

Ovladač systému REXYGEN pro GPIO piny (modul GPIODrv)

Uživatelská příručka

REX Controls s.r.o.

Verze 3.0.4

27.3.2025

Plzeň

Obsah

1	Ovladač GPIODrv a systém REXYGEN	2
1.1	Úvod	2
1.2	Instalace	2
1.2.1	Povolení PWM v operačním systému	3
2	Zařazení ovladače do projektu	4
2.1	Přidání ovladače GPIODrv	4
2.2	Připojení vstupů a výstupů v řídicím algoritmu	5
2.2.1	Příklad obecného použití GPIO pinů	6
2.2.2	Příklad použití GPIO pinů pro PWM	7
3	Konfigurace ovladače GPIODrv	9
3.1	Konfigurace pro GpioDrv	9
3.2	Konfigurace pro PwmDrv	9
4	Co dělat při problémech	10
	Literatura	11

Kapitola 1

Ovladač GPIODrv a systém REXYGEN

1.1 Úvod

V této příručce je popsáno používání ovladače GPIODrv pro zpřístupnění GPIO pinů obecného zařízení v řídicím systému REXYGEN. Ovladač umožňuje jak vstupní, tak výstupní režimy pinů a je kompatibilní se zařízeními s Linux kernel 5.10 a vyšším. Ovladač byl vyvinut firmou REX Controls.

Pokud začínáte s REXYGEN, doporučujeme nejdříve projít tutoriály *Začínáme a návody krok za krokem*, které:

- Vás seznámí se základními principy systému REXYGEN a jeho vývojovými nástroji [1],
- Vám pomohou s instalací a konfigurací systému REXYGEN na cílové zařízení [2],
- Vám ukážou, jak vytvořit jednoduchý projekt včetně základního uživatelského rozhraní [3],
- ukáží, jak nakonfigurovat vstupy a výstupy daného zařízení [4],
- Vám umožní vytvořit vlastní grafické uživatelské rozhraní [5].

1.2 Instalace

Pro možnost konfigurace ovladače GPIODrv ve vývojovém prostředí REXYGEN Studio je nutné během instalace REXYGEN Studio mít zaškrtnutu možnost **Linux General Purpose I/O driver** v kroku **Select Components**. Nejjednodušší je vybrat možnost **Full installation**.

Ovladač GPIODrv je součástí standardní instalace RexCore na cílovém zařízení a měl by být nainstalován, ať už jste zvolili jakýkoliv způsob instalace popsáný v [2].

Pokud z nějakého důvodu musíte instalovat `GPIOdrv` samostatně, můžete tak učinit z příkazové řádky zařízením pomocí příkazu:

```
sudo apt-get install rex-gpiodrv
```

1.2.1 Povolení PWM v operačním systému

Aby bylo možné využívat GPIO piny v režimu PWM, je nutné tento režim v systému aktivovat. Toho docílíte přidáním `pwm-2chan` dtoverlay do konfiguračního souboru systému. V případě Raspberry Pi 5 například přidejte následující řádek do souboru `/boot/firmware/config.txt`:

```
dtoverlay=pwm-2chan
```

Po provedení úpravy souboru je nutné zařízení restartovat příkazem:

```
sudo reboot
```

Tato konfigurace zpřístupní dva PWM kanály, které lze ovládat prostřednictvím GPIO pinů.

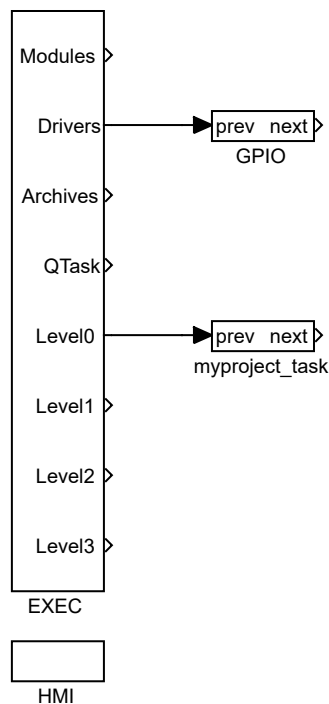
Kapitola 2

Zařazení ovladače do projektu

Zařazení ovladače do projektu spočívá v přidání ovladače do hlavního souboru projektu a v připojení vstupů a výstupů ovladače v řídicích algoritmech.

2.1 Přidání ovladače GPIODrv

Přidání ovladače `GPIODrv` do hlavního souboru projektu je znázorněno na obr. 2.1.



