

IDŹ DO

PRZYKŁADOWY ROZDZIAŁ



SPIS TREŚCI

KATALOG KSIĄŻEK

KATALOG ONLINE

ZAMÓW DRUKOWANY KATALOG

TWÓJ KOSZYK

DODAJ DO KOSZYKA

CENNIK I INFORMACJE

ZAMÓW INFORMACJE
O NOWOŚCIACH

ZAMÓW CENNIK

CZYTELNIA

FRAGMENTY KSIĄŻEK ONLINE

RS 232C – praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delphi i Buildera. Wydanie III

Autor: Andrzej Daniluk
ISBN: 978-83-246-0778-5
Format: B5, stron: 504



Na uczelniach, w szkołach i biurach pojawia się coraz więcej zaawansowanych urządzeń komputerowych podłączanych przez port szeregowy. Czy koniecznie trzeba płacić wysokie stawki informatykom, aby wykorzystać pełnię możliwości tych nowoczesnych narzędzi? Na szczęście nie. Obsługa transmisji szeregowej przy użyciu standardu RS 232C może być na tyle łatwa, że uczniowie, studenci, nauczyciele, pracownicy naukowcy czy inżynierowie mogą samodzielnie tworzyć potrzebne im oprogramowanie.

Dzięki książce „RS 232C – praktyczne programowanie. Od Pascala i C++ do Delphi i Buildera. Wydanie III” także i Ty szybko nauczysz się pisać programy sterujące urządzeniami podłączanymi przez port szeregowy. Dowiesz się, jak działa transmisja asynchroniczna oraz czym jest standard RS 232C. Poznasz interfejs RS 232C dla systemu Windows i nauczysz się go używać w środowiskach programistycznych Builder i Delphi, co pozwoli Ci pisać potrzebne oprogramowanie w języku Pascal lub C++. Najnowsze, poprawione wydanie zawiera jeszcze więcej przykładów, dzięki którym błyskawicznie będziesz mógł sprawdzić nabytą wiedzę w praktyce.

- Standard RS 232C
- Transmisja asynchroniczna
- Obsługa RS 232C w systemach MS-DOS i Windows
- Wykorzystanie elementów interfejsu Windows API w środowiskach Builder i Delphi
- Testowanie programów do obsługi transmisji szeregowej
- Tworzenie aplikacji wielowątkowych
- Narzędzia graficzne
- Przykładowe aplikacje i ich analiza
- Specyfikacje najważniejszych funkcji



Spis treści

Przedmowa do wydania trzeciego	9
Wprowadzenie	11
Rozdział 1. Definicja interfejsu	15
Rozdział 2. Nowoczesna transmisja asynchroniczna oraz standard RS 232C	19
RTS-CTS handshaking	24
Konwertery interfejsu RS 232C	28
Konwertery USB/RS 232C	29
Właściwości portu konwertera	31
Protokół XON-XOFF	33
Protokół ENQ-ACK	33
Protokół ETX-ACK	34
Protokół SOH-ETX	34
Protokoły typu master-slave	34
Rola oprogramowania a podstawowe funkcje interfejsu	36
Podsumowanie	38
Rozdział 3. Jak testować programy do transmisji szeregowej?	39
Mirror w MS-DOS	39
Terminal dla Windows	41
Podsumowanie	43
Rozdział 4. Transmisja szeregowa w MS-DOS	45
Borland C++	45
Borland Pascal	53
Funkcja 00h	55
Funkcja 01h	56
Funkcja 02h	56
Funkcja 03h	56
Podsumowanie	58
Ćwiczenia	58
Rozdział 5. Programowa obsługa interfejsu RS 232C w Windows	59
Typy danych Windows	61
Proces projektowania oprogramowania	64
Wykorzystanie elementów Windows API w C++Builderze. Część I	64
Struktura DCB	65
Funkcja CreateFile()	65

Funkcja GetCommState()	70
Funkcja SetCommState()	71
Funkcja CloseHandle()	71
Testowanie portu szeregowego	74
Struktura COMMPROP	78
Funkcja GetCommProperties()	82
Struktura COMMCONFIG	88
Funkcje GetCommConfig() i SetCommConfig()	88
Funkcja CommConfigDialog()	89
Struktura COMMTIMEOUTS	90
Funkcje GetCommTimeouts() i SetCommTimeouts()	91
Nawiązanie połączenia. Wariant I	91
Segment inicjalizująco-konfiguracyjny	92
Segment wysyłający komunikaty. Funkcja WriteFile()	92
Segment odbierający komunikaty. Funkcja ReadFile()	93
Przykładowa aplikacja	94
Nawiązanie połączenia. Wariant II	97
Funkcja SetupComm()	98
Funkcja ClearCommError()	98
Struktura COMSTAT	100
Przykładowa aplikacja	102
Zamknięcie portu komunikacyjnego	106
Nawiązanie połączenia. Wariant III	107
Funkcje GetCommMask() i SetCommMask()	107
Funkcja WaitCommEvent()	109
Przykładowa aplikacja działająca w środowisku tekstowym	110
Przykładowa aplikacja działająca w środowisku graficznym	118
Nawiązanie połączenia. Wariant IV	123
Funkcja BuildCommDCB()	123
Funkcja BuildCommDCBAndTimeouts()	125
Inne użyteczne funkcje	126
Podsumowanie	128
Ćwiczenia	128
Wykorzystanie elementów Windows API w C++Builderze. Część II	129
Wysyłamy znak po znaku. Funkcja TransmitCommChar()	129
Wysyłamy pliki. Funkcje _lopen(), _lread(), _lwrite(), _lclose()	133
Wykorzystanie komponentu klasy TTimer	143
Aplikacja nie lubi milczeć. Funkcja GetLastError()	162
Break Time — czas oczekiwania aplikacji	167
Podsumowanie	176
Ćwiczenia	176
Wykorzystanie elementów Windows API w Delphi. Część I	177
Testowanie portu szeregowego — inaczej	177
Rekord TCOMMPROP	183
Nawiązanie połączenia	191
Przykładowe aplikacje	194
Podsumowanie	203
Ćwiczenia	203
Wykorzystanie elementów Windows API w Delphi. Część II	203
Wysyłamy znak po znaku	204
Wysyłamy pliki	209
Timer w Delphi	224
Podsumowanie	238
Ćwiczenia	239

Rozdział 6. Aplikacje wielowątkowe	241
Najważniejszy jest użytkownik	242
Użytkownik steruje programem	242
Możliwość anulowania decyzji	243
Możliwość odbioru komunikatu nawet w trakcie wysyłania danych	243
Możliwość wysłania odrębnej informacji w trakcie transmisji pliku	243
Delphi	244
Funkcja BeginThread()	244
Konkurencja dla Timera	256
Klasa TThread	264
Wielowątkowość i DLL-e	272
C++Builder	280
Zamiast Timera	289
Zamiast Timera. Inny sposób	296
Klasa TThread	304
Podsumowanie	315
Ćwiczenia	315
Rozdział 7. Wykorzystanie niektórych narzędzi graficznych	317
Komponent klasy TChart	318
Podsumowanie	328
Ćwiczenia	328
Rozdział 8. Przykładowe aplikacje wykorzystywane w systemach pomiarowych	329
Kontroler temperatury	330
Aplikacja obsługująca kilka urządzeń	347
Programowanie inteligentne	358
Brak powtarzalności kodu	359
Czytelność kodu	360
Łatwość testowania	364
Podsumowanie	366
Ćwiczenia	366
Rozdział 9. Tworzenie komponentów	369
Komponent TOpenSerialPort. Realizacja w Delphi	369
Testowanie komponentu	374
Komponent TOpenSerialPort. Realizacja w C++Builderze	380
Testowanie komponentu	386
Komponenty aktywne	389
Kompilacja projektu zawierającego komponent aktywny	393
Odczytywanie i modyfikacja wartości własności komponentu aktywnego	395
Komponenty w BDS 2006	397
Podsumowanie	398
Ćwiczenia	398
Rozdział 10. Modelowanie oprogramowania sterującego portem szeregowym	399
Schematy dziedziczenia	400
Ukrywanie konstruktora	405
Interfejsy	409
Delegowanie operacji	415
Delegowanie realizacji interfejsu do własności	422
Podsumowanie	426
Ćwiczenia	427

Rozdział 11. POSIX	435
Polecenie stty	436
Ustawienia kontroli przesyłu danych (sterowanie transmisją)	437
Ustawienia wejściowe	437
Ustawienia wyjściowe	439
Ustawienia czasów oczekiwania	439
Ustawienia lokalne	440
Specjalne znaki sterujące	441
Łączenie atrybutów	442
Podstawowe funkcje obsługi portu szeregowego	442
Funkcja open()	442
Funkcja read()	443
Funkcja write()	443
Funkcja close()	443
Struktura terminos	444
Funkcja tcgetattr()	448
Funkcja tcsetattr()	448
Funkcje cfgetispeed() i cfgetospeed()	449
Funkcje cfsetispeed() i cfsetospeed()	449
Funkcja tcflush()	450
Funkcja tcdrain()	451
QNX	451
Funkcja dev_insert_chars()	453
Funkcja dev_ischars()	453
Funkcja dev_read()	454
Funkcja Receive()	455
Funkcja Send()	455
Funkcja Creceive()	455
Funkcja Reply()	456
Funkcja qnx_proxy_attach()	456
Funkcja qnx_proxy_detach()	456
Podsumowanie	457
Ćwiczenia	457
Dodatek A Specyfikacja funkcji CreateFile() — operacje plikowe	461
Dodatek B Specyfikacja struktur MODEMDEVCAPS, MODEMSETTINGS oraz funkcji GetCommModemStatus()	467
MODEMDEVCAPS	467
MODEMSETTINGS	470
GetCommModemStatus()	471
Dodatek C Transmisja asynchroniczna. Funkcje rozszerzone	473
Funkcja WriteFileEx()	473
Funkcja ReadFileEx()	474
Funkcja FileIOCompletionRoutine()	474
Funkcja SleepEx()	475
Funkcja WaitForSingleObjectEx()	475
Dodatek D Zamiana liczb z postaci dziesiętnej na binarną	477
Dodatek E Funkcje CreateThread(), CreateMutex() i CreateSemaphore()	481
Skorowidz	487

Rozdział 5.

Programowa obsługa interfejsu RS 232C w Windows

Czwarte prawo Murphy'ego

Gdy dojdiesz do wniosku, że są cztery sposoby, na jakie może się nie powieść dane przedsięwzięcie, i zabezpieczysz się przed nimi, szybko pojawi się piąta możliwość.

