

GRAFICKÉ ROZHRAŇÍ POČÍTAČŮ

Břetislav Bakala

2017

Funkce grafického výstupu

- zajišťuje tvorbu obrazu z určité aplikace, který vidíme na zobrazovací jednotce
- Spolu se zobrazovací jednotkou tvoří zobrazovací soustavu počítače

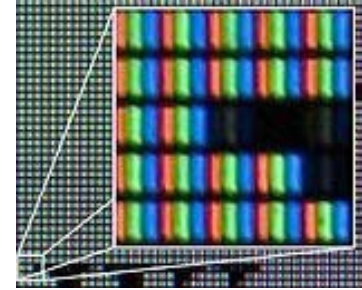


Režimy grafického výstupu

Pracuje ve dvou základních režimech:

- **textový režim:** zobrazuje pouze předem definované znaky **znakové sady** (např. ASCII kód) **uložené v paměti grafiky**.
- **grafický režim:** informace zobrazovány po jednotlivých obrazových bodech tzv. **pixelech** (Picture Element). Z jednotlivých pixelů vykresluje libovolný obraz v daném rozlišení a hloubce barev.

Pixel



- **Nejmenší jednotka digitální bitmapové grafiky**
- Představuje jeden svítící bod na monitoru charakterizovaný jasnem a barvou
- **Subpixel** – část pixelu pro jednu základní barvu. Splynutím tří subpixelů základních barev RGB do jedné barvy vznikne pixel
- **Texel** – je základní **jednotkou textury** (tapety) používané v počítačové grafice
- **Voxel** – částice objemu představující hodnotu v pravidelné mřížce třídimenzionálního prostoru (**3D**), analogie pixelu – reprezentuje hodnotu v 2D mřížce

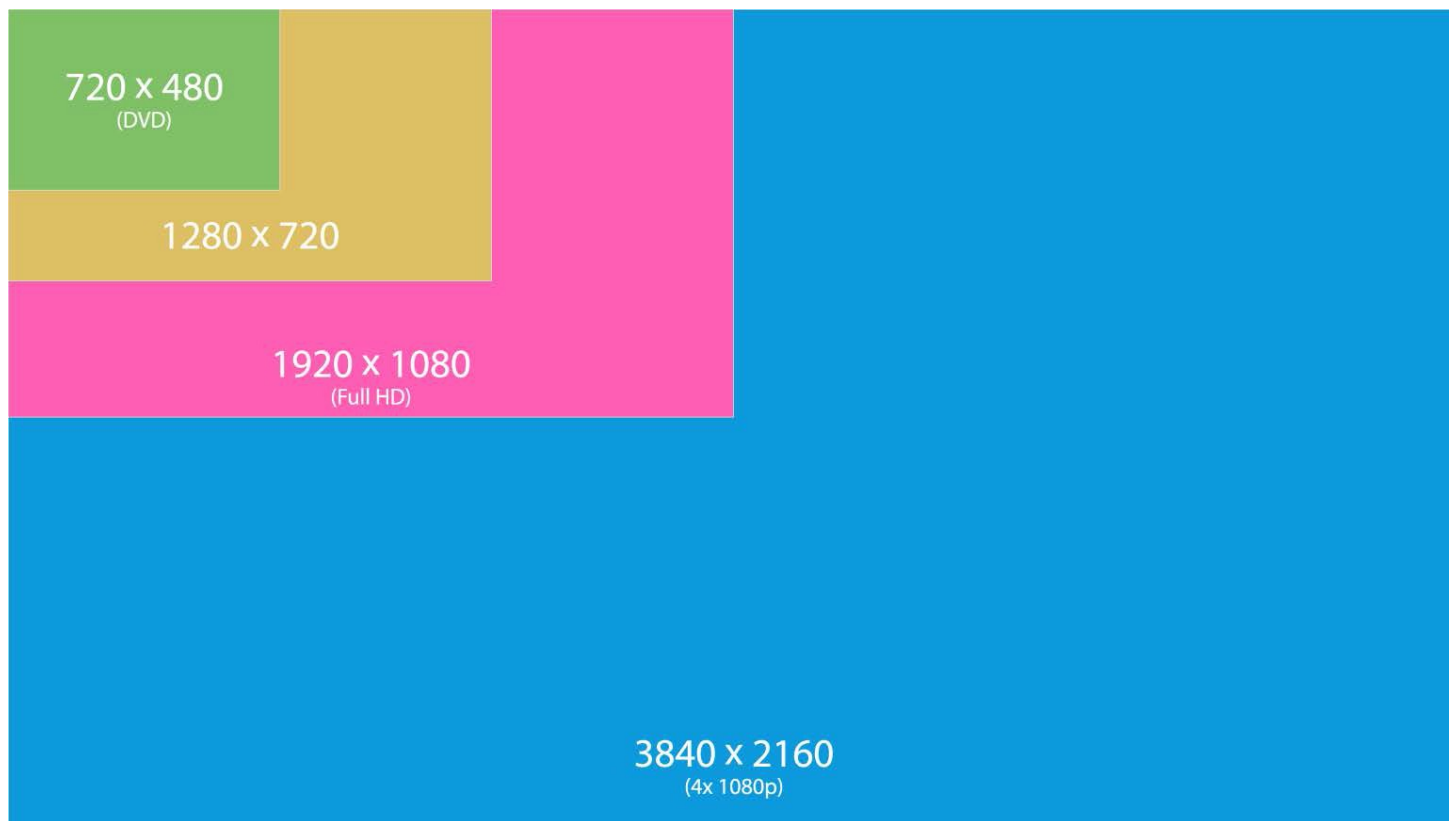
Základní parametry I. – rozlišení

- Rozlišení je dáno **počtem pixelů v jedné řádce a počtem řádek**.
- Udává se jako **dvojce čísel**, např. 1920x1080
- Grafický ovladač může nastavit rozlišení po určitých krocích do své maximální velikosti
- Při vyšším rozlišení jsou jednotlivé pixely menší a obrazovka vykreslí větší plochu



Rozlišení

- Rozlišení monitoru je závislé na poměru stran monitoru – 4:3, 5:4 (DVD PAL 720x576), **16:9**, 16:10



Základní parametry II. – barevná hloubka

- **Počet bitů pro vyjádření barvy pixelu**
- **1bitová barva** ($2^1 = 2$ barvy) také označováno jako **Mono Color** (nejpoužívanější je, že bit 0 = černá a bit 1 = bílá)
- 4bitová barva ($2^4 = 16$ barev)
- **24bitová barva (3x8bit - RGB) True Color**
- 32bitová barva (3x8bit – RGB, 8bit – alfa kanál - průhlednost)
- s větším počtem barev vzrůstají také nároky na výpočetní výkon grafické karty

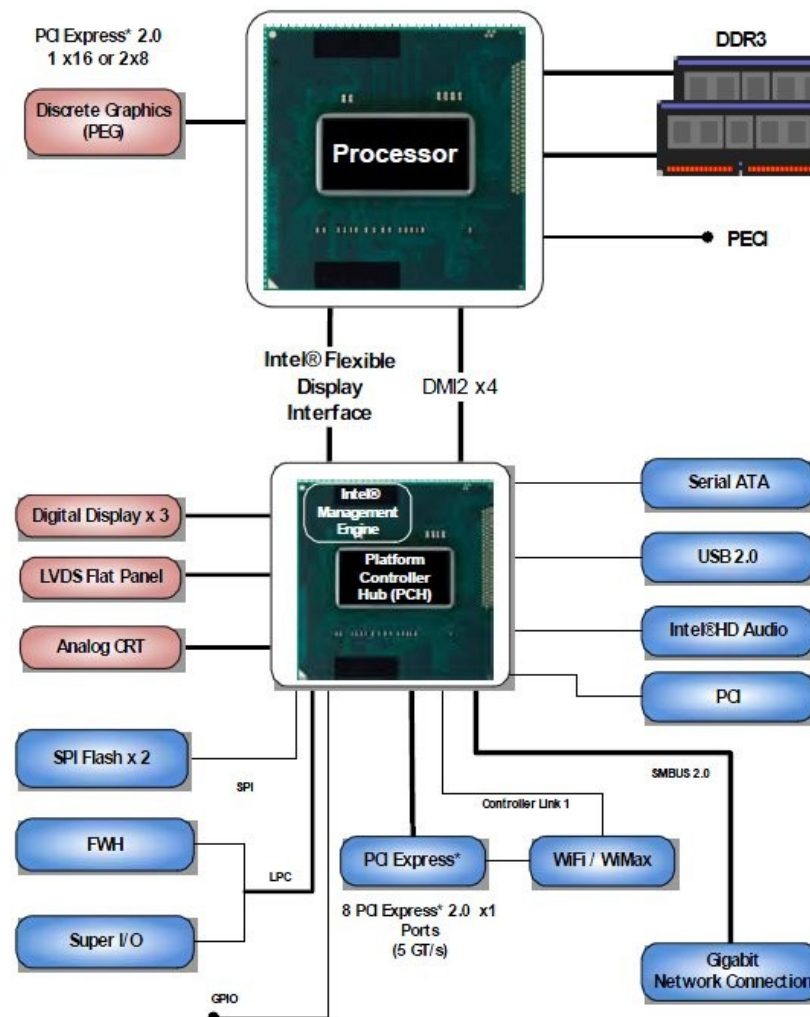
Základní parametry III. – velikost videopaměti

