkujący elektronicy na początku czują się często przytłoczeni**, np. nadmiarem informacji, które są przekazywane w bardzo szybki i zwięzły sposób. Z lektury dokumentacji tranzystora BC546 żaden początkujący raczej się nie nauczy, czym jest tranzystor bipolarny, jednak dane zawarte w nocie katalogowej pomogą lepiej zrozumieć i wykorzystać ten element. Podczas nauki elektroniki trzeba posiłkować się dokumentacjami technicznymi – to niezbędny element każdego elektronika.

1.6 Czy znajdziemy dokumentację każdego elementu?

Teoretycznie tak. W praktyce w przypadku rezystorów, kondensatorów, diod świecących i innych elementów tego typu ciężko będzie znaleźć taki dokument. Głównie dlatego, że elementy te nie mają oznaczeń, które pozwoliłyby dotrzeć do ich producenta. Jeśli sprzedawca na swojej stronie nie załączy dokumentacji, to ciężko będzie tutaj coś zaradzić – jednak na szczęście w zdecydowanej większości przypadków tego typu elementy nie wymagają od nas zagłębienia do noty.

Dokumentacja techniczna jest jednak praktycznie niezbędna, gdy chcemy skorzystać z **bardziej zaawansowanych elementów** (szczególnie układów scalonych), które są podstawą dzisiejszej elektroniki. W przypadku tranzystorów, stabilizatorów napięcia, mikrokontrolerów i wielu innych elementów sprawa będzie jednak prosta – znajdziemy na nich nadrukowany symbol i logo producenta.

² <https://forbot.pl/kursy>



Nadruk na obudowie układu scalonego pozwala na jego łatwą identyfikację

Warto tu jednak podkreślić, że dokumentacje techniczne to swego rodzaju **standard opisu elementów elektronicznych, a nie gotowych modułów**. Nie znajdziemy raczej czegoś takiego jak jeden plik, który będzie dokładną dokumentacją np. Arduino UNO lub modułu czujnika kupionego w Chinach. Nic nie stoi na przeszkodzie, aby taki dokument powstał, ale praktycznie żaden producent tego nie robi. Bez problemu natrafimy jednak na notę katalogową mikrokontrolera, który jest na Arduino, lub czujnika, który chiński producent wlutował na swój moduł.

1.7 Co jest trudnego w czytaniu dokumentacji?

Dokumentacja techniczna to niezwykle pomocny dokument, którym powinien posługiwać się każdy elektronik. Jednak osoby początkujące często boją się z niego korzystać, co prowadzi do tego, że np. pytają na forach internetowych, jakim maksymalnym napięciem można zasilić dany układ, podczas gdy odpowiedź można byłoby znaleźć dosłownie w 15 s na drugiej stronie noty katalogowej.

Skąd te trudności? Są tutaj dwa główne powody. Po pierwsze dokumentacje techniczne są pisane w języku angielskim. Już to odstrasza część osób, bo jest tam po prostu bardzo dużo języka technicznego, z którym nie spotykamy się na co dzień.

Natrafianie na parametry typu **ripple rejection** czy **bias current** może wprowadzić w zakłopotanie, a to tylko dwa z dziesiątków parametrów.

Po drugie dokumentacja nie jest pisana po to, aby prowadzić każdego początkującego za rękę. To zbiór technicznych informacji pisanych przez inżynierów dla inżynierów. Może i są tam wszystkie parametry, jednak początkujący nie wie, czego i gdzie szukać oraz jak zinterpretować dany parametr.

1.8 Jak zacząć czytać dokumentację techniczną?

Czytania dokumentacji trzeba się nauczyć w praktyce. Jak? Najprościej po prostu pobrać przykładowe dokumentacje techniczne od różnych producentów i przeanalizować je strona po stronie.

Potrzebne będą tutaj wiedza z zakresu podstaw elektroniki (aby jakkolwiek się tam odnaleźć) oraz słownik języka angielskiego (aby odszyfrować zawile sformułowania). Naukę czytania dokumentacji warto rozpocząć od popularnych elementów, które były omówione w naszych kursach elektroniki³:

1. Stabilizator LM7805
2. Tranzystor bipolarny BC546
3. Tranzystor MOSFET BS170
4. Komparator LM311
5. Układ czasowy NE555

Dokumentacje techniczne do powyższych układów można odszukać samodzielnie, a można też pobrać od razu komplet plików:
<https://kurs.forbot.pl/cnk-dokumentacje>

1.8.1 Jak korzystać z tej książki?

Z książką warto zapoznać się od początku do końca, ale jeśli sytuacja tego wymaga, można czytać wybrane rozdziały w losowej kolejności. Fragmenty dokumentacji umieszczone w tej publikacji mają tylko ułatwić nawigację – **pobierz pełne wersje dokumentacji⁴ i zaglądaj do nich regularnie** (dzięki temu będziesz mógł również powiększyć wszystkie tabele i wykresy).