*Murphy's Law and other reasons why things go wrong!,
Artur Bloch, Price Stern Sloan Inc. 1977.*

Rozdział ten ma za zadanie zapoznać Czytelnika ze sposobami konstrukcji algorytmów realizujących transmisję szeregową w środowisku Windows, które charakteryzuje się pewnymi cechami niemającymi odpowiedników w MS-DOS. Poznanie i umiejętne wykorzystanie tych cech sprawi, iż problem obsługi interfejsów szeregowych z poziomu Windows — uważany powszechnie za trudny — przestanie być dla nas tajemnicą. Pokażemy, w jaki sposób należy tworzyć aplikacje służące do programowej obsługi łącza szeregowego RS 232C zarówno w C++, C++Builderze, jak i w Delphi. Wśród programistów istnieje zauważalny podział na osoby programujące głównie w Delphi oraz na preferujące Buildera lub ogólnie C++ dla Windows. Jednak zdaniem wielu osób uniwersalność jest jedną z tych cech, jakie powinny charakteryzować programistę. W rozdziale tym przybliżymy Czytelnikowi podobieństwa i różnice w sposobie konstrukcji algorytmów realizujących transmisję szeregową, pisanych w Delphi oraz Builderze.

W dalszej części książki będziemy się spotykać z typami danych, których poznanie i zrozumienie ma kluczowe znaczenie w projektowaniu aplikacji obsługujących urządzenia zewnętrzne. Zaczniemy od ich przypomnienia. W tabeli 5.1 przedstawiono porównanie podstawowych typów zmiennych wykorzystywanych w kompilatorach, które będą dla nas istotne. Większości z nich można używać zamiennie, pisząc zarówno w Delphi, jak i w C++Builderze.

Tabela 5.1. Typy zmiennych stosowanych w Delphi oraz w C++Builderze

Delphi	Rozmiar w bajtach	Znak +/-	Typ	C++Builder
ShortInt	1		Integer	signed char
SmallInt	2		Integer	short
LongInt	4		Integer	
Byte	1	Bez znaku	Integer	unsigned char
Word	2	Bez znaku	Integer	unsigned short
Integer	4		Integer	int
Cardinal	4	Bez znaku	Integer	unsigned int
Boolean	1	true/false		bool
ByteBool	1	true/false		unsigned char
		Bez znaku	Integer	
WordBool	2	true/false		unsigned short
		Bez znaku	Integer	
LongBool	4	true/false		
		Bez znaku	Integer	
AnsiChar	1	1 znak ANSI	Character	char
WideChar	2	1 znak Unicode	Character	wchar_t
Char	1	Bez znaku	Character	char
AnsiString	≈3GB	ANSIChar	AnsiString	AnsiString
String[n]	n = 1.255	ANSIChar	String	SmallString<n>
ShortString	255	ANSIChar	String	SmallString<255>
String	255 lub ≈3GB	ANSIChar	AnsiString	AnsiString
Single	4		Floating point number (liczba zmiennoprzecinkowa)	float
Double	8		Floating point number	double
Extended	10		Floating point number	long double
Real	4		Floating point number	double
Pointer	4		Generic pointer (wskaźnik ogólny, adresowy)	void *
PChar	4	Bez znaku	Pointer to characters	unsigned char *
PAnsiChar	4	Bez znaku	Pointer to ANSIChar	unsigned char *
Comp	8		Floating point number	Comp

Konstruując nasze programy, będziemy starali się jak najszerszej wykorzystywać standardowe zasoby Windows, w szczególności tzw. interfejs programisty Windows API (ang. *Application Programming Interface*). Jego umiejętne wykorzystanie umożliwi naszym aplikacjom błyskawiczne skonfigurowanie i uzyskanie dostępu do portu komunikacyjnego. Błędem jest twierdzenie, że sama — nawet bardzo dobra — znajomość języka pro-

gramowania wystarczy, żeby stworzyć poprawnie działający w Windows program. Otóż musimy zdawać sobie sprawę z faktu, o którym często się zapomina — niemożliwe jest napisanie udanej aplikacji mającej pracować w pewnym środowisku (czytaj — systemie operacyjnym) bez znajomości tego środowiska. Wiele już zostało powiedziane na temat dobrych i złych stron Windows, należy jednak pamiętać, że oferuje on nam swoją wizytówkę, ofertę współpracy, czyli API. Już nie wystarczy umiejętność wykorzystywania ulubionego kompilatora. Zasoby Delphi czy Buildera połączymy z zasobami systemu operacyjnego, a spoiwem będzie właśnie uniwersalne Windows API. Istnieje wiele warstw API używanych w zależności od potrzeb. W tym i dalszych rozdziałach zajmiemy się szeroko rozumianą warstwą komunikacyjną.

Windows API korzysta ze specjalnego systemu nazewnictwa zmiennych, z tzw. notacji węgierskiej wprowadzonej przez Karoja Szimoniego. Zgodnie z nią do rdzenia nazwy zadeklarowanej zmiennej dodaje się przedrostek (ang. *prefix*). Chociaż istnieją pod tym względem pewne rozbieżności pomiędzy nazewnictwem Microsoftu i Borlanda, to jednak zapis taki bardzo ułatwia szybkie ustalenie roli zmiennej w programie oraz jej typ. W następnych rozdziałach będziemy się starali — wszędzie gdzie jest to możliwe — zachowywać *samokomentujące się* nazewnictwo API (większość nazw API będziemy traktować jako nazwy własne). Z doświadczenia wiadomo, że stosowanie takiej konwencji bardzo pomaga w studiowaniu plików pomocy. Oczywiście moglibyśmy silić się na oryginalność, wprowadzając własne zmienne, zrozumieliśmy tylko dla piszącego dany program — wówczas przykłady musiałyby być zapisane jako wręcz humorystyczna mieszanka języków polskiego i angielskiego. Trzeba też przyznać, że byłby to bardzo skuteczny sposób zaciemnienia obrazu API. Zrozumienie znaczenia nazw tam stosowanych okaże się w przyszłości niezwykle cenne, gdyż API można czytać jak książkę. Aby pomóc Czytelnikom, którzy nie zetknęli się dotąd z tymi pojęciami, w tabeli 5.2 przedstawiono ogólne zasady tworzenia niektórych przedrostków.

Windows oferuje nam ponadto kilka typów danych, z których część tylko nieznacznie różni się sposobem zapisu w implementacjach Delphi i Buildera. Typy te mają najczęściej postać struktury lub klasy i są bardzo często wykorzystywane w warstwie komunikacyjnej programów.

Typy danych Windows

Nowoczesna idea programowania w Windows oparta na wykorzystaniu narzędzi programistycznych typu RAD, do których zaliczają się C++Builder oraz Delphi, pozwala programistom na maksymalne uproszczenie procesu tworzenia oprogramowania. Jednym z przykładów dążenia do zminimalizowania czasu tworzenia aplikacji jest zastosowanie w Windows pewnych bardzo zwartych w zapisie typów danych, które oczywiście mają swoje odpowiedniki w typach standardowych. W tabeli 5.3 zebrano najistotniejsze typy danych, którymi bardzo często posługują się programy Windows. Należy zdawać sobie sprawę z faktu, iż typy takie jak np. LPVOID i LPSTR nie są w dosłownym słowa tego znaczeniu typami nowymi, tzn. od początku stworzonymi na potrzeby aplikacji Windows, gdyż zostały zdefiniowane w plikach nagłówkowych za pomocą instrukcji `typedef` po to, aby uprościć zapis niektórych standardowych typów danych. W tabeli 5.3 przedstawiono wybrane typy danych, którymi posługuje się API Windows.

Tabela 5.2. Ogólne zasady tworzenia przedrostków według notacji węgierskiej

Przedrostek	Skrót angielski	Znaczenie
a	<i>array</i>	Tablica
b	<i>bool</i>	Zmienna logiczna true lub false
by	<i>byte unsigned char</i>	Znak (bajt)
cb	<i>count of bytes</i>	Liczba bajtów
ch	<i>char</i>	Znak
dw	<i>double word</i>	Podwójne słowo
evt	<i>event</i>	Zdarzenie
f	<i>flag</i>	Znacznik
fdw	<i>flag of double word</i>	Znacznik typu dw
fn	<i>function</i>	Funkcja
h	<i>handle</i>	Identyfikator (uchwyt)
i	<i>integer</i>	Typ całkowity 4-bajtowy
id	<i>(ID) identification</i>	Identyfikacja
in	<i>input</i>	Wejście, dane wejściowe
l	<i>long int</i>	Typ całkowity długi 4-bajtowy
lp	<i>long pointer</i>	Wskaźnik typu long int
lpc	<i>long pointer to C-string</i>	Wskaźnik typu long int do C-łańcucha
lpfdw	<i>long pointer to flag of dw</i>	Wskaźnik typu lp do znacznika typu double word
lpfn	<i>long pointer to function</i>	Wskaźnik typu lp do funkcji
n	<i>short or int</i>	Typ krótki lub całkowity
np	<i>near pointer</i>	Bliski wskaźnik (w środowisku 32-bitowym to samo co lp)
out	<i>output</i>	Wyjście, dane wyjściowe (przetworzone)
p	<i>pointer</i>	Wskaźnik (w środowisku 32-bitowym to samo co lp)
pfn	<i>pointer to function</i>	Wskaźnik do funkcji
que	<i>queue</i>	Kolejka, bufor danych
s (sz)	<i>string</i>	Łańcuch znaków
st	<i>struct</i>	Struktura
t	<i>type</i>	Typ
u	<i>unsigned</i>	Bez znaku
w	<i>(word) unsigned int</i>	Słowo
wc	<i>WCHAR</i>	Znak zgodny z Unicode

Tabela 5.3. Niektóre typy danych stosowane w Windows

Typ Windows	Znaczenie
BOOL	int z dwoma wartościami TRUE oraz FALSE
BYTE	unsigned char
DWORD	unsigned long
LPDWORD	unsigned long *
LONG	long
LPLONG	long *
LPCSTR	const char *
LPCTSTR	unsigned const char *
LPSTR	char *
LPVOID lub Pointer	void *
LPCVOID	const void *
UINT	unsigned int
WORD	unsigned short
DWORD32	32-bitowy typ całkowity bez znaku
DWORD64	64-bitowy typ całkowity bez znaku
INT	32-bitowy typ całkowity ze znakiem
INT32	32-bitowy typ całkowity ze znakiem
INT64	64-bitowy typ całkowity ze znakiem
LONG32	32-bitowy typ całkowity ze znakiem
LONG64	64-bitowy typ całkowity ze znakiem
ONGLONG	64-bitowy typ całkowity ze znakiem

Osobnym typem danych, bardzo często stosowanym w aplikacjach Windows, jest typ HANDLE. Jest on 32- lub 64-bitowym typem danych całkowitych oznaczającym tzw. *uchwyt* (ang. *handle*). Należy rozumieć, iż w rzeczywistości dane typu HANDLE nie obrazują jakichś tajemniczych *uchwyków* zakładanych na elementy aplikacji — są to po prostu 32- lub 64-bitowe liczby identyfikujące określony zasób aplikacji, systemu operacyjnego lub samego komputera. Z tego względu dane typu HANDLE często wygodniej i zwięźlej jest określać mianem *identyfikatorów*, których wartości przechowywane są w określonym miejscu w pamięci. Cechą charakterystyczną identyfikatorów jest to, iż jeśli na początku programu inicjuje się je określonymi wartościami, w momencie zakończenia pracy aplikacji lub jej fragmentu należy przydzieloną im pamięć odpowiednio zwalniać. W tym celu wykorzystuje się funkcję API Windows:

```
BOOL CloseHandle(HANDLE hObject);
```

z argumentem w postaci określonego identyfikatora.