- primárně je v ní uložen vytvořený obraz, velikost je dána **počtem bodů** (rozlišením obrazu) a **barevnou hloubkou**
- pro výpočty v grafickém akcelerátoru uchovává mezivýsledky, doplňující informace a **texturey**
- Záleží na složitosti objektů **způsobu vykreslování**, stínování a dalších parametrech použité v **2D, 3D** akcelerátoru

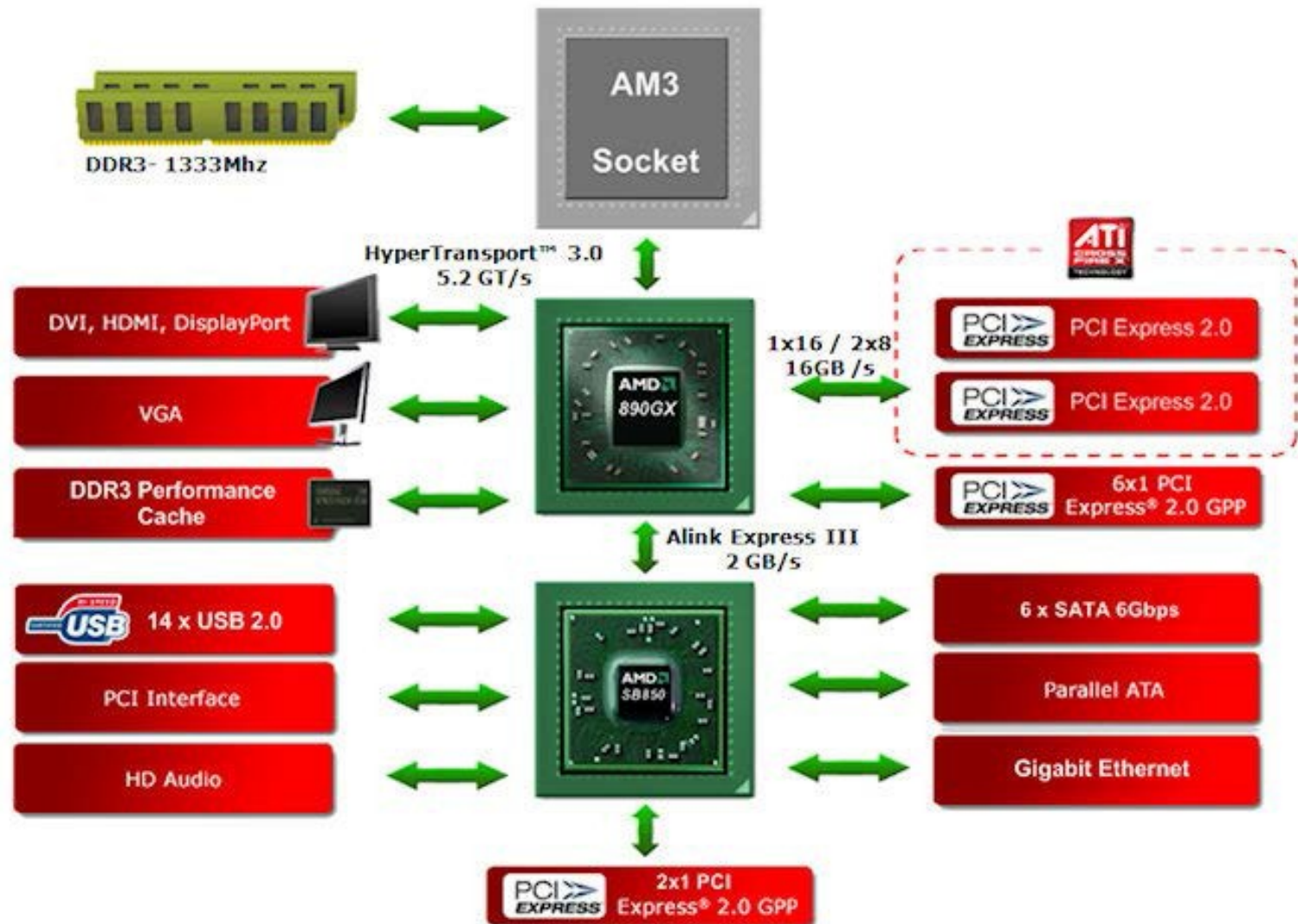
Základní parametry IV. – obnovovací frekvence

- určuje, **kolikrát za vteřinu** je grafická karta (spolu s monitorem) schopna **aktualizovat obraz**
- Obrazová frekvence se udává jednak pro zobrazení úplných snímků (**progressive** – značeno „p“) nebo pro zobrazení lichých a sudých půlsnímků (**interlace** – značeno „i“) z důvodu kompatibility se zobrazovací jednotkou (např. CRT monitor 50i Hz)
- Při **vyšším rozlišení** je vyšší počet vykreslovaných bodů a tím je **vyšší i datový tok**. Levnější karty při vyšším rozlišení nepodporují vyšší obnovovací frekvence

Propojení GPU s výstupním rozhraním I.



Propojení GPU s výstupním rozhraním III.



Výstupy grafického rozhraní

- **Výstup grafického rozhraní** na zobrazovací jednotku:
 - **Analogový** (např. CRT monitor, LCD s analogovým vstupem)
 - **Digitální** (např. LCD s digitálním vstupem, plazmový monitor)



VGA



HDMI



DisplayPort



DVI

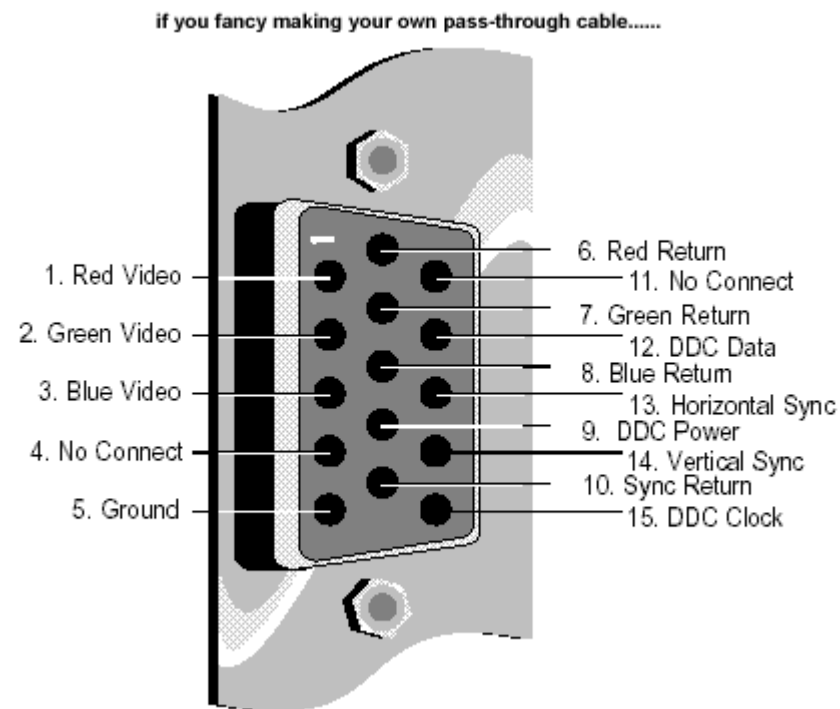
Grafické výstupní rozhraní VGA

- Video Graphics Array (VGA)
- Standard pro analogové grafické zobrazování určený především pro CRT monitory
- Využívá **analogový signál 3 základních barev RGB**
- **horizontální** (řádkovou) a **vertikální** (snímkovou) **synchronizaci**
- Vykreslování obrazu je bod po bodu pomocí pulsnímků v lichých a sudých řádcích
- **konektor: 3 řady po 5 pinech (15 PIN HIGHDENSITY D-SUB)**

Zapojení signálů na konektoru VGA

- Každá barva má svůj vlastní zemní spojení
- Monitor se identifikuje pomocí signálů ID0-3