Obrázek 2.1: Příklad zařazení ovladače `GPIODrv` do hlavního souboru projektu

Pro zařazení ovladače do projektu slouží blok typu `IODRV` připojený k výstupu `Drivers`

hlavního bloku **EXEC**. Po otevření **Block properties** - vlastností bloku (pomocí dvoj-kliku na blok) můžete upravovat nastavení parametrů. Čtyři nejdůležitější parametry bloku **IODRV** jsou:

- **module** – název modulu připojeného k tomuto ovladači, v tomto případě **GPIOdrv**
- **classname** – třída ovladače
 - **GPIOdrv** – Třída pro obecné použití GPIO pinů. Umožňuje konfigurovat piny jako standardní digitální vstupy nebo výstupy a pracovat s jejich stavy v reálném čase.
 - **PwmDrv** – Třída pro řízení GPIO pinů v režimu PWM (Pulse Width Modulation). Tento režim je vhodný pro aplikace, kde je třeba řídit intenzitu signálu, jako je například stmívání LED nebo ovládání rychlosti motoru.
 - **GPIOsysDrv** – **Nepoužívat!** - Tato třída je zachována pro starší verze linuxového jádra.
- **cfgname** – název konfiguračního souboru ovladače, např. **gpio.rio**
- **factor** – násobek parametru tick bloku **EXEC** definující periodu vykonávání úloh ovladačem.

Tlačítko **Configure** otvírá konfigurační dialog ovladače **GPIOdrv**, který je popsán v Kapitole 3.

Jménem bloku **IODRV** (viz Obr. 2.1) začínají všechny vstupní a výstupní signály tohoto ovladače. Doporučené pojmenování bloku **IODRV** je podle použité třídy, tedy **GPIO** nebo **PWM**.

2.2 Připojení vstupů a výstupů v řídicím algoritmu

Vstupy a výstupy z ovladačů je možné do algoritmu v jednotlivých úlohách připojit několika funkčními bloky:

- Pro čtení jedné hodnoty je výhodné použít blok **From**.
- Pro zápis jedné hodnoty se používá blok **Goto**.
- Protože ovladač umožňuje pod jedním symbolickým jménem získávat několik vstupů či nastavovat několik výstupů, lze s výhodou používat bloky čtyřnásobných, osminásobných a šestnáctinásobných vstupů a výstupů (**INQUAD**, **OUTQUAD**, **INOCT**, **OUTOCT** a **INHEXD**, **OUTHEXD**). Výhodou takového užití je zvýšení rychlosti a částečně i přehlednosti algoritmů.

Príslušnost bloků **From** a **Goto** k danému ovladači je dána jejich parametrem **Goto tag**, který začíná názvem bloku **IODRV** (viz Obr. 2.1), pokračuje oddělovačem **__** (za sebou dva znaky '_') a končí jménem signálu. Pro bloky **INQUAD**, **OUTQUAD**, **INOCT**, **OUTOCT**, **INHEXD**

a `OUTHEXD` je tento identifikační řetězec zadáván přímo do jejich názvu. Podrobný popis bloků lze nalézt v příručce [6].

Úlohy jsou poté zapojovány v hlavním souboru projektu na výstupy `QTask`, `Level0`, `Level1`, `Level2` a `Level3` bloku `EXEC`. Výstupy `QTask` a `Level0` jsou vyhrazeny pro úlohy s nejvyšší prioritou, výstup `Level3` pro úlohy s nejnižší prioritou.

Níže jsou uvedeny příklady pro jednotlivé platformy podporované ovladačem `GPIOdrv`. Pro čtení se v příkladech využívá funkční blok `From`, pro zápis signálu funkční blok `Goto`. Oba tyto bloky mají parametr `Goto tag`, který je nastaven na název signálu.

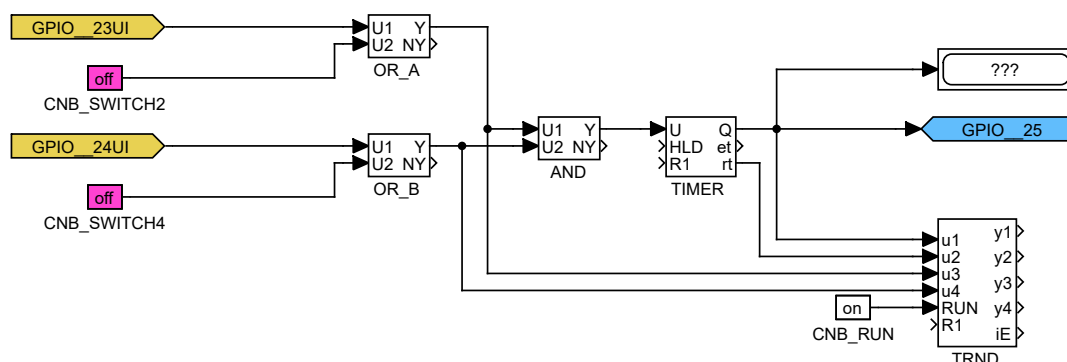
2.2.1 Příklad obecného použití GPIO pinů