Zaopatrzeni w powyższą terminologię pójdźmy dalej i zobaczymy, do czego mogą nam być przydatne poszczególne struktury oraz funkcje interfejsu programisty — Windows API.

Proces projektowania oprogramowania

Zanim przejdziemy do szczegółowego omawiania aspektów tworzenia programów obsługujących port szeregowy w Windows, należy wybrać jedną z metod projektowania tego rodzaju aplikacji.

Praktyka wskazuje, że dla pojedynczych użytkowników lub niewielkich organizacji dobrze sprawdza się metodologia oparta na programowaniu przyrostowym i iteracyjnym (ang. *iterative and incremental development*).

W dalszej części książki będziemy korzystać z metody projektowania iteracyjnego. Takie podejście do zagadnienia sprawi, iż tworzone aplikacje oprócz wysokiej sprawności działania będą jeszcze miały dwie bardzo ważne i nieczęsto spotykane w literaturze cechy. Będą mianowicie:

- ◆ w pełni rozbudowywalne,
- ◆ łatwe do samodzielnej modyfikacji nawet przez osoby dopiero poznające zasady programowania w środowiskach Buildera i Delphi.

Wszystkie prezentowane algorytmy będziemy się starali konstruować w ten sposób, aby pewne słynne twierdzenie wypowiedziane niegdyś przez Murphy'ego w omawianych programach nie miało zastosowania. Brzmi ono następująco:

Twierdzenie o komplikacji procedur

Każdą dowolnie skomplikowaną procedurę można skomplikować jeszcze bardziej. Twierdzenie odwrotne nie jest prawdziwe: nadzwyczaj rzadko się zdarza, aby skomplikowaną procedurę można było uprościć.

Murphy's Law and other reasons why things go wrong!, Artur Bloch, Price Stern Sloan Inc. 1977.

Wykorzystanie elementów Windows API w C++Builderze. Część I

Poznawanie tajników obsługi portu szeregowego w Windows rozpoczniemy, z czysto praktycznych względów, od pisania programów w C++Builderze. C++ ma składnię taką jak API, dlatego prościej nam będzie zapoznać się z budową funkcji oraz struktur oferowanych przez interfejs programisty. Ułatwi to też zrozumienie, w jaki sposób i w jakiej kolejności należy umieszczać je w programie.

Struktura DCB

Fundamentalne znaczenie ma struktura kontroli urządzeń zewnętrznych DCB (ang. *Device Control Block*). W Windows struktura DCB w pewnym sensie odpowiada funkcji 00h przerwania 14h BIOS-u. Udostępnia nam jednak nieporównywalnie większe możliwości programowej obsługi łącza szeregowego; umożliwia bezpośrednie programowanie rejestrów układu UART. W tabelach 5.4 oraz 5.5 przedstawiono specyfikację bloku kontroli urządzeń zewnętrznych DCB.

Większość pól tej struktury to pola jednobitowe. `fDtrControl`, `fRtsControl` są polami dwubitowymi. Aktualnie nieużywane w XP pole `fDummy2` jest siedemnastobitowe. W perspektywie, wraz z `wReserved` oraz `wReserved1`, będzie wykorzystane na potrzeby innych protokołów komunikacyjnych. W Windows API blok kontroli urządzeń deklarowany jest w sposób następujący:

```
typedef struct _DCB {
    DWORD DCBlength;
    ...
} DCB;
```

Deklaracja ta tworzy nowe słowo kluczowe typu DCB (struktura). Zalecane jest, aby przed użyciem tej struktury jako parametru do elementu `DCBlength` wpisać wartość `sizeof(DCB)`.



Strukturę tworzy zbiór logicznie powiązanych elementów, np. zmiennych lub (i) pól bitowych. Pole bitowe stanowi zbiór przylegających do siebie bitów, znajdujących się w jednym słowie. Adres struktury pobieramy za pomocą operatora referencji `&`, co umożliwia nam działania na jej składowych. Do struktury jako całości możemy odwołać się przez jej nazwę, zaś do poszczególnych jej elementów, czyli zmiennych oraz pól bitowych, przez podanie nazwy zmiennej reprezentującej strukturę oraz — po kropce — nazwy konkretnej zmiennej lub pola struktury, np.: `dcb.fDtrControl = DTR_CONTROL_DISABLE`. Operator składowych struktur `."` jest lewostronnie łączny. Grupa związanych ze sobą zmiennych i pól bitowych traktowana jest jako jeden obiekt.

Zanim przejdziemy do praktycznego zastosowania poznanych pól struktury DCB, musimy zapoznać się z czterema podstawowymi funkcjami Windows API służącymi do programowej konfiguracji portów szeregowych. W dalszej części książki funkcji takich będzie przybywać, ale te przedstawione poniżej należy traktować jako najbardziej podstawowe.

Funkcja CreateFile()

Jest to funkcja służąca do utworzenia i otwarcia pliku lub urządzenia. Już sama nazwa wskazuje, że może być wykorzystywana nie tylko do obsługi portu szeregowego. Teraz jednak będzie nas interesować tylko to konkretne zastosowanie. Specyfikacja zasobów funkcji `CreateFile()` najczęściej używanych do operacji plikowych zamieszczona jest w dodatku A. Funkcja ta da nam 32- lub 64-bitowy identyfikator danego portu przechowywany pod właściwością `HANDLE`, do którego będą adresowane wszystkie komunikaty.

Tabela 5.4. Zmienne struktury DCB reprezentujące dopuszczalne parametry ustawień portu szeregowego

Typ	Zmienna	Znaczenie	Wartość, stała symboliczna
DWORD	DCBLength	Rozmiar struktury	Należy wpisać
DWORD	BaudRate	Określenie prędkości transmisji (b/s)	CBR_110 CBR_19200 CBR_300 CBR_38400 CBR_600 CBR_56000 CBR_1200 CBR_57600 CBR_2400 CBR_115200 CBR_4800 CBR_128000 CBR_9600 CBR_256000 CBR_14400
WORD	wReserved	Nie używane	0
WORD	XonLim	Określenie minimalnej liczby bajtów w buforze wejściowym przed wysłaniem specjalnego znaku sterującego XON	Domyślnie: 65 535; w praktyce XonLim ustala się jako ½ rozmiaru deklarowanego wejściowego bufora danych
WORD	XoffLim	Określenie maksymalnej liczby bajtów w buforze wejściowym przed wysłaniem specjalnego znaku sterującego XOFF	Domyślnie: 65535; w praktyce XoffLim ustala się jako ¾ rozmiaru deklarowanego bufora wejściowego
BYTE	ByteSize	Wybór liczby bitów danych	5, 6, 7, 8
BYTE	Parity	Określenie kontroli parzystości	EVENPARITY — parzysta; MARKPARITY — bit parzystości stale równy 1; NOPARITY — brak kontroli; ODDPARITY — nieparzysta
BYTE	StopBits	Wybór bitów stopu	ONESTOPBIT — 1 bit stopu; ONE5STOPBITS — w przypadku słowa 5-bitowego bit stopu wydłużony o ½; TWOSTOPBITS — 2 bity stopu
char	XonChar	Określenie wartości znaku XON dla nadawania i odbioru (wysłanie znaku przywraca transmisję)	Standardowo (char) DC1, dziesiętnie: 17
char	XoffChar	Określenie wartości znaku XOFF dla nadawania i odbioru (wysłanie XOFF wstrzymuje transmisję do czasu odebrania znaku XON)	Standardowo (char) DC3, dziesiętnie: 19
char	ErrorChar	Określenie wartości znaku zastępującego bajty otrzymane z błędem parzystości	Opcjonalnie: 0 lub SUB
char	EofChar	Określenie wartości znaku końca otrzymanych danych	Opcjonalnie: 0
Char	EvtChar	Określenie wartości znaku służącego do sygnalizowania wystąpienia danego zdarzenia	Opcjonalnie: 0
WORD	wReserved1	Obecnie nieużywane	

Tabela 5.5. Pola bitowe reprezentujące dopuszczalne wartości znaczników sterujących struktury DCB

Typ	Pole bitowe	Właściwości pola	Wartość, znaczenie, stała symboliczna
DWORD	fBinary	Tryb binarny (Win API podtrzymuje jedynie ten tryb transmisji danych)	TRUE
DWORD	fParity	Umożliwia ustawienie sprawdzania parzystości — sposobu reakcji na bit parzystości	TRUE — kontrola parzystości włączona; FALSE — bit parzystości nie jest sprawdzany
DWORD	fOutxCtsFlow	Umożliwia ustawienie sprawdzania sygnału na linii CTS w celu kontroli danych wyjściowych	TRUE — jeżeli sygnał CTS jest nieaktywny, transmisja jest wstrzymywana do czasu ponownej aktywacji linii CTS; FALSE — włączenie sygnału na linii CTS nie jest wymagane do rozpoczęcia transmisji
DWORD	fOutxDsrFlow	Umożliwia ustawienie sprawdzania sygnału na linii DSR w celu kontroli danych wyjściowych	TRUE — jeżeli sygnał DSR jest nieaktywny, transmisja jest wstrzymywana do czasu ponownej aktywacji linii DSR; FALSE — włączenie sygnału na linii DSR nie jest wymagane do rozpoczęcia transmisji
DWORD	fDtrControl	Specyfikacja typu kontroli sygnału DTR	DTR_CONTROL_DISABLE / 0 — sygnał na linii DTR jest nieaktywny; DTR_CONTROL_ENABLE / 1 — sygnał na linii DTR jest aktywny; DTR_CONTROL_HANDSHAKE / 2 — włączenie potwierdzania przyjęcia sygnału DTR — potwierdzenie musi być odebrane na linii DSR. Używane w trybie półdupleksowym. Ewentualne błędy transmisji w tym trybie są usuwane przez funkcję <code>EscapeCommFunction()</code>
DWORD	fTXContinueOnXoff	Kontrola przerwania transmisji w przypadku przepełnienia bufora wejściowego i ewentualnie wystąpienia znaków <code>XoffChar</code> oraz <code>XonChar</code>	TRUE — wymuszanie kontynuowania transmisji nawet po wystąpieniu znaku <code>XOFF</code> i wypełnieniu wejściowego bufora danych powyżej <code>XoffLim</code> bajtów; FALSE — transmisja nie jest kontynuowana, dopóki bufor wejściowy nie zostanie opróżniony do pułapu <code>XonLim</code> bajtów i nie nadejdzie znak <code>XON</code> potwierdzenia dalszego odbioru
DWORD	fDsrSensitivity	Specyfikacja wykorzystania poziomu sygnału na linii DSR	TRUE — otrzymane bajty są ignorowane, o ile linia DSR nie jest w stanie wysokim; FALSE — stan linii DSR jest ignorowany

