

USB - prenosové módy

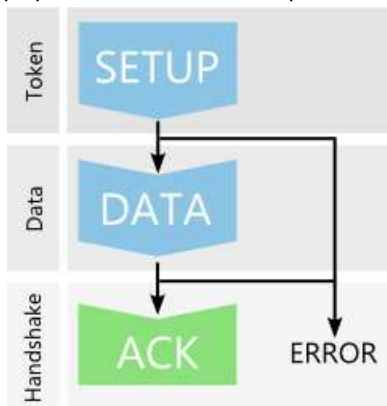
Legenda diagramov (kto paket odosiela):



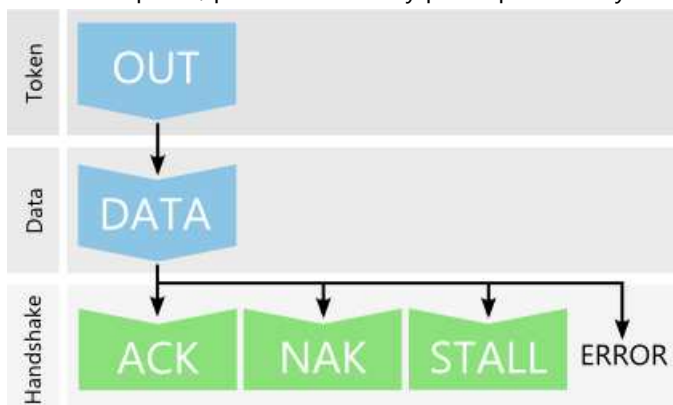
Control

Kontrolné prenosy slúžia hostovi a zariadeniu k prenosu príkazov, deskriptorov, stavových informácií a pod. Pomocou tohto typu prenosu host získava o zariadení informácie ako napr. názov zariadenia, počet rozhraní a endpointov a pod. Jeden takýto prenos sa uskutoční v troch fázach:

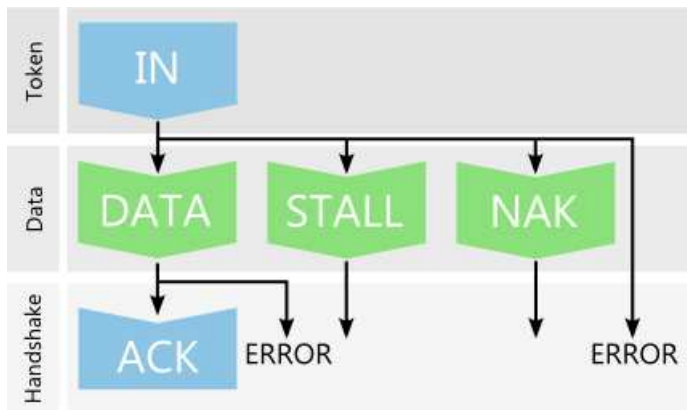
1. **Setup stage** – v tejto fáze host odošle zariadeniu token paket SETUP¹. Nasleduje dátový paket, ktorý obsahuje tzv. **Setup paket**. V ňom zariadenie nájde informáciu o tom, akú požiadavku mu host odosiela, či budú nasledovať aj ďalšie dáta, komu je požiadavka určená (rozhraniu, endpointu, zariadeniu). Následne, ak boli dáta prijaté a spracované bez chýb, zariadenie odpovie pomocou handshake ACK¹ paketu. V opačnom prípade zariadenie neodpovedá.