GPIO piny jsou variabilnější než klasické vstupy a výstupy, a proto je výše popsán způsob nastavování `Goto tag` rozšířen o nepovinné příznaky reprezentované jednotlivými písmeny. Tyto příznaky umožňují specifikovat následující vlastnosti:

- U – aktivace pull-up rezistoru na vstupu,
- D – aktivace pull-down rezistoru na vstupu nebo nastavení open drain na výstupu,
- I – invertování hodnoty na vstupu nebo výstupu,
- S – nastavení open source na výstupu,
- H – nastavení počátečního stavu výstupu na logickou 1 (on),
- L – nastavení počátečního stavu výstupu na logickou 0 (off),
- B – nastavení deBounce času na vstupu.

Tyto vlastnosti lze kombinovat. Například příznak `GPIO__OUI` aktivuje pull-up rezistor a zároveň invertuje hodnotu na vstupu.

Příklad použití je vidět na Obr. 2.3. Jeden blok `From` sloužící pro připojení jednoho



Obrázek 2.2: Příklad připojení GPIO v řídicím algoritmu

vstupu má parametr `Goto tag` nastaven na `GPIO__23UI`, druhý na `GPIO__24UI`. Název

za podtržítky ve vlajce odpovídá názvu použitého GPIO pinu (označení pinů závisí na konkrétním zařízení). Blok typu `Goto` používaný pro připojení jednoho výstupu má hodnotu parametru `Goto tag` nastavenou na `GPIO__25`.

Podobně můžeme využít například tyto vlajky:

- `Goto, GPIO__22` – digitální výstup 22
- `Goto, GPIO__23H` – digitální výstup 23, který je okamžitě při inicializaci nastaven na logickou 1 (on)
- `From, GPIO__7U` – digitální vstup 7 s interním pull-up rezistorem
- `From, GPIO__8D` – digitální vstup 8 s interním pull-down rezistorem
- `From, GPIO__21` – digitální vstup 21 bez pull up/down rezistoru

Instalace systému REXYGEN obsahuje knihovnu příkladů, kde je mimo jiné sekce `0410_GPIO` věnována použití `GPIODrv`. Příklad `0410-00_IO_Flags` obsahuje knihovnu použitelných nastavení GPIO.

2.2.2 Příklad použití GPIO pinů pro PWM

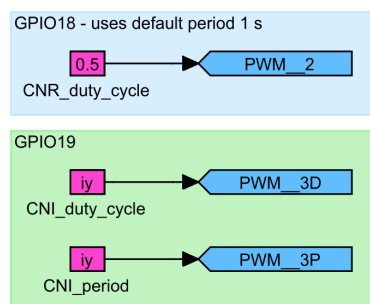
Pro třídu `PwmDrv` mají význam pouze zápisové vlajky. Standardně (bez použití příznaků v `Goto tag`) hodnota přivedená na vlajku vyjadřuje požadovanou střidu jako reálné číslo v intervalu $<0;1>$. Podobně jako u obecného použití GPIO lze i při nastavování PWM použít rozšířené pojmenování `Goto tag` s nepovinnými příznaky reprezentovanými jednotlivými písmeny. Tyto příznaky umožňují definovat následující vlastnosti:

- **I** – invertování hodnoty střidy,
- **D** – zapisovaná hodnota nevyjadřuje střidu, ale délku pulzu v nanosekundách ve formě celého čísla,
- **P** – délka periody v nanosekundách, která musí být v rozmezí $<0;0xFFFF>$.

Tyto vlastnosti lze kombinovat. Například označení `PWM__OID` invertuje hodnotu střidy a zároveň nastavuje délku pulzu v nanosekundách.

Číslo PWM kanálu závisí na konkrétním cílovém zařízení. Pro Raspberry Pi 1-4 je GPIO 18 přiřazeno kanálu `PWM__0` a GPIO 19 kanálu `PWM__1`. U Raspberry Pi 5 je GPIO 18 defaultně dostupné na kanálu `PWM__2` a GPIO 19 na kanálu `PWM__3`.