Pin	Name	Směr	Popis
1	RED	→	Red video (75 ohm, 0.7V)
2	GREEN	→	Green video (75 ohm, 0.7V)
3	BLUE	→	Blue video (75 ohm, 0.7V)
4	ID2	←	Monitor ID Bit 2
5	GND	—	Ground
6	RGND	—	Red Ground
7	GGND	—	Green Ground
8	BGND	—	Blue Ground
9	KEY		Key (No pin)
10	SGND	—	Sync Ground
11	ID0	←	Monitor ID Bit 0
12	ID1 or SDA	←	Monitor ID Bit 1
13	HSYNC or CSYNC	→	Horizontal Sync (or Comp)
14	VSNC	→	Vertical Sync
15	ID3 or SCL	←	Monitor ID Bit 3

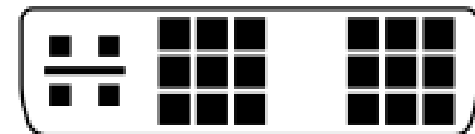


Grafické výstupní rozhraní DVI

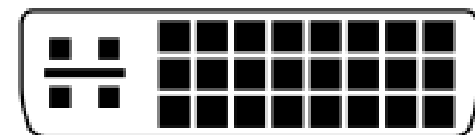
- Digital Visual Interface (DVI) – přenos digitálním signálem
- single DVI link se skládá ze čtyř párů kroucené dvoulinky (červený, zelený, modrý a synchronizačních impulsů (Clock rate), přenos je 24 bitů na pixel bez komprese
- Při požadavku na vyšší rozlišení a tím na vyšší přenosové rychlosti se využívá navíc druhá trojice párů RGB – dual DVI link

Grafické výstupní rozhraní DVI

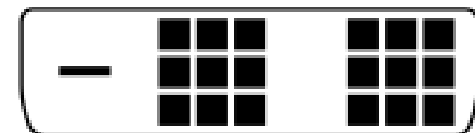
- DVI-D (digital only) - pouze digitální signál
- DVI-A (analog only) - pro kompatibilitu s analogovými monitory
- DVI-I (digital & analog) - digitální i analogový signál



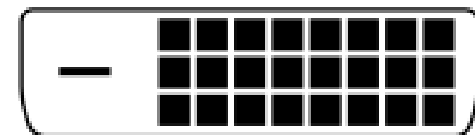
DVI-I (Single Link)



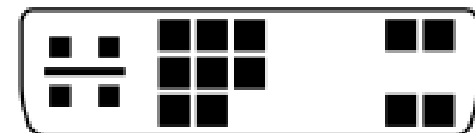
DVI-I (Dual Link)



DVI-D (Single Link)



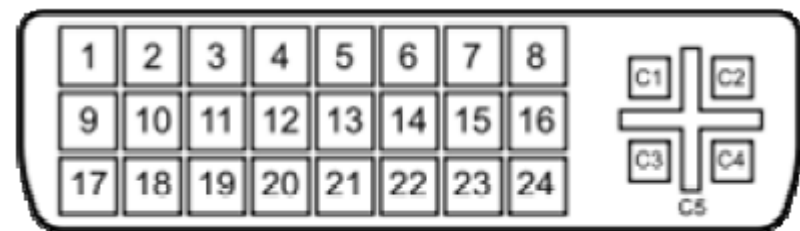
DVI-D (Dual Link)



DVI-A

Zapojení signálů na konektoru DVI

Pin	Signal	Pin	Signal
1	T.M.D.S DATA 2-	16	HOT PLUG DETECT
2	T.M.D.S DATA 2+	17	T.M.D.S DATA 0-
3	T.M.D.S DATA 2/4 SHIELD	18	T.M.D.S DATA 0+
4	T.M.D.S DATA 4-	19	T.M.D.S DATA 0/5 SHIELD
5	T.M.D.S DATA 4+	20	T.M.D.S DATA 5-
6	DDC CLOCK	21	T.M.D.S DATA 5+
7	DDC DATA	22	T.M.D.S CLOCK SHIELD
8	ANALOG VERT.SYNC	23	T.M.D.S CLOCK+
9	T.M.D.S DATA 1-	24	T.M.D.S CLOCK-
10	T.M.D.S DATA 1+		
11	T.M.D.S DATA 1/3 SHIELD	C1	ANALOG RED
12	T.M.D.S DATA 3-	C2	ANALOG GREEN
13	T.M.D.S DATA 3+	C3	ANALOG BLUE
14	+5V POWER	C4	ANALOG HORZ SYNC
15	GND	C5	ANALOG GROUND



HDMI

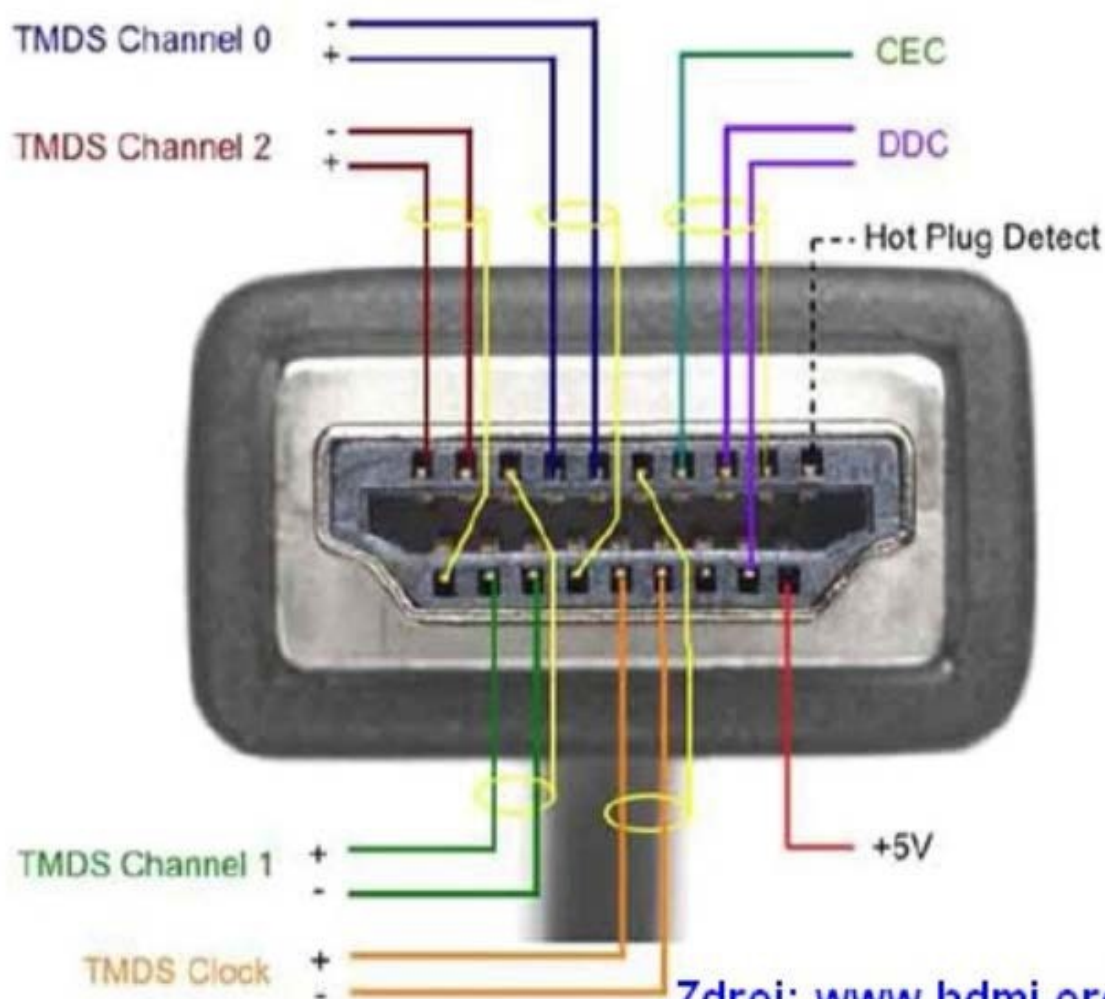
High-Definition Multimedia Interface

- **Nekomprimovaný obrazový digitální signál** ve standardní rozšířené nebo high-definition kvalitě
- **8-kanálů digitálního zvuku**