Tabela 5.5. Pola bitowe reprezentujące dopuszczalne wartości znaczników sterujących struktury DCB — ciąg dalszy

Typ	Pole bitowe	Właściwości pola	Wartość, znaczenie, stała symboliczna
DWORD	fInX	Programowe ustawienie protokołu XON-XOFF w czasie odbioru danych	TRUE — znak XoffChar jest wysyłany, kiedy bufor wejściowy jest pełny lub znajduje się w nim XoffLim bajtów; znak XonChar jest wysyłany, kiedy bufor wejściowy pozostaje pusty lub znajduje się w nim XonLim bajtów; FALSE — XON-XOFF w czasie odbioru nie jest ustawiony
DWORD	fRtsControl	Specyfikacja kontroli sygnału na linii RTS	RTS_CONTROL_DISABLE / 0 — sygnał na linii RTS jest nieaktywny; RTS_CONTROL_ENABLE / 1 — sygnał na linii RTS jest aktywny; RTS_CONTROL_HANDSHAKE / 2 — włączenie potwierdzania przyjęcia sygnału RTS (potwierdzenie musi być odebrane na linii CTS). Używane w trybie półdupleksowym. Sterownik podwyższa stan linii RTS, gdy wypełnienie bufora wejściowego jest mniejsze od ½. Stan linii RTS zostaje obniżony, gdy bufor wypełniony jest w ¾. Ewentualne błędy transmisji w tym trybie usuwane są przez funkcję EscapeCommFunction(); RTS_CONTROL_TOGGLE / 3 — linia RTS jest w stanie wysokim, jeżeli są bajty do transmisji i jest ona możliwa; po opróżnieniu bufora komunikacyjnego linia RTS pozostaje w stanie niskim
DWORD	fOutX	Programowe ustawienie protokołu XON-XOFF w czasie wysyłania danych	TRUE — transmisja zostaje przerwana po odebraniu znaku XoffChar i wznowiona po otrzymaniu znaku XonChar; FALSE — XON-XOFF w czasie wysyłania nie jest ustawiony
DWORD	fErrorChar	Umożliwia zastąpienie bajtów otrzymanych z błędem parzystości znakiem ErrorChar	TRUE — zastąpienie jest wykonywane, ponadto fParity musi być ustawione jako TRUE; FALSE — zastąpienie nie jest wykonane
DWORD	fNull	Odrzucenie odebranych nieważnych lub uszkodzonych bajtów	TRUE — nieważne bajty zostaną odrzucone przy odbiorze; FALSE — nieważne bajty nie będą odrzucane

Tabela 5.5. Pola bitowe reprezentujące dopuszczalne wartości znaczników sterujących struktury DCB — ciąg dalszy

Typ	Pole bitowe	Właściwości pola	Wartość, znaczenie, stała symboliczna
DWORD	fAbortOnError	Ustawienie wstrzymywania operacji nadawanie-odbior przy wykryciu błędu transmisji	TRUE — wszelkie operacje nadawania i odbioru są wstrzymywane, zaś dalsza komunikacja nie jest możliwa, dopóki błąd nie zostanie usunięty przez wywołanie funkcji <code>ClearCommError()</code> ; FALSE — nawet jeżeli wystąpi błąd, transmisja jest kontynuowana — błąd może być usunięty przez wywołanie funkcji <code>ClearCommError()</code>
DWORD	fDummy2	Zarezerwowane, nieużywane	

Ogólnie rzecz ujmując, przed rozpoczęciem czytania z portu szeregowego (lub innego urządzenia) należy o powyższym fakcie poinformować system operacyjny. Czynność tę określa się jako *otwieranie portu do transmisji*. Jednak zanim zaczniemy wykonywać jakiegokolwiek operacje na porcie, system operacyjny musi sprawdzić, czy wybrany port komunikacyjny istnieje i czy w danym momencie nie jest już przypadkiem w jakiś sposób wykorzystywany. W przypadku uzyskania dostępu do portu system operacyjny przekazuje do aplikacji jego identyfikator. We wszystkich operacjach wejścia-wyjścia zamiast szczegółowej nazwy portu komunikacyjnego używa się właśnie jego identyfikatora.

Składnia `CreateFile()` wygląda następująco¹:

```
HANDLE CreateFile(LPCTSTR lpFileName,
                 DWORD dwDesiredAccess,
                 DWORD ShareMode,
                 LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttributes,
                 DWORD dwCreationDistribution,
                 DWORD dwFlagsAndAttributes,
                 HANDLE hTemplateFile);
```



Niekiedy identyfikatory tego typu nazywa się uchwytami. Niestety, dosłowne przetłumaczenie angielskiego słowa *handle* jako uchwyt, np. *handle of drawer* — uchwyt, rączka szuflady, nie jest w pełni adekwatne. Właściwsze wydaje się utożsamianie *handle* z identyfikatorem (unikalną wartością zlokalizowaną w danym obszarze pamięci i skojarzoną z konkretnym portem komunikacyjnym, oknem czy plikiem). W potocznej angielszczyźnie *handle* może również oznaczać ksywę pozwalającą na szybką identyfikację danej osoby lub rzeczy. Koncepcja identyfikatorów nie jest niczym nowym, stosowano ją już w MS-DOS, jednak dopiero w Windows zyskała nową jakość.

Na tym etapie naszych rozważań tylko trzy parametry powyższej funkcji są istotne dla kompletnej konfiguracji portu szeregowego. Wyjaśnimy teraz ich znaczenie.

¹ Pełna specyfikacja funkcji `CreateFile()` została zamieszczona w dodatku A.

Pierwszy parametr, `lpFileName`, jest wskaźnikiem do zadeklarowanego ciągu znaków zakończonym zerem (zerowym ogranicznikiem), tzw. *null terminated string*, lub do C-łańcucha (dokładniej: do pierwszego znaku tego łańcucha), w którym przechowywana będzie nazwa (wartość) portu. Z poprzednich rozdziałów pamiętamy, że ogólnie przyjęte jest stosowanie nazewnictwa portów szeregowych jako `COMn` (nazwy `COMn` znajdują się na liście nazw zastrzeżonych), gdzie `n` oznacza numer portu. Deklaracja numeru portu szeregowego, np. 2., będzie więc przedstawiać się w sposób bardzo prosty:

```
LPCTSTR portName = "COM2";
```

lub, co jest równoważne:

```
unsigned const char *portName = "COM2";
```

Można też zmienną, pod którą przechowywać będziemy numer portu, zadeklarować w sposób tradycyjny, używając typu `char`. Deklaracja taka będzie w pełni poprawna:

```
char portName[5] = "COM2";
```

Parametr `dwDesiredAccess` typu `DWORD` umożliwia ustalenie rodzaju dostępu do portu szeregowego. Z praktycznego punktu widzenia najwygodniej jest ustalić rodzaj dostępu jako `GENERIC_READ | GENERIC_WRITE` (zapisuj do portu lub odczytuj z portu). Umożliwi nam to płynne wysyłanie i odbieranie komunikatów, co w pełni odpowiada półduplexowemu wariantowi transmisji. Jeżeli zechcemy korzystać jedynie z trybu simpleksowego, do `dwDesiredAccess` wystarczy przypisać jeden z wybranych rodzajów dostępu.



Windows API posługuje się łańcuchami o długości większej niż 256 znaków. Aby przełamać to ograniczenie, zrezygnowano z zapamiętywania w pierwszym bajcie liczby określającej długość łańcucha znaków. W C-łańcuchach ostatnim znakiem, kończącym ciąg jest 0 (NULL lub heks. 00), którego nie należy mylić ze znakiem zero (48 lub heks. 30). Stąd nazwa *null terminated string*. C-łańcuchy osiągają długość 65535 znaków plus końcowy, tzw. NULL-bajt. Są one dynamicznie alokowane w pamięci, zaś ilość pamięci zajmowanej przez C-łańcuch jest automatycznie dostosowywana do jego długości, co w pełni odpowiada architekturze Windows.

Parametrowi `dwCreationDistribution` należy przypisać właściwość `OPEN_EXISTING` — otwórz istniejący (port). Pozostałym przyporządkujemy następujące wartości:

```
DWORD ShareMode = 0 (FALSE);
LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttributes = NULL;
DWORD dwFlagAndAttributes = 0 (FALSE);
HANDLE hTemplateFile = NULL.
```

Funkcja GetCommState()

Funkcja zwraca ustawienia portu ostatnio zapamiętane w strukturze `DCB`:

```
BOOL GetCommState(HANDLE hCommDev, LPDCB lpdcb),
```

gdzie:

`hCommDev` jest identyfikatorem danego portu, `CreateFile()` zwraca nam ten identyfikator, a `lpdcb` jest wskaźnikiem do struktury DCB zawierającej informacje o aktualnych ustawieniach parametrów łącza szeregowego.

Funkcja `GetCommState()` (jak i wszystkie inne typu `BOOL`) zwraca wartość `TRUE` w przypadku pomyślnego jej wykonania, ewentualnie wartość `FALSE` w sytuacji przeciwnej.

Funkcja `SetCommState()`

Wybrany przez nas port szeregowy ostatecznie skonfigurujemy zgodnie ze specyfikacją struktury DCB za pomocą funkcji `SetCommState()`, która reinicjalizuje i uaktualnia wszystkie dostępne parametry w ustawieniach łącza szeregowego:

```
BOOL SetCommState(HANDLE hCommDev, LPDCB lpdcb)
```

Jednak tutaj parametr, na który wskazuje `lpdcb`, musi już zawierać informacje o nowych, wybranych przez nas parametrach ustawień portu komunikacyjnego. Należy też pamiętać, że funkcja `SetCommState()` nie zostanie wykonana pomyślnie, jeżeli posługując się strukturą DCB, element `XonChar` ustalimy identycznie z `XoffChar`.