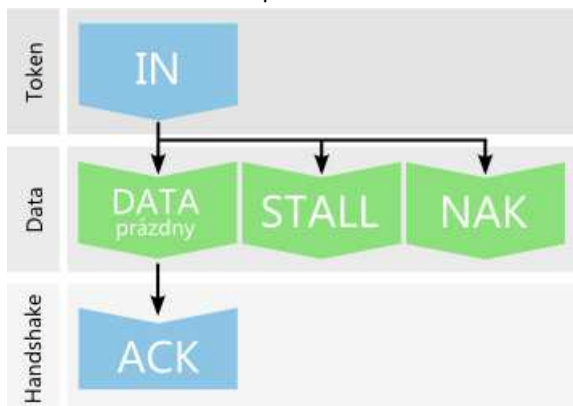
2. **Data stage** – v tejto fáze sa prenášajú dodatočné dáta. Pokiaľ zariadenie ani host nepotrebujú preniesť ďalšie dáta, tento krok sa vynechá. V prípade, že host odosiela dáta zariadeniu, vygeneruje token paket OUT, za ktorým nasleduje dátový paket. Zariadenie paket prijme a odpovie pomocou handshake (ACK¹, NAK¹, STALL¹) alebo neodpovie, pokiaľ bol dátový paket poškodený.



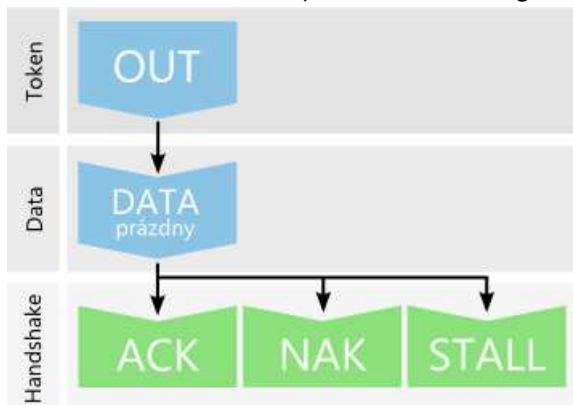
Ak zariadenie potrebuje poslať dáta hostovi, host vygeneruje token paket IN. Pokiaľ zariadenie zistí, že token paket bol poškodený, neodpovie vôbec. V opačnom prípade odpovie pomocou dátového paketu (pokiaľ môže poslať dáta) alebo pomocou handshake paketu (pokiaľ vznikne chyba – NAK¹, STALL¹). Host následne potvrdí príjem dát pomocou handshake paketu ACK¹, alebo neodpovie pokiaľ bol dátový paket porušený.



3. **Status stage** – oznamuje stav celého kontrolného prenosu. Na rozdiel od handshake paketov v jednotlivých fázach, ktoré vždy oznamovali status len jednej fázy prenosu. Pokiaľ počas prenosu dátového paketu host odoslal token paket OUT, zariadenie potvrdí príjem dát pomocou prázdneho dátového paketu. Ak nastala chyba, zariadenie odošle handshake paket $STALL^1$, NAK^1 pokiaľ zariadenie dáta stále spracúva.

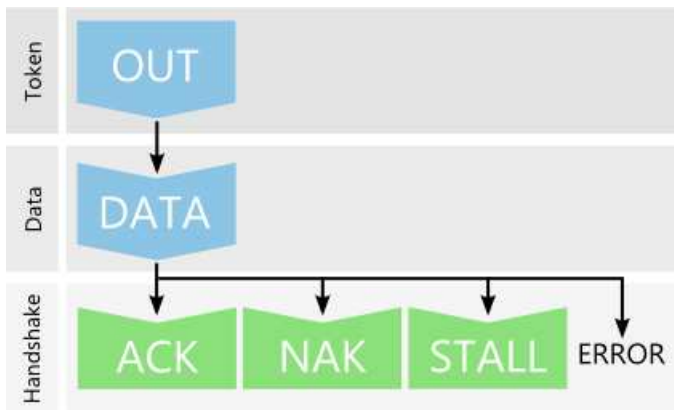


V prípade, keď host počas prenosu dát odoslal token paket IN, musí potvrdiť správny príjem dát. Preto odošle prázdny dátový paket, na ktorý zariadenie odpovie pomocou handshake paketu ACK^1 , $STALL^1$ (vznikla chyba) alebo NAK^1 (host bude opakovať status stage neskôr).