Transition Minimized Differential Signaling – TMDS

Consumer Electronics Control

Display Data Channel - DDC



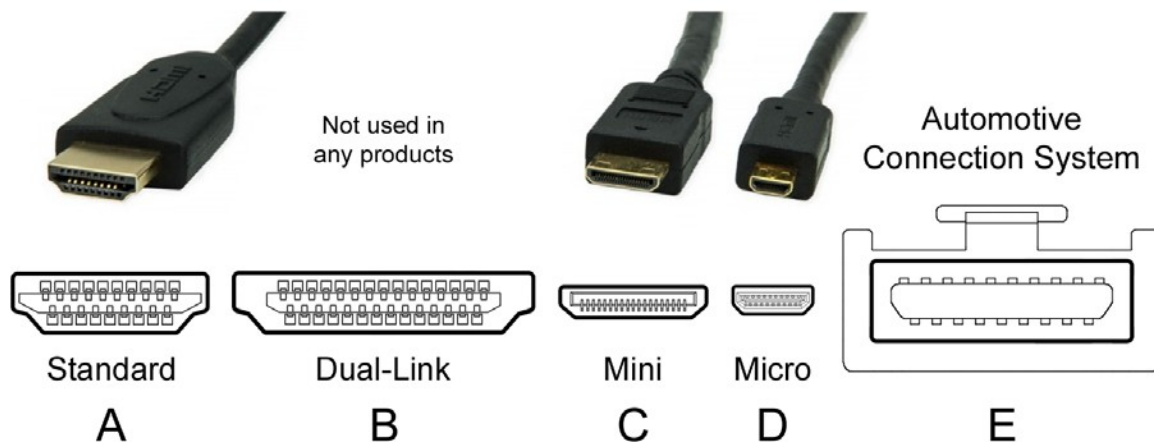
Zdroj: www.hdmi.org

HDMI typ A, B, C, D

- Typ A – 19 pin, HDTV režim, kompatibilní s rozhraním Single – link DVI
- Typ B 29 pinů dvojnásobná šířka pásma – nepoužívá se
- Typ C - mini, 19 pinů
- Typ D – micro, 19 pinů

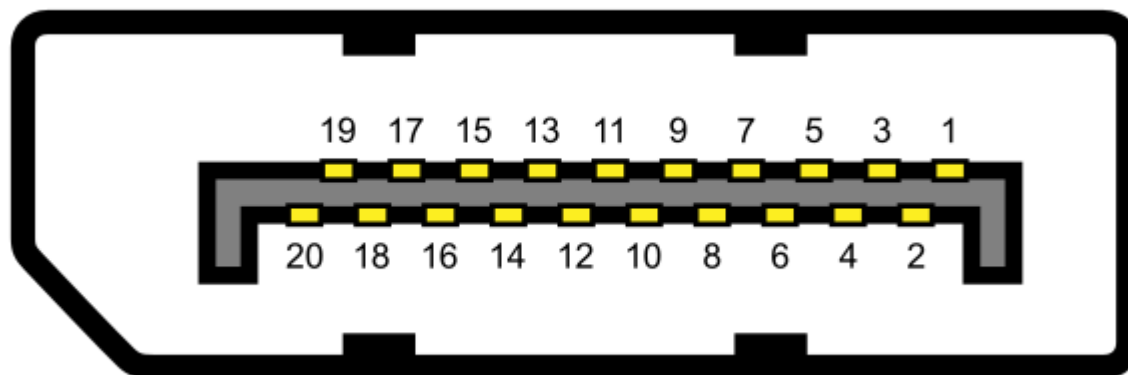


Micro, mini, typ A HDMI
HDMI 2.0a – full 4K UHD



Display port

- DisplayPort - digitální rozhraní navržené VESA (Video Electronics Standards Association)
- **primárně přenos obrazu** pro displeje
- může být použito i **pro přenos zvuku, USB** a jiných forem dat, používá paketový přenos dat
- **Kompatibilní s HDMI (obraz, zvuk), DVI (obraz)** směrem k zobrazovači (PC-DisplayPort – Display-HDMI, DVI), **opačně s pasivním adaptérem nefunguje!**



Display port - parametry

Verze 1.4, rok 2016:

- hloubka barev: 30bit
- rozlišení 8K
- barevné schéma 4:4:4
- rozměr obrazu 7680x4320
- snímková frekvence 60Hz
- Více monitorů Multi-Stream
- High-definition audio formát, 32 kanálů se vzorkovací frekvencí 1536kHz
- Display Stream Compression 1.2 - DSC

Display port - rychlosti

Image Format	Frame rate	Lane bit rate	Link data rate	Link Budget (Bits/pixel)	Pixel formats					
					8 bpc 4:2:0	8 bpc 4:2:2	8 bpc 4:4:4	10 bpc 4:2:0	10 bpc 4:2:2	10 bpc 4:4:4
	Hz	Gbit/s	Gbit/s	bpp	12 bits	16 bits	24 bits	15 bits	20 bits	30 bits
UHD	60	5.4	17.3	32.0	✓	✓	✓	✓	✓	✓
UHD	120	8.1	25.9	24.0	✓	✓	✓	✓	✓	○
QUHD	60	8.1	25.9	12.0	✓	○	○	○	○	○

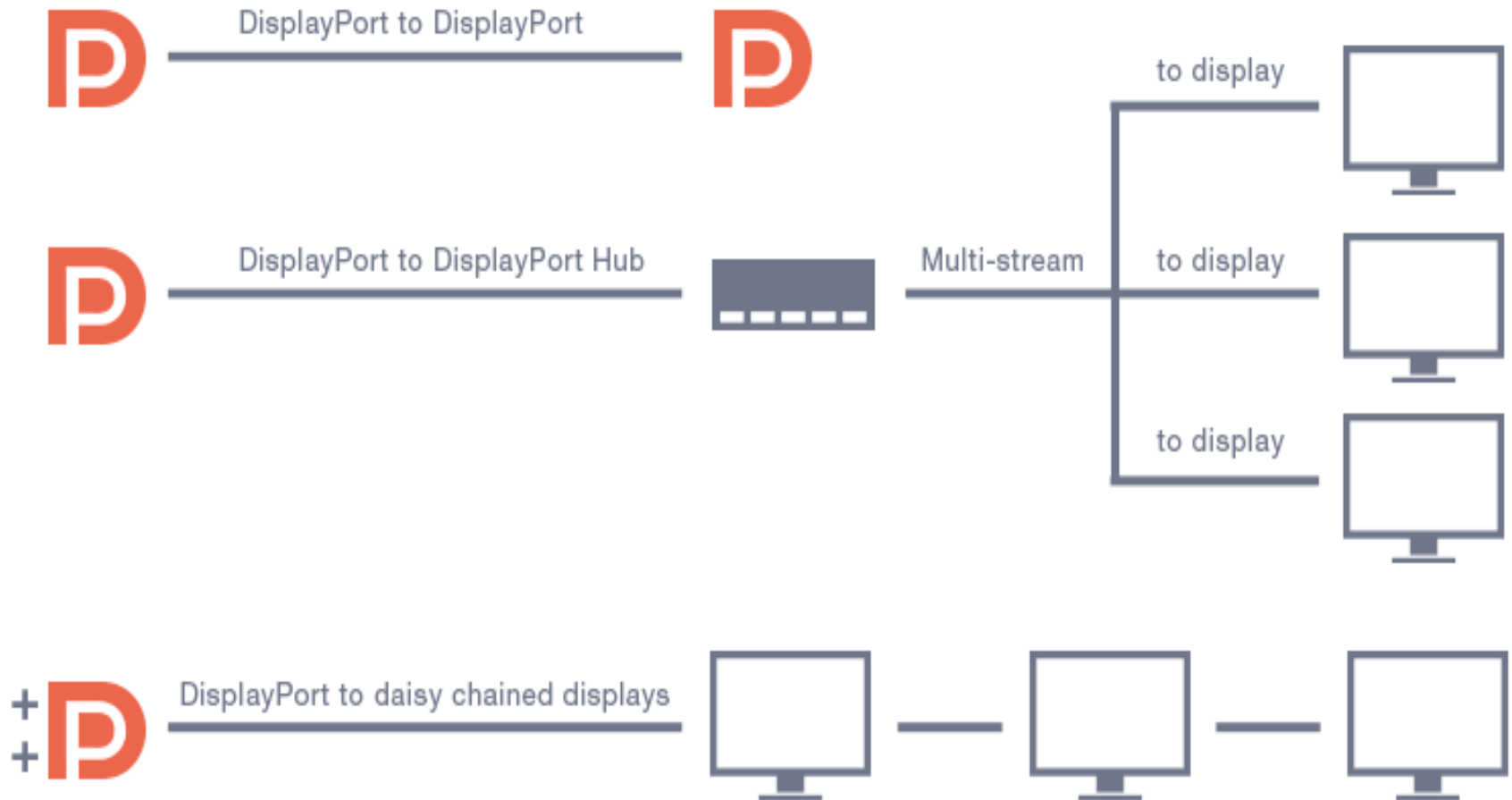
✓ no compression

○ compression at bpp link budget

- UHD = 3840 x 2160 pixels
- QUHD = 7680 x 4320 pixels
- Link Budget (bpp) = {Link data rate (bits/pixel)} / {video payload (pixels/sec)} which defines the compressed bit rate carried by DP to support a specific Image and Pixel Format
- Each DP1.4 Link uses all four lanes, therefore, Link data rate = Lane Bit rate x 4 x 8/10