Funkcja `CloseHandle()`

Przed zakończeniem działania aplikacji otwarty port szeregowy należy koniecznie zamknąć i zwolnić obszar pamięci przydzielony na jego identyfikator, korzystając z:

```
BOOL CloseHandle(HANDLE hCommDev)
```

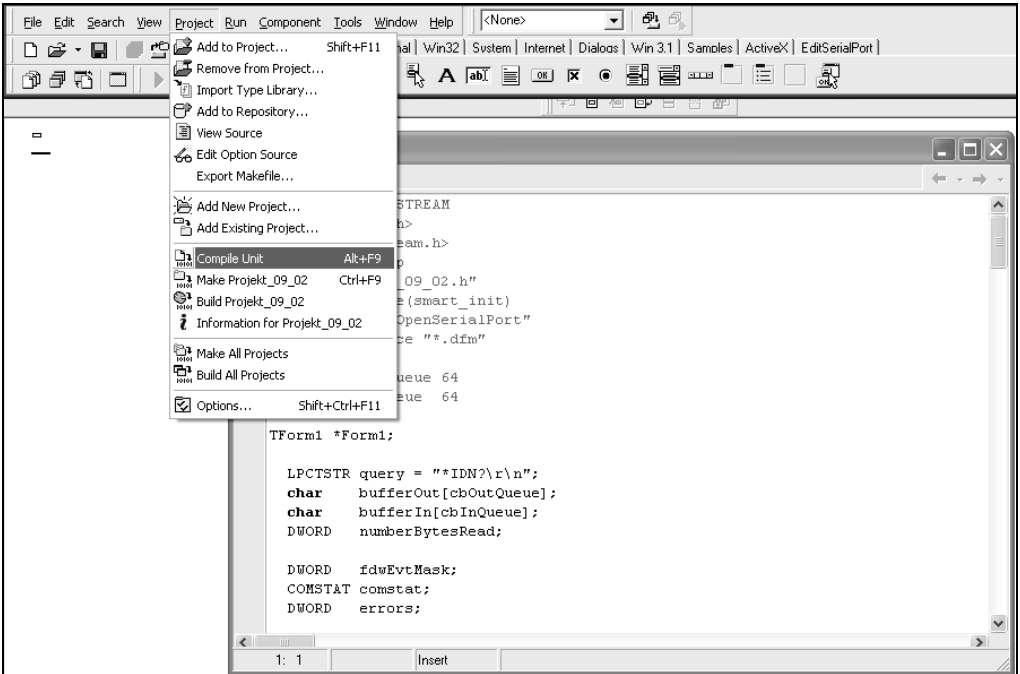
We wszystkich przedstawionych powyżej funkcjach `hCommDev` w pełni identyfikuje dany port szeregowy, zawierając kompletną informację o tym, do którego łącza szeregowego będziemy wysyłać komunikaty. Ponieważ funkcje te mogą obsługiwać komunikaty wysyłane do wielu portów komunikacyjnych (jak również odbierane od wielu portów), zatem każdy otwarty i zainicjalizowany port szeregowy będzie identyfikowany właśnie za pomocą swojego własnego `hCommDev`. Nie należy przydzielać tego samego identyfikatora do dwóch różnych portów komunikacyjnych, tak samo jak nie należy z jednym portem kojarzyć dwóch różnych identyfikatorów.



Przy pisaniu aplikacji obsługujących łącze szeregowo należy koniecznie zamknąć port przed opuszczeniem programu. W razie korzystania z zegara systemowego przy obsłudze RS-a lub techniki programowania wielowątkowego trzeba pamiętać, że samo zamknięcie aplikacji nie powoduje automatycznego zamknięcia portu. Jego identyfikator dalej będzie przechowywany w pamięci.

W pewnych przypadkach aplikacja z niezamkniętym portem szeregowym może stać się programem rezydentnym i uniemożliwić powtórne otwarcie wybranego portu. Dobrym zwyczajem jest w pierwszej kolejności zaprojektowanie funkcji lub procedury obsługi zdarzenia zamykającego otwarty port. System operacyjny powinien być zawsze poinformowany o fakcie zamknięcia portu.

W praktyce zdarzają się jednak sytuacje, w których zamknięcie portu okaże się niemożliwe, np. z powodu jakiegoś błędu w algorytmie lub niewłaściwego sposobu wywołania danej funkcji. Mówimy wówczas, że program się załamał lub zawiesił. Ten problem powtarza się często w trakcie testowania programów komunikacyjnych. Nie należy wówczas od razu używać kombinacji klawiszy *Ctrl, Alt, Del*. W takich przypadkach wygodniej jest rozwinąć z głównego menu opcję *Project* oraz wybrać *Compile Unit*, tak jak pokazano to na rysunku 5.1. Nazwa działającej aplikacji powinna się pojawić na dolnym pasku zadań.



Rysunek 5.1. Przykładowy sposób wstrzymywania działania aplikacji z otwartym portem szeregowym

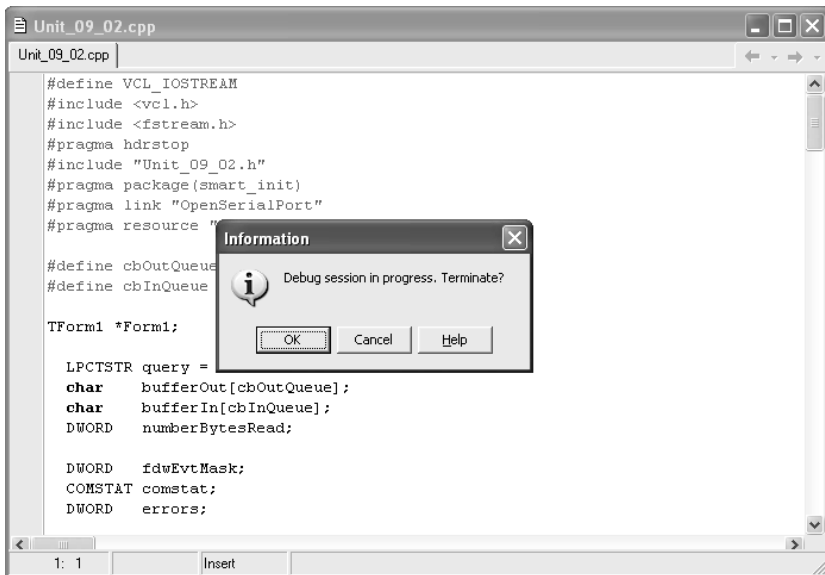
Po pojawieniu się informacji *Debug session in progress. Terminate? (Usuwanie sesji w toku. Zakończyć?)* (rysunek 5.2) należy nacisnąć przycisk *OK*.

Po kolejnym komunikacie (rysunek 5.3) znów należy dokonać potwierdzenia.

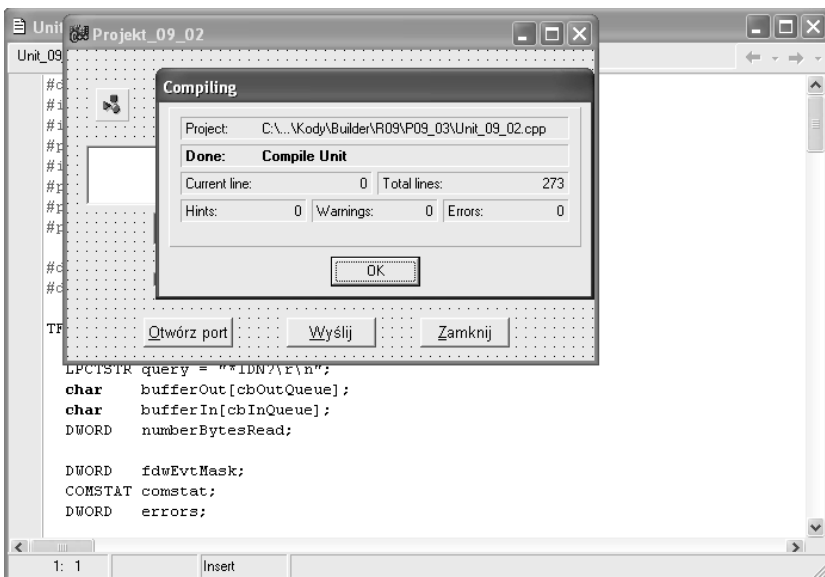
Tak postępując, w większości przypadków odzyskamy program oraz odblokujemy łącze szeregowo. Sposób ten okaże się szczególnie przydatny przy kłopotach z aplikacją komunikacyjną korzystającą z komponentu typu *Timer*, generującego zdarzenia w równych odstępach czasu.



Może oczywiście zdarzyć się sytuacja, w której nie będziemy w stanie powtórnie skompilować programu i samodzielnie prawidłowo zamknąć portu komunikacyjnego. Wówczas program należy usunąć z pamięci poleceniem menu *Run/Program Reset*.



Rysunek 5.2. Okno dialogowe Debug session



Rysunek 5.3. Kompilacja projektu

Testowanie portu szeregowego

Mając na uwadze wszystko, co powiedzieliśmy do tej pory, spróbujemy napisać w C++Builderze prosty program wykorzystujący przedstawione powyżej funkcje Windows API oraz niektóre zasoby struktury DCB.

Zadaniem naszej aplikacji będzie ustawienie wybranych parametrów danego portu szeregowego, otwarcie go oraz odczytanie nowych ustawień. W tym celu stworzymy nową standardową aplikację (polecenie *File — New Application*). Niech jej formularz składa się z dwóch przycisków klasy TButton, pięciu komponentów klasy TEdit oraz pięciu TLabel.

Korzystając z inspektora obiektów (*Object Inspector*) oraz z karty własności (*Properties*), własność Name przycisku Button1 zmienimy na CloseComm, zaś jego własność Caption na *&Zamknij*. Podobnie własność Name przycisku Button2 zmienimy na OpenComm, zaś Caption na *&Otwórz port*. Własności Caption komponentów z klas TLabel zmienimy odpowiednio na *Prędkość transmisji*, *Liczba bitów danych*, *Parzystość*, *Bity stopu*, *Linia DTR*. Własności Text komponentów klasy TEdit wyczyścimy.

Formularz naszej aplikacji, wyglądającej podobnie jak na rysunku 5.4, znajduje się na dołączonym CD w katalogu `\KODY\BUILDER\RO5\P05_01\`. Na listingu 5.1 pokazano kod głównego modułu omawianej aplikacji.

