

DM-DI4MB2ET

Programové vybavení převodníku DM-DI4MB2ET

Programátorská příručka

Verze 1.03



AMiT, spol. s r. o. nepřijímá žádné záruky, pokud se týče obsahu této publikace a vyhrazuje si právo měnit obsah dokumentace bez závazku tyto změny oznámit jakékoli osobě či organizaci.

Tento dokument může být kopírován a rozšiřován za následujících podmínek:

1. Celý text musí být kopírován bez úprav a se zahrnutím všech stránek.
2. Všechny kopie musí obsahovat označení autorského práva společnosti AMiT, spol. s r. o. a veškerá další upozornění v dokumentu uvedená.
3. Tento dokument nesmí být distribuován za účelem dosažení zisku.

V publikaci použité názvy produktů, firem apod. mohou být ochrannými známkami nebo registrovanými ochrannými známkami příslušných vlastníků.

AMiT je registrovaná ochranná známka.

**Copyright (c) 2017, AMiT, spol. s r. o.
Výrobce: AMiT, spol. s r. o.
Naskové 1100/3, 150 00 Praha
www.amitotion.cz**

Technická podpora: support@amit.cz

Obsah

	Historie revizí.....	4
	Související dokumentace.....	4
1	Úvod	5
1.1	Komunikace.....	5
1.2	Konfigurace	5
2	MODBUS/TCP	6
2.1	Rozložení uchovávacích registrů.....	6
3	M-Bus na TCP	8
3.1	Interpretace vícebajtových hodnot.....	8
3.2	Režim APE	8
3.3	Režim Direct.....	8
4	M-Bus na UDP	9
4.1	Interpretace vícebajtových hodnot.....	9
4.2	Režim APE	9
4.3	Režim Direct.....	9
5	Vyčítání hodnot čítačů.....	10
5.1	Struktura dat.....	10
6	Konfigurace	11
6.1	Struktura dat.....	11
6.2	Režim APE	12
6.3	Režim Direct.....	12
6.4	Webové rozhraní	12
7	Program MB2ETTest.....	14
8	Protokol APE	17
	Speciální znaky a jejich význam	17
	Formát zapouzdřeného paketu.....	17

Historie revizí

Jméno dokumentu: dm-di4mb2et_ms_cz_103.pdf

Verze	Datum	Autor změny	Změny
100	03. 06. 2010	Vosáhlo M.	Nový dokument
101	16. 02. 2011	Vosáhlo M.	Grafická korektura, UDP komunikace, měření baterie
102	12. 03. 2012	Vosáhlo M.	Oprava v kapitole Struktura dat
103	10. 05. 2017	Říha Z.	Doplnění informací o MODBUS/TCP, zrušení kapitoly 7 a 8, změna struktury manuálu.

Související dokumentace

1. **DM-DI4MB2ET** – Komunikační převodník – Návod na obsluhu
soubor: dm-di4mb2et_g_cz_xxx.pdf
2. Aplikační poznámka AP0010 – Komunikace v síti M-Bus
soubor: ap0010_cz_xx.pdf
3. Aplikační poznámka AP0030 – Použití převodníku **DM-DI4MB2ET**
soubor: ap0006_cz_xx.pdf
4. Aplikační poznámka AP0037 – Zásady používání sítě Ethernet
soubor: ap0037_cz_xx.pdf

1 Úvod

1.1 Komunikace

Převodník je schopen komunikovat pomocí:

- standardizovaného protokolu MODBUS/TCP (od FW verze 3.04).
- M-Bus rámců (zapouzdřených do TCP nebo UDP paketů) ve dvou režimech:
 - Režim APE využívá protokol APE (viz kapitola „8 Protokol APE“) pro zapouzdření M-Bus rámce.
 - Režim Direct využívá pro odlišení rámce M-Bus časové prodlevy. Tato časová prodleva je konfigurovatelná a předpokládá se, že bude nastavena tak, aby odpovídala run-time poměrům TCP/IP vrstvy na klientské straně. V případě protokolu UDP se v každém rámci zasílá právě jeden M-Bus rámec.