DSC verze 1.2 - komprese video-streamu až 3:1

DisplayPort - Multi-Stream



Display port – volitelná rozhraní

**SuperSpeed USB Trident Logo
+ DisplayPort Logo**



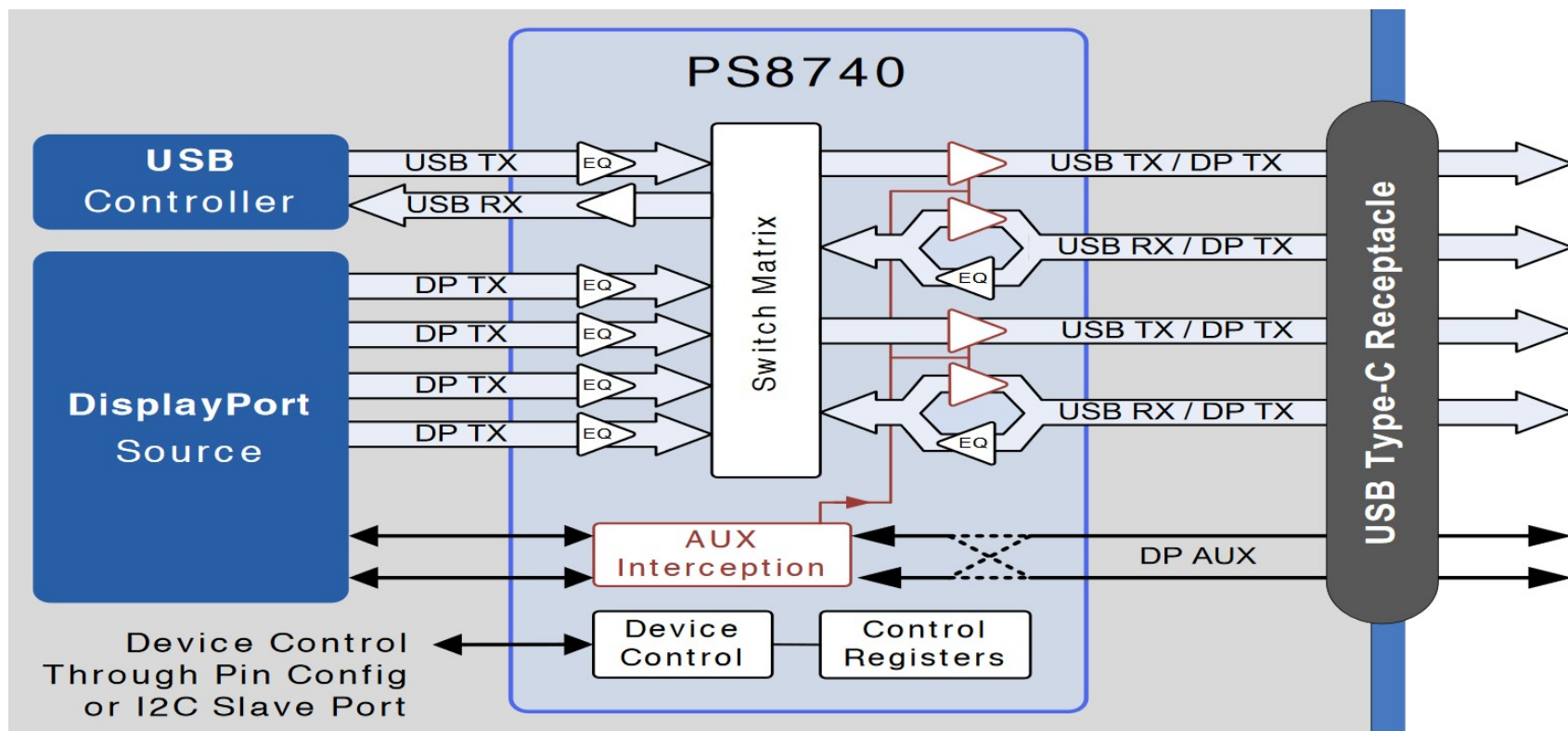
**SuperSpeed USB Power Delivery Trident Logo
+ DisplayPort Logo**