Rysunek 5.4.
Formularz
główny projektu
Projekt_05_01.bpr



Listing 5.1. Kod głównego modułu aplikacji testującej podstawowe parametry transmisji portu szeregowego

```
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "Unit_05_01.h"
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"

TForm1 *Form1;

HANDLE hCommDev; // identyfikator portu szeregowego
// void *hCommDev;
DCB dcb; // struktura kontroli portu
```

```

LPCTSTR portName = "COM2"; // wskaźnik do nazwy portu
// const char *portName = "COM2";

LPCTSTR sbuffer2 = "Uwaga!";
LPCTSTR sbuffer1 = "Niewłaściwa nazwa portu lub port jest"
                  " aktywny.";

//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
    : TForm(Owner)
{
}

//----funkcja zamyka otwarty port szeregowy-----
BOOL __fastcall closeSerialPort(HANDLE hCommDev)
{
    if ((hCommDev == 0) || (hCommDev == INVALID_HANDLE_VALUE))
        return FALSE;
    else {
        CloseHandle(hCommDev);
        return TRUE;
    }
}

//----zamknięcie portu i aplikacji-----
void __fastcall TForm1::CloseCommClick(TObject *Sender)
{
    closeSerialPort(hCommDev);
    Application->Terminate();
}

//---otwarcie portu i ustawienie jego parametrów-----
void __fastcall TForm1::OpenCommClick(TObject *Sender)
{
    hCommDev = CreateFile(portName, GENERIC_READ |
                          GENERIC_WRITE, 0, NULL,
                          OPEN_EXISTING, 0, NULL);

    if (hCommDev != INVALID_HANDLE_VALUE)
        // sprawdza, czy port jest otwarty prawidłowo
        {
            dcb.DCBlength = sizeof(dcb); // aktualny rozmiar
                                         // struktury DCB
            GetCommState(hCommDev, &dcb); // udostępnienie aktualnych
                                         // parametrów DCB
            dcb.BaudRate = CBR_1200;      // prędkość transmisji
            dcb.fParity = TRUE;           // sprawdzanie parzystości
            dcb.Parity = NOPARITY;       // ustawienie parzystości
            dcb.StopBits = TWOSTOPBITS;  // bity stopu
            dcb.ByteSize = 7;             // bity danych
            dcb.fDtrControl = 1;         // np. kontrola linii DTR

            SetCommState(hCommDev, &dcb); // reinicjalizacja DCB
        }
    else
    {
        switch ((int)hCommDev)
        {
            case IE_BADID:

```

```

        // W przypadku błędnej identyfikacji portu
        // BADIDentify pokaż komunikat
        MessageBox(NULL, sbuffer1, sbuffer2, MB_OK);
        break;
    };
}
//--sprawdzenie i wyświetlenie ustawionej prędkości-----
switch (dcb.BaudRate)
{
    case CBR_9600:
        Edit1->Text = IntToStr(dcb.BaudRate);
        break;
    case CBR_1200:
        Edit1->Text = IntToStr(dcb.BaudRate);
        break;
    case CBR_300:
        Edit1->Text = IntToStr(dcb.BaudRate);
        break;
    case CBR_110:
        Edit1->Text = IntToStr(dcb.BaudRate);
        break;
}
//--sprawdzenie i wyświetlenie ustawionych bitów danych-
switch (dcb.ByteSize)
{
    case 8:
        Edit2->Text = IntToStr(dcb.ByteSize);
        break;
    case 7:
        Edit2->Text = IntToStr(dcb.ByteSize);
        break;
    case 6:
        Edit2->Text = IntToStr(dcb.ByteSize);
        break;
    case 5:
        Edit2->Text = IntToStr(dcb.ByteSize);
        break;
}
//--sprawdzenie i wyświetlenie ustawionej parzystości----
switch (dcb.Parity)
{
    case NOPARITY:
        Edit3->Text = "Brak";
        break;
    case ODDPARITY:
        Edit3->Text = "Nieparzysta";
        break;
    case EVENPARITY:
        Edit3->Text = "Parzysta";
        break;
    case MARKPARITY:
        Edit3->Text = "Znacznik: 1";
        break;
}
//--sprawdzenie i wyświetlenie ustawionych bitów stopu---
switch (dcb.StopBits)

```

```

    {
        case ONESTOPBIT:
            Edit4->Text = "1";
            break;
        case TWOSTOPBITS:
            Edit4->Text = "2";
            break;
        case ONE5STOPBITS:
            Edit4->Text = "1.5";
            break;
    }
    //--sprawdzenie i wyświetlenie stanu linii DTR-----
    switch (dcb.fDtrControl)
    {
        case DTR_CONTROL_DISABLE:
            Edit5->Text = "Nieaktywna";
            break;
        case DTR_CONTROL_ENABLE:
            Edit5->Text = "Aktywna";
            break;
        case DTR_CONTROL_HANDSHAKE:
            Edit5->Text = "Handshaking";
            break;
    }
}
//-----
void __fastcall TForm1::FormClose(TObject *Sender,
                                TCloseAction &Action)
{
    Action=caFree;
}
//-----

```

Stworzyliśmy zatem bardzo prostą, wręcz „dydaktyczną” aplikację, ale taki właśnie był nasz cel. Możemy zauważyć, że obsługa tego programu sprowadza się do wywołania funkcji obsługi zdarzenia `OpenCommClick()`. Naciśnięcie przycisku *Otwórz port* powoduje automatyczne skonfigurowanie wybranego wcześniej portu szeregowego oraz odczytanie jego aktualnie wybranych ustawień. Dobrze byłoby, gdyby Czytelnik spróbował samodzielnie skonfigurować port z większą liczbą parametrów, a następnie je odczytał. Nabiera się przez to większej wprawy w manipulowaniu znacznikami struktury DCB. Zamknięcie portu i aplikacji nastąpi po wywołaniu funkcji obsługi zdarzenia `CloseCommClick()`, w której z kolei dokonujemy wywołania funkcji `CloseSerialPort()` zamykającej port szeregowy i aplikację. Przeglądając się kodowi funkcji obsługi zdarzenia `OpenCommClick()`, zauważymy, że tuż po wywołaniu `CreateFile()` zastosowaliśmy następującą instrukcję warunkową sprawdzającą, czy funkcja ta zwróciła prawidłowy identyfikator zadeklarowanego portu:

```

if (hCommDev != INVALID_HANDLE_VALUE) {
    ...
}
else {
    switch ((int)hCommDev) {

```



```

        case IE_BADID: // W przypadku błędnej identyfikacji portu
                        // BADIDentify pokaż komunikat
        ...
        break;
    };
}

```

Łatwo można się przekonać, że w przypadku błędnego przydzielenia identyfikatora dla portu COM*n*, funkcja CreateFile() zwraca wartość INVALID_HANDLE_VALUE (niewłaściwa wartość identyfikatora) zdefiniowaną w Windows API. Jest to bardzo skuteczna metoda zabezpieczenia się przed próbą otwarcia nieistniejącego lub już otwartego portu (urządzenia). Zauważmy też, że aby odczytać aktualną wartość hCommDev, musieliśmy wymusić przekształcenie typów, używając operacji rzutowania (int)hCommDev. Każdy już się chyba przekonał, że identyfikator czy — jak kto woli — uchwyt typu HANDLE nie jest żadnym numerem bezpośrednio nadanym portowi komunikacyjnemu, lokalizuje jedynie unikalny obszar pamięci, do którego należy się odwołać, by uzyskać dostęp do danego urządzenia.



Raz otwartego portu komunikacyjnego nie można otworzyć powtórnie, podobnie jak nie uda się otworzyć już otwartego okna. Nie można też powtórnie skorzystać z obszaru pamięci, z którego właśnie korzystamy.

Jeżeli mimo wszystko port nie został otwarty prawidłowo, dobrze by było, gdyby aplikacja powiadomiła nas o tym fakcie. W tym celu można skorzystać z komunikatów Windows typu IE_ (ang. *Identify Error* — błąd identyfikacji portu) urządzenia lub jego ustawień. W tabeli 5.6 przedstawiono najczęściej otrzymywane od Windows komunikaty tego typu.

Tabela 5.6. Najczęściej używane komunikaty błędnej identyfikacji ustawień portu szeregowego

Identyfikacja komunikatu	Wartość	Znaczenie
IE_BADID	-1	Niewłaściwa identyfikacja urządzenia
IE_BAUDRATE	-12	Błędnie określona szybkość transmisji
IE_BYTESIZE	-11	Błędnie określona liczba bitów danych
IE_DEFAULT	-5	Niewłaściwie określone parametry domyślne urządzenia
IE_HARDWARE	-10	Odbiornik jest zablokowany
IE_MEMORY	-4	Niewłaściwie ustalony rozmiar buforów
IE_NOPEN	-3	Urządzenie nie jest otwarte do transmisji
IE_OPEN	-2	Urządzenie pozostaje otwarte

Struktura COMMPROP

W celu dokładniejszego zapoznania się z możliwościami testowania systemów komunikacyjnych dostępnych w Windows w tabeli 5.7 przedstawiono bardzo użyteczną strukturę oferowaną przez API. Zawarte w niej informacje mogą być wykorzystywane do pełnego odczytywania wszystkich istotnych parametrów interesującego nas łącza komunikacyjnego oraz usług potencjalnie przez nie oferowanych.