1.2 Konfigurace

Před prvním použitím musí být převodník nakonfigurován. Konfigurace spočívá v nastavení komunikačních parametrů.

Konfiguraci převodníku lze nastavit pomocí:

- konfiguračních TCP nebo UDP paketů v režimu APE nebo Direct,
- webového rozhraní.

2 MODBUS/TCP

Převodník poskytuje z/do M-Bus sítě data prostřednictvím uchovávacích registrů (holding registers) sítě MODBUS/TCP.

Všechny hodnoty jsou ukládány ve formátu BigEndian.

2.1 Rozložení uchovávacích registrů

Uchovávací registry jsou rozděleny do dvou skupin:

- systémové registry,
- aplikační registry.

Podporované funkce:

- 03 Read Holding Registers – čtení registrů,
- 06 Write Single Register – zápis do jednoho registru,
- 16 Write Multiple Registers – zápis do více registrů.

Systémové registry

Adresa	Modicon adresa	Typ	Popis
0	40001	R (Int)	Identifikace hardware. Číslo udává typ hardware. 141 = DM-DI4MB2ET .
1	40002	R (Int)	Verze firmware.
2	40003	R (Long)	Nevyužito.
3	40004		
4	40005	R/W (Int)	Hodnota timeoutu pro režim Direct (viz kapitola 3.3 Režim Direct). Hodnotu lze zadat také přes webové rozhraní (viz kapitola 6.4 Webové rozhraní).
5	40006	R (Int)	Nevyužito.
6	40007	R (Int)	
7	40008	R (Int)	
8	40009	R (Int)	
9	40010	R/W (Int)	Počet zpráv, obdržených z MODBUS/TCP.

Aplikační registry

Adresa	Modicon adresa	Typ	Popis	
100	40101	R/W (Int)	Hodnota	Význam
			1	Pokyn k odeslání rámce z registrů 101 až 361 do sítě M-Bus (reaguje na náběžnou hranu bitu č. 0).
			202	Nulování registrů 101 až 361.
			203	Nulování registrů 400 až 663.
101	40102	R/W (Int)	Znaky rámce, který má být odeslán do sítě M-Bus. Jednotlivé znaky rámce se umísťují do jednotlivých registrů. Kontrolní součet a stop symbol (0x16) je doplněn převodníkem automaticky po nastavení pokynu pro odeslání rámce do sítě M-Bus. Počet znaků, které je nutné zadat, je dán typem rámce, který má být do sítě M-Bus odeslán. Hodnotu kontrolního součtu a stop symbol (0x16) není třeba zadávat.	
102	40103	R/W (Int)		
...	...	R/W (Int)		
360	40361	R/W (Int)		
361	40362	R/W (Int)		

Adresa	Modicon adresa	Typ	Popis	
400	40401	R/W (Int)	Stav / výsledek komunikace.	
			Bit	Význam
			0	Bussy – aktuálně se komunikuje.
			1	Poslední komunikace skončila úspěšně.
			2	Poslední komunikace skončila chybou (kód chyby uveden v registru 401).
			3	Obdržena odpověď od M-Bus periferie s neplatným kontrolním součtem.
			4	Obdržena špatná odpověď od M-Bus periferie.
			5	Obdržena špatná odpověď se špatným kontrolním součtem od M-Bus periferie.
401	40402	R/W (Int)	Kód poslední chyby.	
			Hodnota	Význam
			0	Poslední komunikace skončila úspěšně.
			1	Obdržená odpověď od M-Bus periferie má neplatný kontrolní součet.
			2	Obdržená odpověď od M-Bus periferie má špatnou hlavičku.
			3	Obdržená odpověď od M-Bus periferie má špatnou hlavičku a neplatný kontrolní součet.
4	Timeout při komunikaci. ¹⁾			
402	40403	R/W (Int)	Počet obdržených znaků v aktuálně přijatém rámci.	
403	40404	R/W (Int)	Přijatý komunikační rámec.	
...	...	R/W (Int)		
663	40664	R/W (Int)		
664	40665	R/W (6 byte)		DI0 (registr 664 odpovídá 1. a 2. byte, registr 665 odpovídá 3. a 4. byte, ...).
665	40666			
666	40667			
667	40668	R/W (6 byte)	DI1 (registr 667 odpovídá 1. a 2. byte, registr 668 odpovídá 3. a 4. byte, ...).	
668	40669			
669	40670			
670	40671	R/W (6 byte)	DI2 (registr 670 odpovídá 1. a 2. byte, registr 671 odpovídá 3. a 4. byte, ...).	
671	40672			
672	40673			
673	40674	R/W (6 byte)	DI3 (registr 673 odpovídá 1. a 2. byte, registr 674 odpovídá 3. a 4. byte, ...).	
674	40675			
675	40676			
676	40677	R/W (Int)	Napětí baterie (obdržená hodnota = měřená hodnota * 10).	