**SuperSpeed USB 10 Gbps Power Delivery Trident Logo
+ DisplayPort Logo**

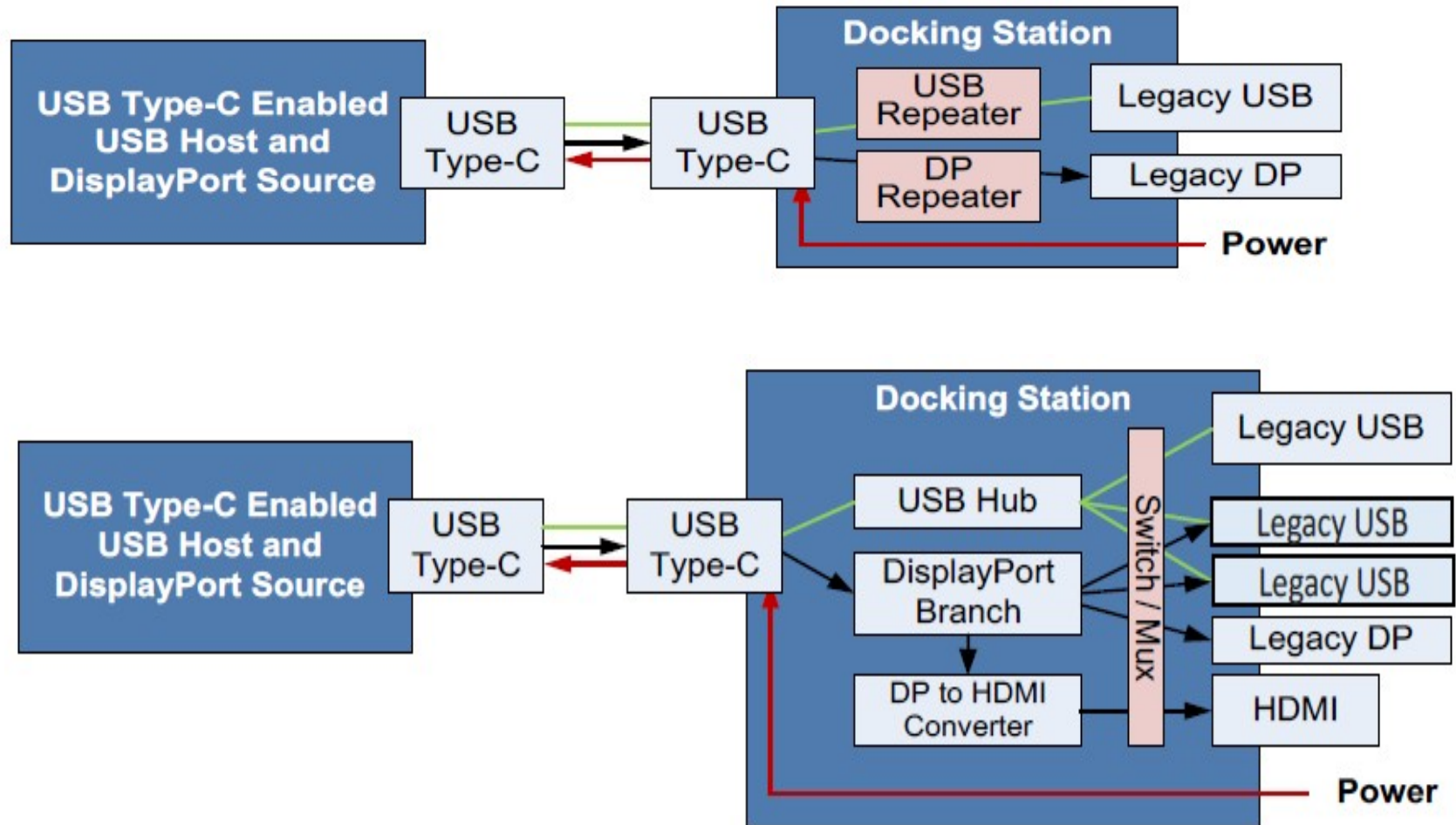


USB-C použité jako DisplayPort

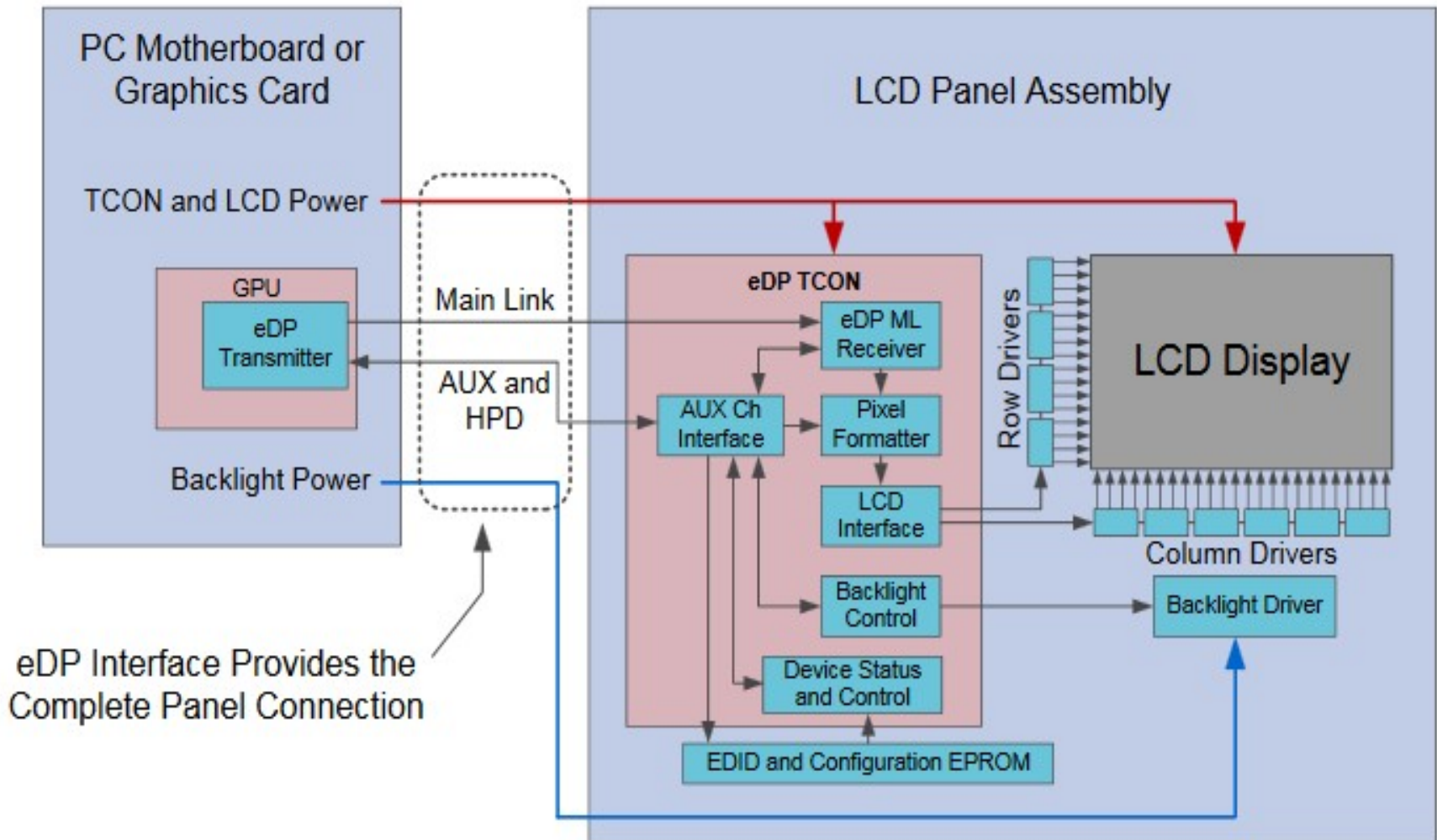


- **DisplayPort Alt Mode** for USB Type-C VESA Standard
- konektor a kabel USB typu C k podpoře rozhraní DisplayPort pro přenos audio / video (AV).

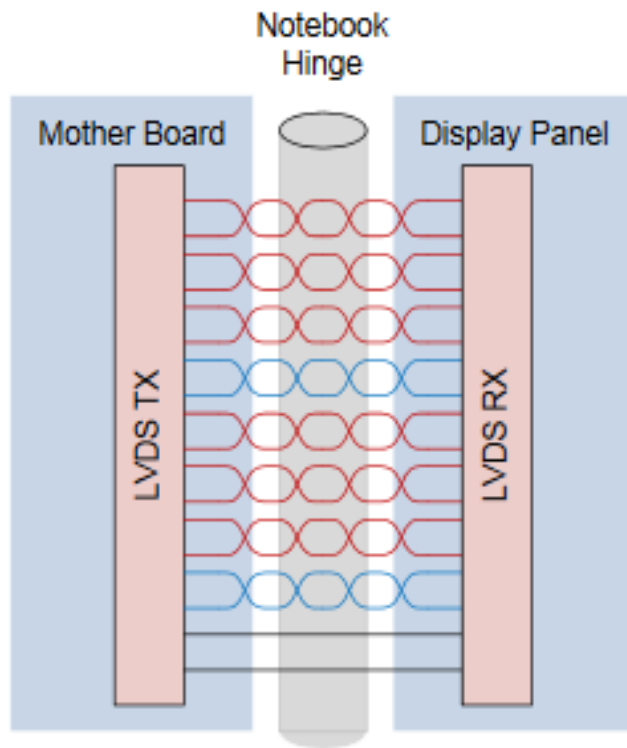
DisplayPort - DockPort Standard



Embedded DisplayPort - eDP



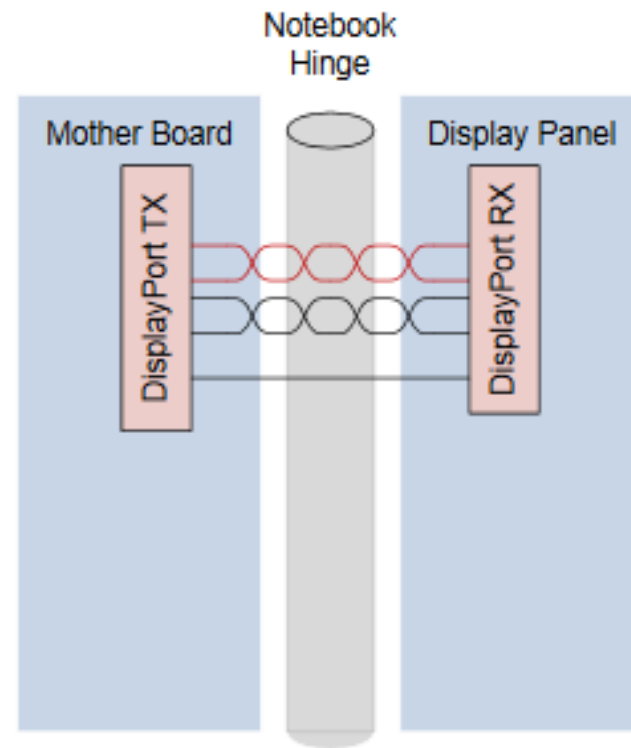
eDP v porovnání s LVDS



6 Data Pairs
2 Clock Pairs
1 DDC Pair

} 18 signal wires total

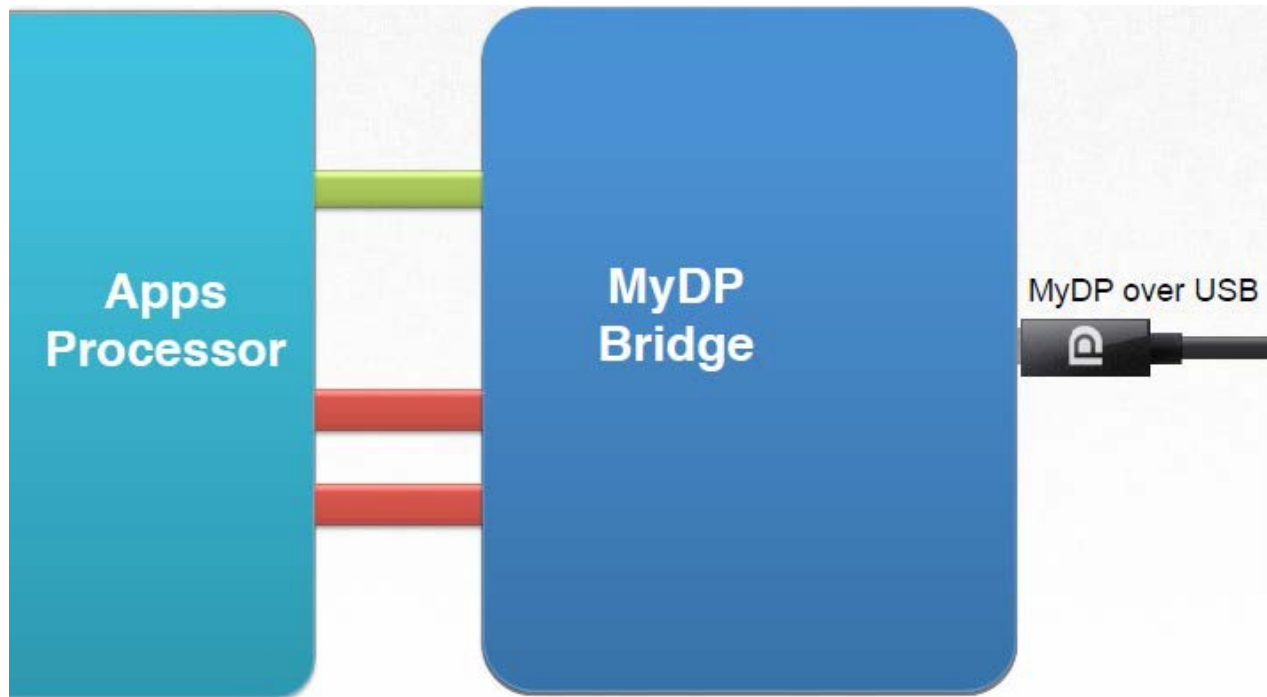
LVDS (low-voltage differential signaling)