Tabela 5.7. Zasoby struktury *COMMPROP*

Typ	Element struktury	Znaczenie	Zawartość elementu, maska określająca włączony bit
WORD	wPacketLength	Określa (w bajtach) rozmiar porcji pakietu danych	Należy odczytać, zależy też od typu sterownika
WORD	wPacketVersion	Wersja struktury	Nr 2 w Win 9x, XP
DWORD	dwServiceMask	Określenie maski bitowej wskazującej na typ aktualnie dostępnej usługi komunikacyjnej	SP_SERIALCOMM jest zawsze określone
DWORD	dwReserved1	Zarezerwowane, nieużywane	
DWORD	dwMaxTxQueue	Maksymalny rozmiar wewnętrznego bufora wyjściowego nadajnika (w bajtach)	0 oznacza, że nie ustalono maksymalnej wartości
DWORD	dwMaxRxQueue	Maksymalny rozmiar wewnętrznego bufora wejściowego odbiornika (w bajtach)	0 oznacza, że nie ustalono maksymalnej wartości
DWORD	dwMaxBaud	Maksymalna dostępna prędkość transmisji w bitach na sekundę	BAUD_075 75 b/s BAUD_110 110 b/s BAUD_134_5 134.5 b/s BAUD_150 150 b/s BAUD_300 300 b/s BAUD_600 600 b/s BAUD_1200 1200 b/s BAUD_1800 1800 b/s BAUD_2400 2400 b/s BAUD_4800 4800 b/s BAUD_7200 7200 b/s BAUD_9600 9600 b/s BAUD_14400 14 400 b/s BAUD_19200 19 200 b/s BAUD_38400 38 400 b/s BAUD_56K 56K b/s BAUD_57600 57 600 b/s BAUD_115200 115 200 b/s BAUD_128K 128K b/s BAUD_USER programowalne

Tabela 5.7. Zasoby struktury *COMMPROP* — ciąg dalszy

Typ	Element struktury	Znaczenie	Zawartość elementu, maska określająca włączony bit
DWORD	dwProvSubType	Typ usługi komunikacyjnej	PST_FAX — faks PST_LAT — protokół LAT <i>(Local — Area Transport)</i> PST_MODEM — modem PST_NETWORK_BRIDGE — niewyspecyfikowana sieć PST_PARALLELPORT — port równoległy PST_RS232 RS 232 PST_RS422 RS 422 PST_RS423 RS 423 PST_RS449 RS 449 PST_SCANNER — skaner PST_TCPIP_TELNET — protokół TCP/IP PST_UNSPECIFIED — brak specyfikacji PST_X25 — protokół X.25
DWORD	DwSettableParams	Specyfikacja maski bitowej identyfikującej parametry transmisji podlegające ewentualnym zmianom	SP_BAUD — prędkość SP_DATABITS — długość słowa danych SP_HANDSHAKING — kontrola przepływu danych SP_PARITY — parzystość SP_PARITY_CHECK — sprawdzanie parzystości SP_RLSD — sygnał RLSD SP_STOPBITS — bity stopu

W Windows API *COMMPROP* deklaruje się następująco:

```
typedef struct _COMMPROP {
    WORD wPacketLength;
    ...
} COMMPROP;
```

Powyższa deklaracja tworzy nowe słowo kluczowe typu *COMMPROP* (struktura).

Zbudujmy teraz aplikację, za pomocą której będziemy mogli selektywnie odczytywać stan poszczególnych masek bitowych udostępnianych przez *COMMPROP*.

Tabela 5.7. Zasoby struktury *COMMPROP* — ciąg dalszy

Typ	Element struktury	Znaczenie	Zawartość elementu, maska określająca włączony bit
DWORD	dwProvCapabilities	Określa maskę bitową identyfikującą rodzaj funkcji udostępnianych przez usługę komunikacyjną (dostawcy usługi)	PCF_16BITMODE — tryb 16-bitowy PCF_DTRDSR — kontrola DTR-DSR PCF_INTTIMEOUTS — czas przeterminowania PCF_PARITY_CHECK — sprawdzanie parzystości PCF_RLSD — kontrola RLSD PCF_RTSCTS — kontrola RTS-CTS PCF_SETXCHAR — możliwość użycia protokołu XON/XOFF PCF_SPECIALCHARS — specjalny znak PCF_TOTALTIMEOUTS — kontrola czasu przeterminowania transmisji PCF_XONXOFF — podtrzymanie protokołu XON-XOFF
DWORD	dwSettableBaud	Specyfikacja maski bitowej umożliwiającej ustawienie prędkości transmisji	Tak samo jak w dwMaxBaud
WORD	wSettableData	Specyfikacja maski bitowej identyfikującej możliwe do użycia długości słowa danych	DATABITS_5 DATABITS_6 DATABITS_7 DATABITS_8 DATABITS_16 DATABITS_16X szczególna długość słowa danych
DWORD	dwCurrentTxQueue	Aktualny maksymalny rozmiar wewnętrznego bufora wyjściowego nadajnika (w bajtach)	0 oznacza, że wartość ta nie jest aktualnie dostępna
WORD	wSettableStopParity	Specyfikacja maski bitowej identyfikującej możliwe do użycia wartości bitów stopu i kontroli parzystości	STOPBITS_10 — 1 bit stopu STOPBITS_15 — 1,5 bitu STOPBITS_20 — 2 bity PARITY_NONE — brak PARITY_ODD — nieparzysta PARITY_EVEN — parzysta PARITY_MARK — 1 PARITY_SPACE — 0
DWORD	dwCurrentRxQueue	Aktualny maksymalny rozmiar wewnętrznego bufora wejściowego nadajnika (w bajtach)	0 oznacza, że wartość ta nie jest aktualnie dostępna

Tabela 5.7. Zasoby struktury *COMMPROP* — ciąg dalszy

Typ	Element struktury	Znaczenie	Zawartość elementu, maska określająca włączony bit
DWORD	dwProvSpec1	Specyfikacja formatu danych wymaganych przez daną usługę komunikacyjną	W zależności od dwProvSubType aplikacje powinny ignorować ten człon, chyba że zawierają szczegółowe informacje odnośnie do formatu danych wymaganych przez dostawcę usługi
DWORD	dwProvSpec2	Jak wyżej	
WCHAR	wcProvChar[1]	Jak wyżej	Jeżeli dwProvSubType przypisano PST_MODEM, musi nastąpić odwołanie do struktur MODEMDEVCAPS oraz MODEMSETTINGS ² ; dwProvSpec1 i dwProvSpec2 nie są wówczas używane

Wykorzystamy tu znany nam już proces maskowania z użyciem operatora iloczynu bitowego & (bitowe i). Program będzie odczytywał wartość wybranego elementu struktury, a następnie poprzez wybranie kolejnych masek będzie selektywnie sprawdzał, czy włączone są konkretne bity odpowiedzialne za pewne parametry transmisji. Omawiany projekt znajduje się na dołączonym CD w katalogu `\KODY\BUILDER\R05\P05_02\`. Do testowania wybierzmy elementy: `dwSettableParams`, w XP reprezentowany na 32 bitach, oraz `wSettableData` i `wSettableStopParity`, reprezentowane na 16 bitach. Zastosujemy nieco odbiegający od przedstawionego wcześniej projekt formularza. Składać się on będzie z dwóch dobrze nam już znanych przycisków reprezentujących zdarzenia polegające na otwarciu oraz zamknięciu portu. Zastosowano ponadto dwa komponenty klasy `TTrackBar`, dwa `TEdit` oraz dwa typu `TLabel`, tak jak pokazuje to rysunek 5.5. Obsługa zdarzenia `TrackBar1Change()` polega na wybraniu interesującego nas elementu struktury *COMMPROP* oraz odczytaniu jego aktualnej wartości. Jeżeli zechcemy sprawdzić, czy włączony jest konkretny bit reprezentujący wybrany atrybut transmisji przechowywany w danym elemencie struktury, wystarczy przesunąć wskaźnik uruchamiający funkcję obsługi zdarzenia `TrackBar2Change()`.

Funkcja `GetCommProperties()`

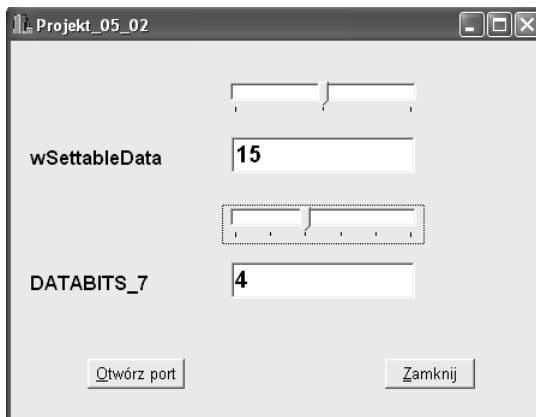
Funkcją, która zwraca aktualne właściwości portu komunikacyjnego identyfikowanego przez `hCommDev`, będzie:

```
BOOL GetCommProperties(HANDLE hCommDev, LPCOMMPROP lpCommProp);
```

`lpCommProp` jest wskaźnikiem do struktury *COMMPROP*, której format danych w ogólnym przypadku należy najpierw zainicjalizować, po uprzednim wpisaniu do pola `wPacketLength` aktualnego rozmiaru struktury:

² Miłośnikom modemów specyfikację tych struktur prezentujemy w dodatku B.

Rysunek 5.5.
Formularz główny
uruchomionego
projektu
Projekt_R05_02.bpr



```
commprop.wPacketLength = sizeof(COMMPROP);
//...
CommProp.dwProvSpec1 = COMMPROP_INITIALIZED;
```

Informacje tam zawarte mogą być pomocne przy odwoływaniu się do rodziny funkcji `SetCommState()`, `SetCommTimeouts()` lub `SetupComm()`.

Na listingu 5.2 pokazano kod głównego modułu omawianej aplikacji.

Listing 5.2. Zawartość modułu *Unit_R05_02.cpp*

```
#include <vc1.h>
#pragma hdrstop
#include "Unit_05_02.h"
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"

TForm1 *Form1;

HANDLE hCommDev; // identyfikator portu
COMMPROP commprop; // właściwości portu
LPCTSTR portName = "COM2"; // wskaźnik do nazwy portu
// szeregowego

LPCTSTR sbuffer1 = "Niewłaściwa nazwa portu lub port jest"
" aktywny.";

//-----
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
: TForm(Owner)
{
}
//-----funkcja zamyka otwarty port szeregowy-----
BOOL __fastcall closeSerialPort(HANDLE hCommDev)
{
    if ((hCommDev == 0) || (hCommDev == INVALID_HANDLE_VALUE))
        return FALSE;
    else {
        CloseHandle(hCommDev);
        return TRUE;
    }
}
```

```

    }
}
//-----zamknięcie portu i aplikacji-----
void __fastcall TForm1::CloseCommClick(TObject *Sender)
{
    closeSerialPort(hCommDev);
    Application->Terminate();
}
//----otwarcie portu i ustawienie jego parametrów-----
void __fastcall TForm1::OpenCommClick(TObject *Sender)
{
    hCommDev = CreateFile(portName, GENERIC_READ |
                        GENERIC_WRITE, 0, NULL,
                        OPEN_EXISTING, 0, NULL);

    if (hCommDev != INVALID_HANDLE_VALUE) {
        // sprawdza, czy port jest otwarty prawidłowo
        commprop.wPacketLength = sizeof(COMMPROP);
        commprop.dwProvSpec1 = COMMPROP_INITIALIZED;
        // inicjalizuje format danych usługi.
        // Port szeregowy jest zawsze dostępny
        memset(&commprop, 0, sizeof(COMMPROP));
        GetCommProperties(hCommDev, &commprop);
    }
    else {
        switch ((int)hCommDev) {
            case IE_BADID:
                ShowMessage(sbuffer1);
                break;
        };
    }
}
//-----wybrane maski bitowe-----
void __fastcall TForm1::TrackBar1Change(TObject *Sender)
{
    switch (TrackBar1->Position) {
        case 1: {
            TrackBar2->Max = 7;
            Label1->Caption = "dwSettableParams";
            Edit1->Text=IntToStr(commprop.dwSettableParams);
            break;
        }
        case 2: {
            TrackBar2->Max = 6;
            Label1->Caption = "wSettableData";
            Edit1->Text=IntToStr(commprop.wSettableData);
            break;
        }
        case 3: {
            TrackBar2->Max = 8;
            Label1->Caption = "wSettableStopParity";
            Edit1->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity);
            break;
        }
    } // koniec switch
}