¹⁾ Timeout je signalizován po uplynutí trojnásobku hodnoty timeoutu pro režim Direct, který je nastaven v systémovém registru 4.

3 M-Bus na TCP

3.1 Interpretace vícebajtových hodnot

Vícebajtové hodnoty jsou zasílány ve formě little Endian.

3.2 Režim APE

M-Bus rámce jsou v režimu APE přenášeny pomocí APE (viz kapitola „8 Protokol APE“). Implementace zavádí PTP s hodnotou 0x35. Struktura rámce je tedy následující:

STX	0x35	M-Bus rámec	ETX
-----	------	-------------	-----

Převodník pouze předává M-Bus rámec z ethernetu na rozhraní M-Bus a opačně.

3.3 Režim Direct

V tomto režimu slouží k oddělení jednotlivých M-Bus rámců časová prodleva. Při vysílání TCP datagramů je zaručeno pouze pořadí oktetů v přijímaném / zasílaném streamu. Konstrukce rámců (frames) TCP nesoucích data je implementačně závislá a zasílaný datový obsah (stream) může být rozdělen do více rámců. Přesto je vzhledem k délce M-Bus rámců pravděpodobné, že při dodržení určitých časových prodlev před zasíláním nového M-Bus rámce budou tyto rámce dopraveny vcelku v jednom rámci (frame).

V režimu Direct lze tak vysílat přímo M-Bus rámec do převodníku. Podmínkou je mezi jednotlivými M-Bus rámci dodržovat časovou prodlevu, kterou je třeba určit z běžných časových poměrů na síti a vlastnosti TCP/IP stacku na klientském počítači a která se bude pohybovat řádově ve stovkách ms. Tato časová prodleva je parametrizovatelná a je třeba ji nastavit tak, aby se výskyt chyb při přenosu M-Bus dotazů a odpovědí snížil na přijatelnou hranici.

Při zasílání konfiguračního rámce se zasílá celý rámec včetně začátečního a koncového znaku STX a ETX, neprovádí se náhrada speciálních znaků.

4 M-Bus na UDP

4.1 Interpretace vícebajtových hodnot

Vícebajtové hodnoty jsou zasílány ve formě little Endian.

4.2 Režim APE

M-Bus rámce jsou v režimu APE přenášeny pomocí APE (viz kapitola „8 Protokol APE“). Implementace zavádí PTP s hodnotou 0x35. Struktura rámce je tedy následující:

STX	0x35	M-Bus rámec	ETX
-----	------	-------------	-----

Převodník pouze předává M-Bus rámec z ethernetu na rozhraní M-Bus a opačně.

V jednom UDP paketu se přenáší vždy právě jeden M-Bus packet.

4.3 Režim Direct

V jednom UDP paketu se přenáší vždy právě jeden M-Bus packet.

Při zasílání konfiguračního rámce se zasílá celý rámec včetně začátečního a koncového znaku STX a ETX, neprovádí se náhrada speciálních znaků.

5 Vyčítání hodnot čítačů

Hodnoty čítačů lze vyčíst:

- pomocí registrů 664 až 675 pomocí MODBUS/TCP (viz kapitola „2.1 Rozložení uchovacích registrů“,
- pomocí protokolu APE (viz kapitola „8 Protokol APE“) podobně jako při konfiguraci.