Nie zniechęcaj się, jeśli jakaś dokumentacja wydaje się trudniejsza od innej. To normalne, pamiętaj, że na szczęście **nie musisz rozumieć dosłownie każdego parametru**. Wiele z nich nigdy w życiu nie przyda się większości elektroników. Cała sztuka w tym, aby wiedzieć, co warto dla siebie wyciągnąć z takiej noty katalogowej.

³ <https://forbot.pl/kurs>

⁴ <https://kurs.forbot.pl/cnk-dokumentacje>



Spis treści

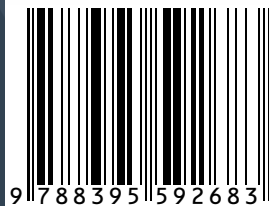
1	Wstęp	5
1.1	Co to jest datasheet?	5
1.2	Jak znaleźć dokumentację techniczną?	7
1.3	Kiedy przydaje się dokumentacja techniczna?	8
1.4	Co zawiera dokumentacja techniczna?	9
1.5	Czym NIE jest dokumentacja techniczna?	10
1.6	Czy znajdziemy dokumentację każdego elementu?	10
1.7	Co jest trudnego w czytaniu dokumentacji?	11
1.8	Jak zacząć czytać dokumentacje techniczne?	12
1.8.1	Jak korzystać z tej książki?	12
2	Stabilizator napięcia LM7805	13
2.1	Informacja o użytej dokumentacji	13
2.2	Nazwa i typ elementu	13
2.3	Ważne parametry, pinout i obudowy stabilizatora	14
2.4	Schemat wewnętrzny stabilizatora	15
2.5	Parametry graniczne (maksymalne) stabilizatora	17
2.6	Rekomendowane warunki pracy stabilizatora	18
2.7	Parametry elektryczne stabilizatora	18
2.8	Schematy przykładowego użycia stabilizatora	23
2.9	Rysunki techniczne obudów stabilizatora	26
2.10	Nota prawna i kontakt	26

3	Tranzystor bipolarny BC546	27
3.1	Informacja o dokumentacji	27
3.2	Nazwa i typ elementu	27
3.3	Pinout i obudowy tranzystorów	28
3.4	Parametry graniczne (maksymalne) tranzystorów	29
3.5	Parametry elektryczne tranzystorów	30
3.6	Wykresy opisujące działanie tranzystora	32
3.7	Rysunki techniczne i sposób pakowania tranzystorów	37
3.8	Nota prawna producenta	37
4	Tranzystor MOSFET BS170	39
4.1	Informacja o dokumentacji	39
4.2	Nazwa i typ elementu	40
4.3	Ważne parametry, pinout i obudowy tranzystora	40
4.4	Parametry graniczne (maksymalne) tranzystora	41
4.5	Parametry elektryczne tranzystora	42
4.6	Warunki testowania tranzystora	45
4.7	Wykresy opisujące działanie tranzystora	45
4.8	Rysunek techniczny tranzystora	48
4.9	Nota prawna producenta	48
5	Komparator LM311	49
5.1	Informacja o dokumentacji	49
5.2	Nazwa i rodzaj elementu	50
5.3	Obudowy i pinout komparatora	50
5.4	Schematy przykładowego użycia komparatora	52
5.5	Parametry graniczne (maksymalne) komparatora	53
5.6	Parametry elektryczne komparatora	55
5.7	Schemat wewnętrzny komparatora	57
5.8	Wykresy opisujące komparator	58
5.9	Zaawansowane konfiguracje komparatora	64
5.10	Rysunki techniczne obudów komparatora	64
5.11	Nota prawna producenta	64
6	Układ czasowy NE555	65
6.1	Informacja o użytej dokumentacji	65
6.2	Nazwa i typ elementu	65

6.3	Ważne parametry, pinout i obudowa NE555	66
6.4	Schemat wewnętrzny NE555	67
6.5	Parametry graniczne (maksymalne) NE555	69
6.6	Rekomendowane warunki pracy NE555	70
6.7	Parametry elektryczne NE555	70
6.8	Wykresy opisujące działanie NE555	73
6.9	Schematy przykładowego użycia NE555	77
6.10	Zamawianie i rysunki techniczne	80
6.11	Nota prawna producenta	81



ISBN 978-83-955926-8-3



9 788395 592683