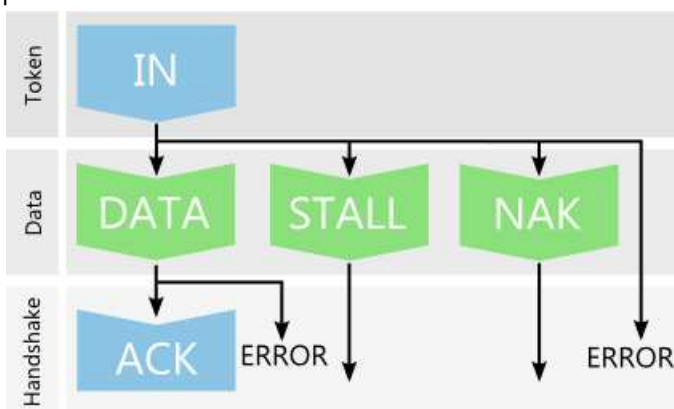


Interrupt

Prenosy interruptov / prerušení sa použijú v prípadoch, keď host/zariadenie vyžaduje okamžitú pozornosť toho druhého. Pokiaľ však interrupt vygeneruje zariadenie, toto bude čakať na svojom endpointe pokiaľ si ho host neprevezme, pretože ako už vieme, prenos vždy inicializuje host. Príkladom použitia môže byť myš/klávesnica. Ak host odosiela interrupt zariadeniu, začne paketom token OUT, za ktorým nasleduje dátový paket. Zariadenie prenos potvrdí pomocou handshake a použije ACK^1 v prípade, že zariadenie dáta prijme. V opačnom prípade zariadenie odošle handshake s PID NAK^1 (zariadenie stále spracúva predchádzajúci paket) alebo $STALL^1$ (v zariadení vznikla chyba súvisiaca so spracovaním). V prípade chyby v dátovom pakete zariadenie neodpovie.



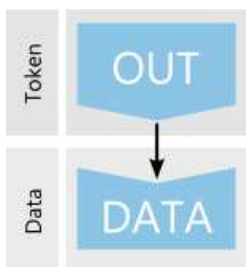
Ak chce host prijať interrupt od zariadenia, odošle token paket IN. Zariadenie následne odpovie dátovým paketom, ktorý obsahuje informácie súvisiace s prerušením, STALL¹ ak v zariadení vznikla chyba, NAK¹ pokiaľ zariadenie nemá prerušenie čakajúce na endpointe alebo neodpovie, pokiaľ zistilo chybu v token IN pakete. Host odpovedá pomocou handshake paketu ACK¹ ak boli dáta správne prijaté alebo neodpovie vôbec, pokiaľ sa vyskytla chyba v dátovom pakete.



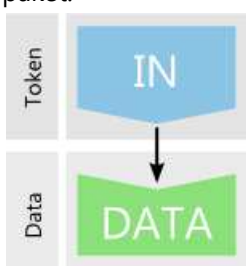
Isochronous

Izochrónne prenosy sa vyznačujú potrebou preniesť dáta čo najrýchlejšie. Väčšinou sú to streamované dáta, preto tento prenos nastáva veľmi často a na USB zbernici má vyhradené svoje miesto. Aby sa zvýšil prietok informácií v izochrónnom prenose, zariadenie ani host nekontroluje správnosť prenosu ani neodpovedá pomocou handshake paketov. Príkladom prenosu môže byť digitálna kamera.

Ak host odosiela dáta zariadeniu, inicializuje prenos pomocou token OUT paketu. Za ním nasleduje iba dátový paket.