5.1 Struktura dat

Základní struktura dat v rámci je následující:

Pole	Délka (oktet)	Význam
PTP	1	APE PTP = 0x21
DUMMY	1	Konstanta = 0x1A
IDRQ	2	Klient vyplní, server pouze kopíruje do své odpovědi. Pokud nebude klient kontrolovat, na hodnotě nezáleží.
CMD	2	Kódování příkazu.
DATA0	6	Hodnoty čítače 0 (v žádosti jsou hodnoty ignorovány).
DATA1	6	Hodnoty čítače 1 (v žádosti jsou hodnoty ignorovány).
DATA2	6	Hodnoty čítače 2 (v žádosti jsou hodnoty ignorovány).
DATA3	6	Hodnoty čítače 3 (v žádosti jsou hodnoty ignorovány).
BAT	2	Aktuální stav baterie (0 až 0x0FFF). Pokud hodnota dlouhodobě klesne pod 0x0BF8, je třeba zvážit výměnu baterie.

Hodnota čítače je 6-bajtové neznaménkové celé číslo.

Pole CMD	Val	Název	Význam
	10	RQ_COUNTERS	Žádost o zaslání aktuálních hodnot čítačů.
	249	ANS_COUNT_ERR	Chyba při vyčtení čítačů.
	250	ANS_COUNTERS	Odpověď obsahuje aktuální hodnoty čítačů.
	260	ANS_INVALID_CMD	Neznámý příkaz.

Handshake Handshake konfigurace by měl být následující:

1. klient zasílá RQ_COUNTERS,
2. převodník zasílá ANS_COUNTERS s platnými daty.

6 Konfigurace

Konfigurační data jsou uložena v EEPROM zařízení. Konfiguraci lze provádět pomocí:

- protokolů TCP nebo UDP,
- webového rozhraní.

6.1 Struktura dat

Základní struktura dat v konfiguračních rámcích obou režimů je následující:

Pole	Délka (oktet)	Význam
PTP	1	APE PTP = 0x21
DUMMY	1	Konstanta = 0x1A
IDRQ	2	Klient vyplní, server pouze kopíruje do své odpovědi. Pokud nebude klient kontrolovat, na hodnotě nezáleží.
CMD	2	Kódování příkazu.
MAC	6	MAC adresa, nelze přednastavit, ale posílá se.
IP	4	IP adresa převodníku.
MASK	4	Maska podsítě.
GATEWAY	4	IP adresa výchozí brány.
DHCP	2	Zapnutí/vypnutí DHCP. 0 – DHCP neaktivováno 1 – DHCP aktivováno
Port M-Bus	2	IP port pro komunikaci s převodníkem.
M-Bus baud rate	2	Baudová rychlost na rozhraní M-Bus.
Mode	2	Komunikační režim převodníku. 0 – APE 1 – Direct 2 – MODBUS/TCP
DirectTm	2	Timeout v ms pro režim Direct a MODBUS/TCP.
Version	2	HIBYTE Major verze, LOBYTE Minor verze.

Pole CMD

Val	Název	Význam
0	NONE	Neplatná hodnota.
1	RQ_ACTUAL_CFG	Žádost o zaslání aktuálních konfiguračních dat.
2	RQ_NCFG	Požadavek na zápis konfiguračních dat.
3	RQ_RELOAD_NCFG	Požadavek na aplikaci nových konfiguračních dat.
256	ANS_ACTUAL_CFG	Odpověď obsahuje aktuální konfiguraci.
257	ANS_NCFG	Potvrzení platnosti nové konfigurace.
258	ANS_NCFG_E_NEMAC	MAC zařízení se neshoduje s MAC polem ve zprávě. Tato odpověď může být pouze v případě příkazu RQ_NCFG.
259	ANS_WRITE_FAIL	Nepodařilo se zapsat konfigurace do EEPROM.
260	ANS_INVALID_CMD	Neznámý příkaz.

Souhlas MAC adresy v zasílané zprávě s MAC adresou převodníku je vyžadován pouze u příkazu RQ_NCFG.