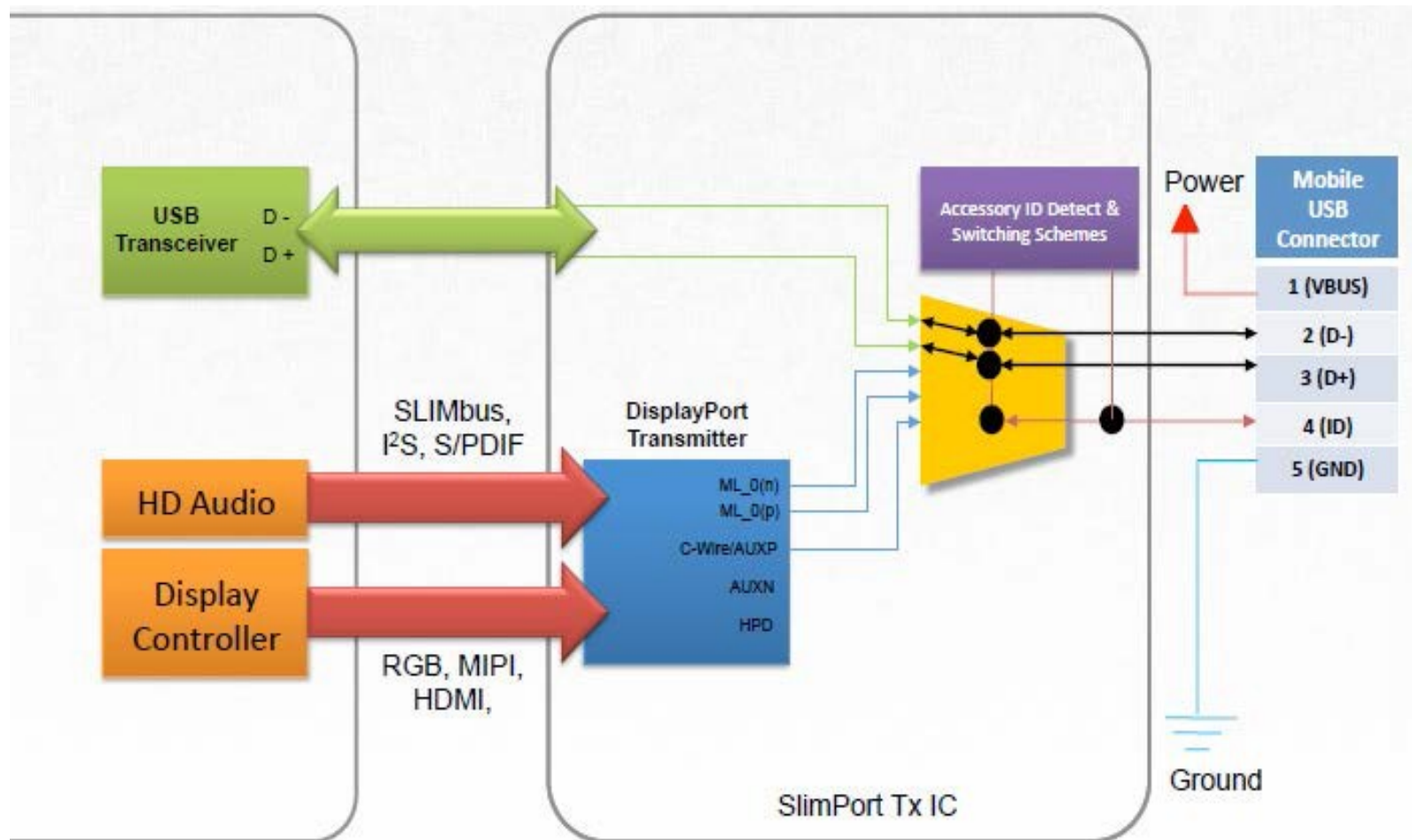
1 Data Pair
(with embedded clock)
1 AUX Channel pair
1 HPD wire