Příklad použití na Raspberry Pi 5 je uveden na Obr. 2.3. Blok typu `Goto` používaný pro připojení jednoho výstupu má hodnotu parametru `Goto tag` nastavenou na `PWM__2` pro Raspberry Pi 5 zapisuje hodnotu požadované střidy na GPIO 18. Další `Goto` blok s parametrem `Goto tag` nastaveným na `PWM__3D` zapisuje požadovanou délku pulzu [ns] na GPIO 19 ve formě celého čísla. Zároveň je pro GPIO 19 nutné nastavit délku periody v nanosekundách pomocí posledního `Goto` bloku s parametrem `Goto tag` nastaveným na `PWM__3P`.



Obrázek 2.3: Příklad připojení PWM pro Raspberry Pi 5 v řídicím algoritmu

Instalace systému REXYGEN obsahuje knihovnu příkladů, kde je mimo jiné sekce 0411_PWM věnována použití `GPIOdrv`. Příklad 0411-00_IO_Flags obsahuje knihovnu použitelných nastavení GPIO.

Kapitola 3

Konfigurace ovladače GPIODrv

Konfigurační dialog může být aktivován tlačítkem **Configure** v parametrickém dialogu bloku IODRV (viz Kapitola 2.1).

3.1 Konfigurace pro GpioDrv

Pro konfiguraci třídy **GpioDrv** je nutné nastavit parametr **GPIO Chip** na označení GPIO čipu, který bude ovládán. Např. **gpiochip4** pro Raspberry Pi 5. Hodnotu pro konkrétní cílové zařízení lze zjistit v terminálu pomocí příkazu:

```
gpioinfo
```

3.2 Konfigurace pro PwmDrv

Pro konfiguraci třídy **PwmDrv** je nutné nastavit následující parametry:

- **PWM Chip** – označení PWM čipu, který bude ovládán. Např. **pwmchip2** pro Raspberry Pi 5. Hodnotu pro konkrétní cílové zařízení lze zjistit v terminálu pomocí příkazu:

```
ls /sys/class/pwm
```

- **Default period [ns]** – výchozí délka periody PWM signálu v nanosekundách.
- **Default duty cycle [ns]** – výchozí délka pulzu PWM signálu v nanosekundách.

Důležité: Před použitím třídy **PwmDrv** je nutné zajistit, že PWM rozhraní bylo aktivováno v systému úpravou konfiguračního souboru a následným restartem zařízení (viz Kapitola 1.2).

Kapitola 4

Co dělat při problémech

Ze všeho nejdříve je vhodné prozkoumat knihovny příkladů týkající se použití `GPIOdrv` s konkrétním zařízením.

V případě, že v diagnostických prostředcích systému REXYGEN jsou neočekávané nebo nesprávné hodnoty vstupů nebo výstupů, je vhodné nejdříve ověřit jejich funkci nezávisle na systému REXYGEN. Dále je nutné překontrolovat konfiguraci. Nejčastější chyby jsou:

Chyba v konfiguraci – špatně zvolené označení čipu, pinu nebo špatně zvolený režim pinu.

Chyba v hardware – špatné zapojení.

Chyba v přístupu k pinům – pin je používán jiným zařízením (SPI sběrnice, I2C sběrnice, sériová linka) nebo programem.

V případě, že daný vstup či výstup funguje pomocí jiných softwarových nástrojů správně a při shodném zapojení v systému REXYGEN nefunguje, prosíme o zaslání informace o problému emailem na adresu podpora@rexcontrols.cz. Pro co nejrychlejší vyřešení problému by informace by měla obsahovat:

- Identifikační údaje Vaší instalace vyexportované pomocí programu REXYGEN Studio (Target → Licensing → Export).
- Stručný a výstižný popis problému.
- Co možná nejvíce zjednodušenou konfiguraci řídicího systému REXYGEN, ve které se problém vyskytuje (obsahující soubory s příponou `.mdl`).

Literatura

- [1] REX Controls s.r.o.. *Začínáme s řídicím systémem REXYGEN*, 2024. [→](#).
- [2] REX Controls s.r.o.. *Instalace RexCore (REXYGEN runtime core)*, 2024. [→](#).
- [3] REX Controls s.r.o.. *První projekt*, 2024. [→](#).
- [4] REX Controls s.r.o.. *Konfigurace vstupů a výstupů na cílových platformách*, 2024. [→](#).
- [5] REX Controls s.r.o.. *Tvorba HMI v REXYGEN HMI Designer*, 2024. [→](#).
- [6] REX Controls s.r.o.. *Funkční bloky systému REXYGEN – Referenční příručka*, 2024. [→](#).