Handshake Handshake konfigurace by měl být následující:

1. Klient zasílá RQ_ACTUAL_CFG, pole v konfiguračním rámci mohou být jakákoliv, jsou převodníkem ignorována.
2. Převodník zasílá ANS_ACTUAL_CFG s platnými konfiguračními daty.
3. Klient zasílá RQ_NCFG s platnými novými daty.
4. Převodník zasílá ANS_NCFG s novými daty, která akceptoval zápisem do EEPROM. Převodník stále pracuje s původními konfiguračními daty.
5. Klient zasílá RQ_RELOAD_NCFG. Převodník provede autoreset a nabíhá s novými konfiguračními daty. Původní spojení klient musí zrušit.

6.2 Režim APE

Konfigurační data jsou přenášena mezi oktety STX a ETX a provádí se náhrada speciálních znaků (DLE escaping).

STX	PTP = 0x21	DUMMY, IDRQ, ...	EXT
	Konfigurační data dle 4.1		

Konfigurační data se budou zadávat skrze webové rozhraní (převodník bude pracovat v režimu web serveru) nebo případně pomocí UDP. V této verzi není mechanismus konfigurace zpracován.

6.3 Režim Direct

Konfigurační data jsou přenášena za dodržení timeoutování mezi jednotlivými rámci. Přenáší se celý APE rámec jako v kapitole „4.2 Režim APE“ ale bez náhrady speciálních znaků. Rozlišení mezi příchozím M-Bus rámcem a konfiguračními daty bude pomocí prvních dvou znaků. Pokud první znak v eth frame bude 0x02 a druhý 0x21 (STX + PTP(0x21)), pak jej bude převodník považovat za konfigurační rámec, v opačném případě se bude považovat za M-Bus rámec (ten by měl správně začínat znaky buď 0xE5 nebo 0x10 nebo 0x68).

6.4 Webové rozhraní

Převodník lze nakonfigurovat pomocí webového rozhraní. Postup konfigurace je následující:

- **DM-DI4MB2ET** odpojíme od napájecího napětí.
- Za stálého držení konfiguračního tlačítka zapojíme napájení.
- Tlačítko držíme cca 5 s, následně pustíme. LED RUN bliká s periodou 1 s (tlačítko musí být puštěno do 10 s, jinak **DM-DI4MB2ET** přejde do továrního nastavení).

Nastavení zařízení se pak provádí pomocí webového rozhraní. Pro spuštění zařízení s novým nastavením je nutné jeho vypnutí a zapnutí.

DM-DI4MB2ET

VerzeSW: 3.04 May 25 2017 08:35:21

IPaddr	192.168.1.1	192	.	168	.	1	.	1
Mask	255.255.255.0	255	.	255	.	255	.	0
Gateway	192.168.1.254	192	.	168	.	1	.	254
IPport	502	502						
DHCP	Off	☐						
Mode	Modbus/TCP	☐ APE ☐ Direct ☒ Modbus/TCP						
MBusSpeed	2400	2400						
Direct timeout	1000	500						

Ulož

Obr. 1 – Konfigurace převodníku přes webové rozhraní

**Význam
parametrů**

Parametr	Význam
IPaddr	IP adresa převodníku
Mask	Maska podsítě
Gateway	IP adresa výchozí brány
IPport	IP port pro komunikaci s převodníkem
DHCP	Zapnutí / vypnutí DHCP
MODE	Komunikační režim převodníku
MBusSpeed	Baudová rychlost na rozhraní M-Bus
Direct timeout	Timeout v ms pro režim Direct a MODBUS/TCP.

7 Program MB2ETTest

Program MB2ETTest umožňuje:

- konfiguraci převodníku,
- základní test na rozhraní M-Bus,
- vyčtení stavu čítačů a baterie.

Program je ke stažení na stránkách www.amitautomation.cz. Pro svou činnost potřebuje Microsoft .NET Framework verze 2.0 a vyšší. V případě potřeby lze stáhnout na stránkách www.microsoft.com/downloads, je ale součástí Windows XP SP2, Windows Vista, Windows7 a vyšší.

Program neřeší nalezení příslušného převodníku na síti, ke své činnosti potřebuje mít zadánu IP adresu převodníku.

Parametrem programu je celá cesta k souboru ve formátu ini. Obsah tohoto souboru určuje činnost programu.