} 5 signal wires total

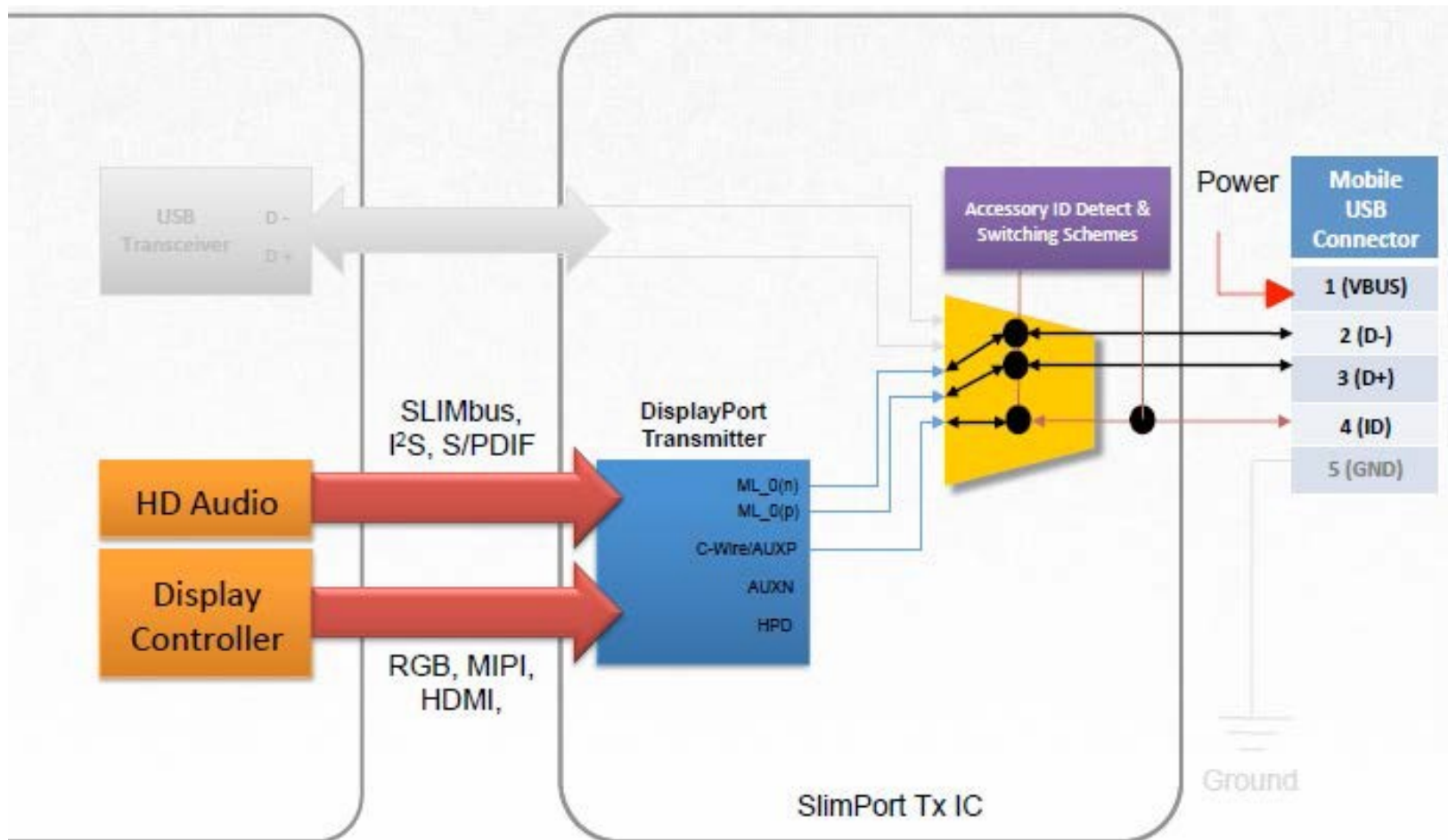
VESA Mobility DisplayPort - MyDP



MyDP bridge - USB funkce

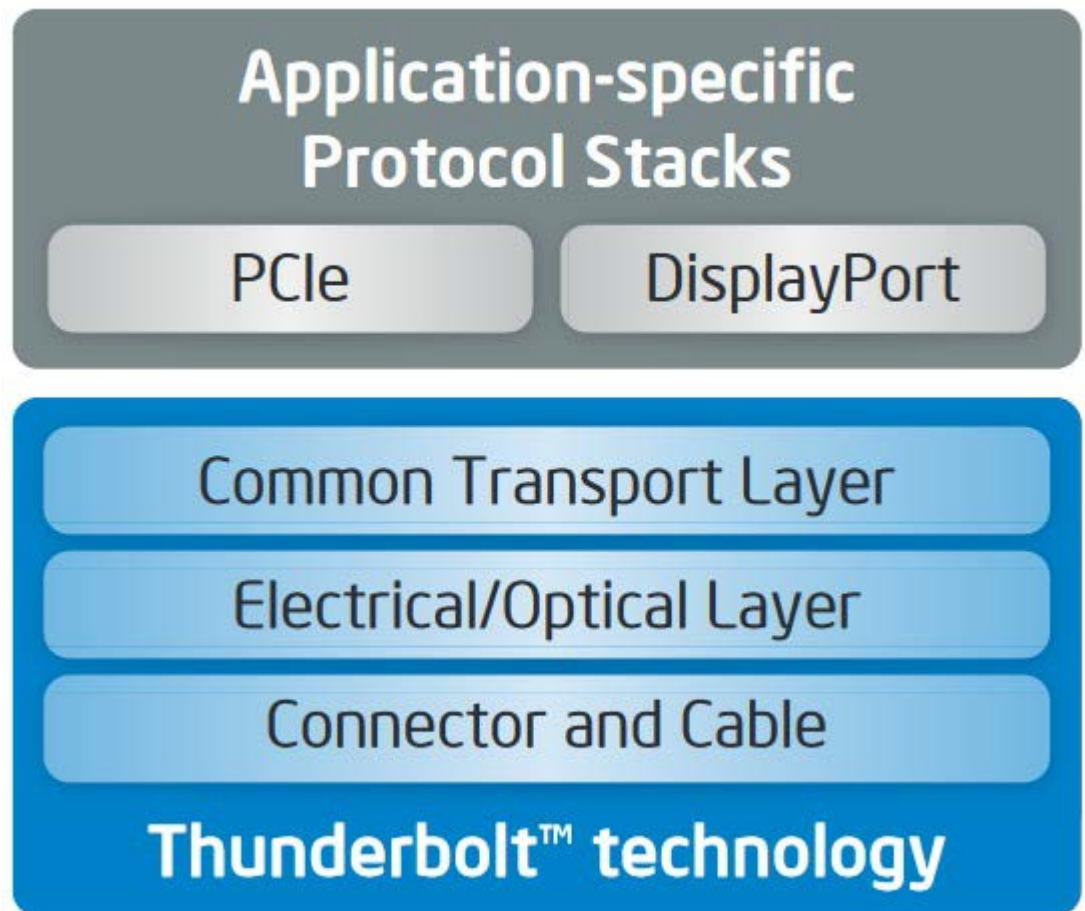


MyDP bridge – MyDP funkce

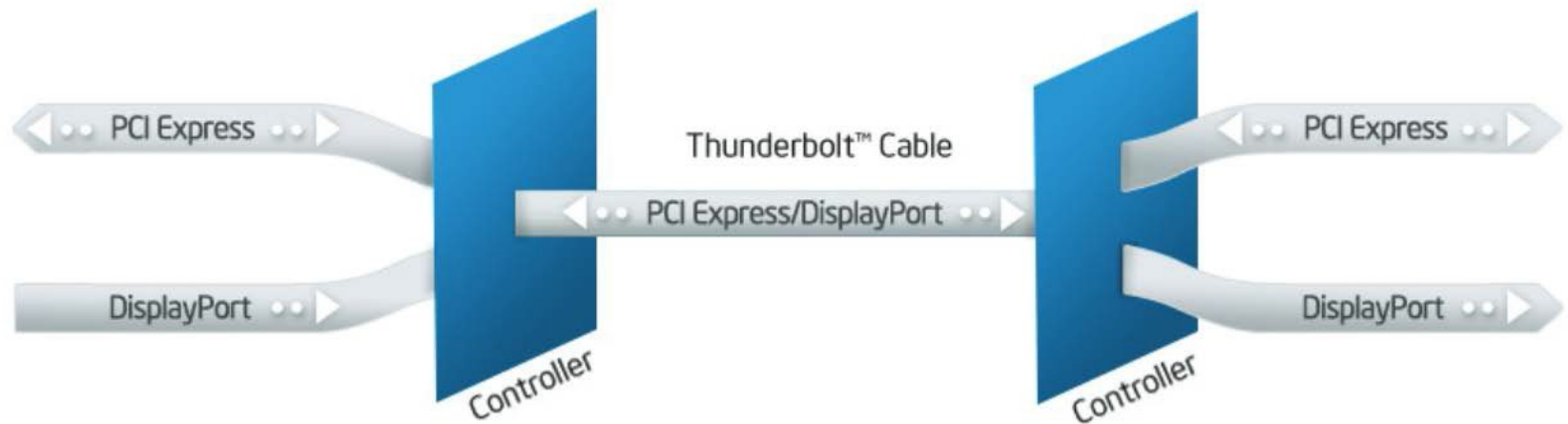


Technologie Thunderbolt

- Velká propustnost, nízká spotřeba, přepínaná architektura.
Paketový formát s nízkou režii
- Flexibilní podpora QoS - multiplexování dávkované PCI Express transakce s isochronní DisplayPort komunikací na stejné lince
- Protokol synchronizace času – synchronizuje Thunderbolt zařízení připojené v doméně v rámci 8ns odděleně

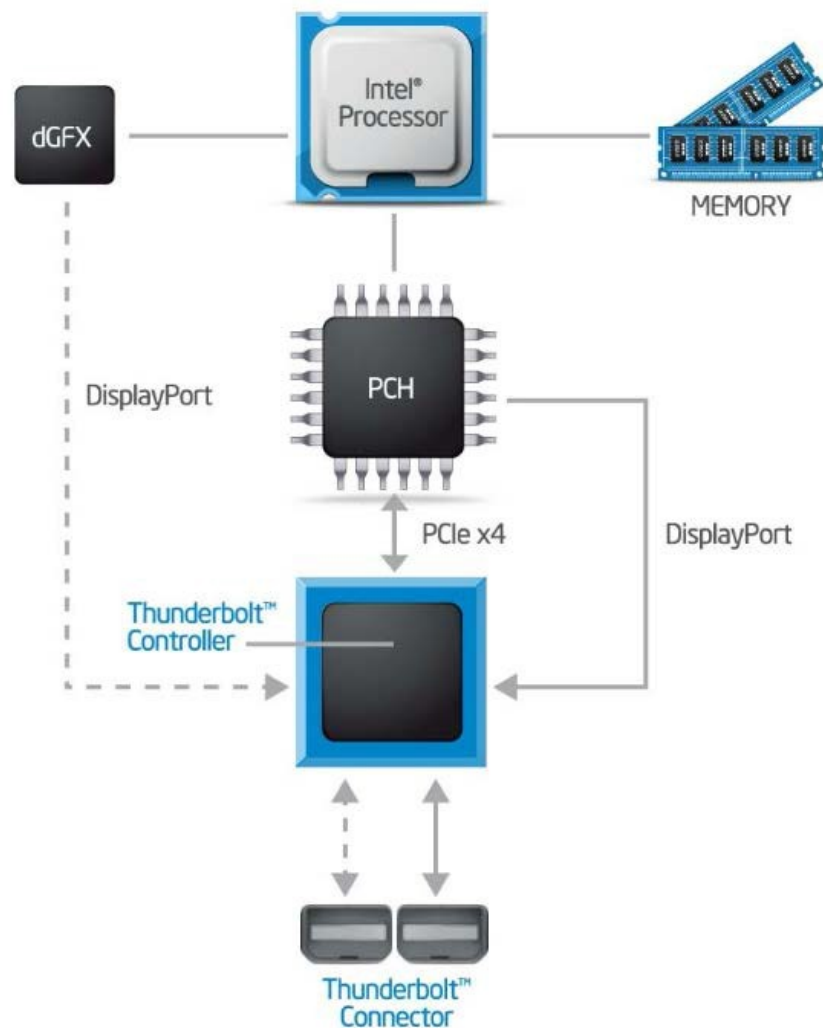


Technologie Thunderbolt - propojení



Příklad řadiče Thunderbolt

- Výkonný protokol pro křížové přepínání
- Více Thunderbolt portů
- Jeden nebo více Display Port protokol portů
- Jeden nebo více Thunderbolt portů
- PCI Express přepínač s jedním nebo více PCI Express porty



Vývoj technologií VESA