```

```

//-----zawartość maski-----
void __fastcall TForm1::TrackBar2Change(TObject *Sender)
{
    if (TrackBar1->Position == 1) {
        switch (TrackBar2->Position) {
            case 1: {
                Label2->Caption = "SP_PARITY";
                Edit2->Text=IntToStr(commprop.dwSettableParams & SP_PARITY);
                break;
            }
            case 2: {
                Label2->Caption = "SP_BAUD";
                Edit2->Text=IntToStr(commprop.dwSettableParams & SP_BAUD);
                break;
            }
            case 3: {
                Label2->Caption = "SP_DATABITS";
                Edit2->Text=IntToStr(commprop.dwSettableParams &
                    SP_DATABITS);
                break;
            }
            case 4: {
                Label2->Caption = "SP_STOPBITS";
                Edit2->Text=IntToStr(commprop.dwSettableParams &
                    SP_STOPBITS);
                break;
            }
            case 5: {
                Label2->Caption = "SP_HANDSHAKING";
                Edit2->Text=IntToStr(commprop.dwSettableParams &
                    SP_HANDSHAKING);
                break;
            }
            case 6: {
                Label2->Caption = "SP_PARITY_CHECK";
                Edit2->Text=IntToStr(commprop.dwSettableParams &
                    SP_PARITY_CHECK);
                break;
            }
            case 7: {
                Label2->Caption = "SP_RLSD";
                Edit2->Text=IntToStr(commprop.dwSettableParams & SP_RLSD);
                break;
            }
        } // koniec switch
    } // koniec if

    if (TrackBar1->Position == 2) {
        switch (TrackBar2->Position) {
            case 1: {
                Label2->Caption = "DATABITS_5";
                Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableData & DATABITS_5);
                break;
            }
            case 2: {
                Label2->Caption = "DATABITS_6";
            }
        }
    }
}

```



```

        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableData & DATABITS_6);
        break;
    }
    case 3: {
        Label2->Caption = "DATABITS_7";
        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableData & DATABITS_7);
        break;
    }
    case 4: {
        Label2->Caption = "DATABITS_8";
        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableData & DATABITS_8);
        break;
    }
    case 5: {
        Label2->Caption = "DATABITS_16";
        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableData & DATABITS_16);
        break;
    }
    case 6: {
        Label2->Caption = "DATABITS_16X";
        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableData &
            DATABITS_16X);
        break;
    }
} // koniec switch
} // koniec if

if (TrackBar1->Position == 3) {
    switch (TrackBar2->Position) {
        case 1: {
            Label2->Caption = "STOPBITS_10";
            Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity &
                STOPBITS_10);

            break;
        }
        case 2: {
            Label2->Caption = "STOPBITS_15";
            Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity &
                STOPBITS_15);

            break;
        }
        case 3: {
            Label2->Caption = "STOPBITS_20";
            Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity &
                STOPBITS_20);

            break;
        }
        case 4: {
            Label2->Caption = "PARITY_NONE";
            Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity &
                PARITY_NONE);

            break;
        }
        case 5: {
            Label2->Caption = "PARITY_ODD";

```

```

        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity &
                           PARITY_ODD);
        break;
    }
    case 6: {
        Label2->Caption = "PARITY_EVEN";
        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity &
                           PARITY_EVEN);

        break;
    }
    case 7: {
        Label2->Caption = "PARITY_MARK";
        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity &
                           PARITY_MARK);

        break;
    }
    case 8: {
        Label2->Caption = "PARITY_SPACE";
        Edit2->Text=IntToStr(commprop.wSettableStopParity &
                           PARITY_SPACE);

        break;
    }
} // koniec switch
} // koniec if
}
//-----
void __fastcall TForm1::FormClose(TObject *Sender,
                                TCloseAction &Action)
{
    Action=caFree;
}
//-----

```

Dla przykładu rozpatrzmy parametr `dwSettableParams` typu `DWORD`, w XP reprezentowany na 32 bitach. Odczytując odpowiednią wartość, przekonaliśmy się, że cała zawarta tam informacja zapisana jest na 7 pierwszych bitach `dwSettableParams`.

Użyliśmy operatora `&`, aby sprawdzić, czy włączone są poszczególne bity reprezentujące atrybuty związane z konkretnymi parametrami komunikacyjnymi. Patrząc na wartości w postaci binarnej, łatwo zorientujemy się, jaki jest aktualny stan logiczny poszczególnych bitów zawartych w tej zmiennej i za co są one odpowiedzialne, tak jak pokazano to w zawartości tabeli 5.8.

W analogiczny sposób możemy przetestować wszystkie maski bitowe udostępniane przez `COMMPROP`, odpowiadające właściwym pozycjom konkretnych bitów. Jeżeli jako rezultat iloczynu bitowego wartości elementu struktury z maską określającą włączony bit otrzymamy wartość 0, oznaczać to będzie, że testowany bit jest wyłączony i dany parametr komunikacyjny nie jest aktualnie dostępny. Lepiej znający temat Czytelnicy zapewne już zorientowali się, jakie niespodzianki oferuje nam ta struktura. Manipulowanie bitami jest tu sprawą dobrania odpowiednich operatorów przesuwania, maskowania i dopełniania. Można np. skasować bity `SP_PARITY` i `SP_BAUD` w elemencie `dwSettableParams`:

```
CommProp.dwSettableParams &= ~(SP_PARITY | SP_BAUD);
```

Tabela 5.8. Maski bitowe elementu *dwSettableParams* struktury *COMMPROP*

	Wartość	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
dwSettableParams	127	0	1	1	1	1	1	1	1
Maska	Rezultat maskowania								
SP_PARITY	1	0	0	0	0	0	0	0	1
SP_BAUD	2	0	0	0	0	0	0	1	0
SP_DATABITS	4	0	0	0	0	0	1	0	0
SP_STOPBITS	8	0	0	0	0	1	0	0	0
SP_HANDSHAKING	16	0	0	0	1	0	0	0	0
SP_PARITY_CHECK	32	0	0	1	0	0	0	0	0
SP_RLSD	64	0	1	0	0	0	0	0	0

Podobnie w jakimś fragmencie aplikacji można zastosować warunek:

```
if ((CommProp.dwSettableParams & (SP_PARITY | SP_BAUD)) == 0) {
    ...
}
```

który będzie prawdziwy, gdy oba bity będą skasowane. Jednak osobom mniej zaawansowanym w operacjach bitowych odradzałbym jakiegokolwiek próby ingerowania w zawartość *COMMPROP*.

Struktura **COMMCONFIG**

Struktura *COMMCONFIG* zawiera informacje o stanie konfiguracji danego urządzenia komunikacyjnego. Tabela 5.9 prezentuje jej zasoby.

Windows API *COMMCONFIG* deklaruje następująco:

```
typedef struct _COMM_CONFIG {
    DWORD dwSize;
    ...
} COMMCONFIG, *LPCOMMCONFIG;
```

Powyższa deklaracja tworzy dwa nowe słowa kluczowe typu *COMMCONFIG* (struktura) oraz *LPCOMMCONFIG* (wskaźnik do struktury).

Funkcje **GetCommConfig()** i **SetCommConfig()**

Aktualną konfigurację łącza komunikacyjnego odczytamy, korzystając z funkcji API:

```
BOOL GetCommConfig(HANDLE hCommDev, LPCOMMCONFIG lpCC,
    LPDWORD lpdwSize);
```

gdzie *lpCC* wskazuje na strukturę *COMMCONFIG*, zaś *lpdwSize* jest wskaźnikiem do zmiennej określającej rozmiar struktury.

Tabela 5.9. Specyfikacja struktury *COMMCONFIG*

Typ	Element struktury	Znaczenie	Zawartość
DWORD	dwSize	Rozmiar struktury w bajtach	Należy wpisać
WORD	wVersion	Wersja struktury	Należy odczytać
WORD	wReserved	Zarezerwowane	
DCB	dcb	Struktura kontroli portu szeregowego	Patrz DCB
DWORD	dwProviderSubType	Identyfikacja typu dostarczanej usługi komunikacyjnej, a tym samym wymaganego formatu danych	Patrz COMMPROP
DWORD	dwProviderOffset	Określenie offsetu dla danych wymaganych przez dostawcę usługi komunikacyjnej; offset (tzw. przesunięcie) określony jest zwykle w stosunku do początku struktury	0, jeżeli nie określono typu danych
DWORD	dwProviderSize	Rozmiar danych (w bajtach) wymaganych przez usługę komunikacyjną (dostawcę usługi)	Zależnie od typu usługi
WCHAR	wcProviderData[1]	Dane dostarczane wraz z usługą (ponieważ przewidywane jest w przyszłości uzupełnienie struktury, aplikacja powinna używać dwProviderOffset w celu określenia położenia wcProviderData)	Jeżeli ustalono typ usługi: PST_RS232 lub PST_PARALLELPORT, człon ten jest pomijany; jeżeli ustalono PST_MODEM, należy odwołać się do MODEMSETTINGS

Bieżącą konfigurację portu komunikacyjnego zapiszemy za pomocą:

```
BOOL SetCommConfig(HANDLE hCommDev, LPBYTE lpCC, DWORD dwSize);
```

gdzie lpCC jest wskaźnikiem do COMMCONFIG, zaś dwSize określa (w bajtach) rozmiar struktury wskazywanej przez lpCC. Przed przekazaniem tej struktury jako parametru należy do elementu dwSize wpisać wartość równą sizeof(COMMCONFIG).

Funkcja CommConfigDialog()

Funkcja wyświetla okno dialogowe zawierające aktualne ustawienia parametrów portu szeregowego.

```
BOOL CommConfigDialog(LPTSTR lpszName, HWND hWnd,
                     LPCOMMCONFIG lpCC);
```

lpszName jest wskaźnikiem do łańcucha znaków określającego nazwę portu, hWnd jest identyfikatorem właściciela aktualnie wyświetlanego okna dialogowego, a lpCC wskazuje na strukturę COMMCONFIG. Użycie tej funkcji, np. w kontekście obsługi wybranego zdarzenia, może wyglądać następująco:

```
//-----
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
```

```
LPCOMMCONFIG commconfig;  
CommConfigDialog("COM2", NULL, commconfig);  
}  
//-----
```