Program otestuje spojení s převodníkem pomocí pingu. Dále vyčte aktuální konfiguraci a volitelně ji zobrazí. V sekci M-Bus je možné otestovat spojení s M-Bus zařízením připojeným k převodníku. Test je možné vynechat. Převodník je možné rekonfigurovat. Rekonfiguraci je možné vynechat. Nakonec je možné provést testovací vyčtení stavů čítačů digitálních vstupů.

Sekce General Sekce obsahuje základní parametry.

Klíč	Význam	Hodnota/formát
IP	IP adresa převodníku, ať už statická či přidělená DHCP serverem.	Standardní zápis IP adresy v tečkové notaci
Port	IP port pro komunikaci s převodníkem	Integer číslo
PrintConfig	Vypsání načtené konfigurace na konzoli.	true/false (case sensitive)
TCP/UDP	Volba typu komunikačního protokolu.	TCP/UDP (case sensitive)

Sekce M-Bus Sekce obsahuje parametry pro otestování spojení na M-Bus. Parametr Frame, obsahuje sérii bajtů v hexadecimální notaci (bez úvodního 0x) oddělených čárkou. Tato sekvence bude zaslána na převodník a dále na M-Bus rozhraní. Příjem odpovědi není v aktuální verzi zobrazen, je pouze vypsán počet bajtů, které program zachytí jako odpověď.

Klíč	Význam	Hodnota/formát
Skip	Vynechání testu M-Bus. Další hodnoty v této sekci se ignorují.	true/false (case sensitive)
Frame	Sekvence bajtů, která bude zaslána na převodník a dále na M-Bus rozhraní.	Hex bajty oddělené čárkou. Hexadecimální formát bez úvodního 0x.
CycleTimeout	Timeout v ms, po kterém se bude opakovat zaslání sekvence v parametru Frame. Hodnota 0 znamená pouze jediný průchod testu.	Integer číslo

Klíč	Význam	Hodnota/formát
ReceiveTimeout	Timeout v ms při čekání na odpověď z převodníku po zaslání dotazu na M-Bus rozhraní.	Integer číslo
ReceiveFile	Bez významu v aktuální verzi.	

Sekce Configuration Parametry v této sekci umožňují změnu nastavení převodníku. Parametry musí být uvedeny všechny.

Klíč	Význam	Hodnota/formát
Skip	Vynechání nastavení konfigurace. Další hodnoty v této sekci se ignorují.	true/false (case sensitive)
IP	IP adresa převodníku	Standardní zápis v tečkové notaci
Gateway	IP adresa výchozí brány	Standardní zápis v tečkové notaci
Mask	Maska podsítě	Standardní zápis v tečkové notaci
Port	IP port pro komunikaci s převodníkem	Integer číslo
Baudrate	Baudová rychlost na rozhraní M-Bus	Integer číslo
DHCP	Zapnutí / vypnutí DHCP	true/false (case sensitive)
Mode	Komunikační režim převodníku	APE, Direct, MODBUS-TCP (case sensitive)
DirectTm	Timeout v ms pro režim Direct a MODBUS/TCP	Integer číslo

Sekce Impulse Counters Sekce obsahuje parametry pro otestování stavu čítačů digitálních vstupů. Jestliže je zároveň zvolen test MBUS, je do výpisu také zařazen.

Klíč	Význam	Hodnota/formát
CycleTimeout	Timeout v ms, po kterém se bude opakovat výpis stavu čítačů. Hodnota 0 znamená pouze jediný výpis. Cyklický výpis lze ukončit klávesou „ESC“ nebo „K“.	Integer číslo
PrintCounters	Program vypíše aktuální stav čítačů.	true/false (case sensitive)
IncludeMBUS	Je zahrnut i test MBUS.	true/false (case sensitive)
IncludeBat	Je zahrnut i test baterie.	true/false (case sensitive)

Sekce BAT status Sekce obsahuje parametry pro otestování stavu baterie.