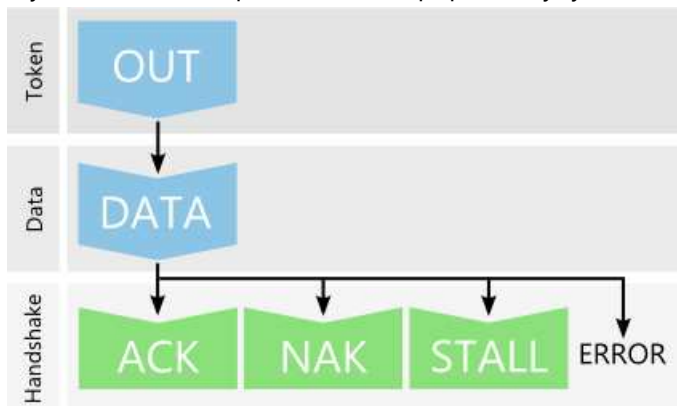
Ak host prijíma dáta od zariadenia, inicializuje prenos pomocou token IN paketu. Zariadenie následne odošle dátový paket.



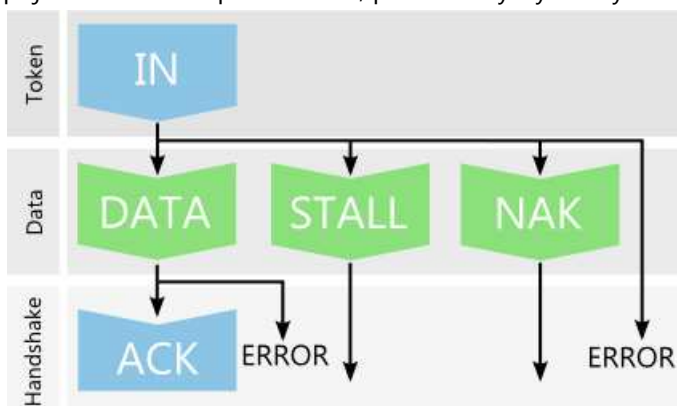
Bulk

Bulk prenosy používa zariadenie a host na prenášanie malých dát, ktoré nastávajú nepravidelne a nevyžadujú si rýchly prenos. Bulk na rozdiel od izochrónneho prenosu má kontrolné mechanizmy na zisťovanie chýb v prenose a ich opravu. Príkladom takéhoto prenosu môže byť prenos dát do tlačiarne/prenos obrázku zo skenera.

Ak host odosiela dáta zariadeniu, začne paketom token OUT, za ktorým nasleduje dátový paket. Zariadenie prenos potvrdí pomocou handshake a použije ACK¹ v prípade, že zariadenie dáta prijme. V opačnom prípade zariadenie odošle handshake s PID NAK¹ (zariadenie stále spracúva predchádzajúci paket) alebo STALL¹ (v zariadení vznikla chyba súvisiaca so spracovaním). V prípade chyby v dátovom pakete zariadenie neodpovie.



Ak chce host prijať dáta od zariadenia, odošle token paket IN. Zariadenie následne odpovie dátovým paketom, STALL¹ handshake ak v zariadení vznikla chyba, NAK¹ pokiaľ zariadenie nemá dáta čakajúce na endpointe alebo neodpovie, pokiaľ detekovalo chybu v token IN pakete. Host odpovedá pomocou handshake paketu ACK¹ ak boli dáta správne prijaté alebo neodpovie vôbec, pokiaľ sa vyskytla chyba v dátovom pakete.



¹ – Tabuľka PID (Packet ID) hodnôt:

Skupina	PID	Popis
Token	OUT	Prenos od hosta k zariadeniu
	IN	Prenos od zariadenia k hostu
	SOF	Start-of-Frame paket
	SETUP	Kontrolný paket
Data	DATA0	Dátový paket
	DATA1	Dátový paket
	DATA2	Dátový paket pre isochronous prenos na High speed
	MDATA	Dátový paket pre isochronous prenos na High speed
Handshake	ACK	Paket bol prijatý bez chýb
	NAK	Paket nebol prijatý, opakovať prenos
	STALL	Indikuje chybu v zariadení
	NYET	Odpoveď práve nie je k dispozícii
Špeciálne	PRE	
	ERR	
	SPLIT	
	PING	
	EXT	

Zdroj: <http://www.beyondlogic.org/usbnutshell/usb4.shtml>