Klíč	Význam	Hodnota/formát
BatTimeout	Timeout v ms, po kterém se bude opakovat výpis stavu baterie. Hodnota 0 znamená pouze jediný výpis. Cyklický výpis lze ukončit klávesou „ESC“ nebo „K“.	Integer číslo
PrintBat	Program vypíše aktuální stav baterie.	true/false (case sensitive)

Příklad [General]
IP=192.168.1.222
Port=2000
PrintConfig=true
TCP/UDP=UDP

[MBUS]
Skip=true
Frame=10,5b,66,c1,16
CycleTimeout=0
ReceiveTimeout=2000
ReceiveFile=

[BAT Status]
BatTimeout=500
PrintBat=true

[Impulse Counters]
CycleTimeout=500
PrintCounters=true
IncludeMBUS=true
IncludeBat=true

[Configuration]
Skip=true
IP=192.168.0.1
Gateway=192.168.0.254
Mask=255.255.255.0
Port=2000
Baudrate=2400
DHCP=false
Mode=APE
DirectTm=200

8 Protokol APE

Protokol **APE** (AMiT **P**acket **E**ncapsulation) slouží pro přenos paketů jiných protokolů kterékoliv síťové vrstvy mezi právě dvěma zařízeními (uzly). Pro vrstvu protokolu APE je transparentní, jaké pakety jsou do APE-paketů zapouzdřeny. Z pohledu samotného protokolu APE je pole PTP (viz níže) rozhodující pouze do té míry, že určuje, má-li být paket zpracován interně vrstvou protokolu APE (PTP 0x20 ... 0x2F, tzn. 32 ... 47 decimálně), nebo předán ke zpracování vrstvě implementace (všechny ostatní platné hodnoty PTP). V druhém případě vrstva protokolu APE vůbec nezkontroluje obsah paketů, nekontroluje jejich integritu ani platnost hodnoty pole PTP. Pole PTP v tomto případě slouží pouze pro informaci nadřazené vrstvy.

Zapouzdření Jsou definovány tři speciální znaky, které mají zvláštní význam. Tyto speciální znaky se nesmějí přenášet nikdy kromě případů, kdy nesou tento určený význam. Pokud se oktet odpovídající kódu kteréhokoliv speciálního znaku vyskytne v datech vysílaného paketu, musí být nahrazen kombinací dvou oktetů, z nichž první je speciální znak DLE, druhý je modifikovaný původní oktet. Modifikuje se logickým přičtením 0x80 k původnímu oktetu. Při příjmu se speciální znak DLE nevkládá do paketového bufferu, pouze se nastavuje příznak, že následující znak má být před uložením do bufferu upraven &~0x80. Při příjmu nepovolených kombinací DLE DLE, DLE STX a DLE ETX se první výskyt DLE tiše ignoruje – postupuje se shodně jako v případě příjmu pouze druhého znaku z takové kombinace. Není definováno, zda se má v takovém případě zachovat speciální význam tohoto znaku dle níže uvedeného popisu – autor obsluhy se může rozhodnout podle svého uvážení.

Speciální znaky a jejich význam

STX (ASCII STX – kód 0x02) – Uvozuje začátek zapouzdřeného paketu. Příjem znaku STX ve chvíli, kdy zařízení již přijímá paket, znamená, že se dosud přijaté znaky ignorují a příjem se zahájí znovu od začátku.

ETX (ASCII ETX – kód 0x03) – Ukončuje zapouzdřený paket.

DLE (ASCII DLE – kód 0x10) – Určuje, že následuje oktet, který byl upraven pro odstranění záměny se speciálními znaky, viz výše.

Veškeré znaky kromě speciálních znaků se při příjmu ignorují, pokud nejsou uzavřeny mezi speciální znaky STX a ETX.

Formát zapouzdřeného paketu

STX – úvodní speciální znak	PTP – jeden oktet, určující typ zapouzdřeného paketu	data – libovolný počet oktetů – samotný zapouzdřený paket	ETX – ukončující speciální znak
------------------------------------	--	---	--

Při zapouzdřování se neprovádí žádné zabezpečení. Předpokládá se, že vložené pakety samy o sobě obsahují zabezpečení na své úrovni a další úroveň zabezpečení by byla nadbytečná.