MTD2A_binary_output

MTD2A: Model **T**rain **D**etection **A**nd **A**ction – arduino library https://github.com/MTD2A/MTD2A
Jørgen Bo Madsen / V1.3 / 28-06-2025

MTD2A_binary_output er en brugervenlig avanceret og funktionel C++ klasse til tidsstyret håndtering af output til relæer, LED'er og meget mere. MTD2A understøtter parallel processering og asynkron eksekvering.

Klassen er blandt en række logiske byggeklodser, der løser forskellig funktioner. Fælles for dem alle:

- Understøtter en bred vifte af inputsensorer og outputenheder
- Er enkle at bruge til at bygge komplekse løsninger med få kommandoer
- Fungere Ikke-blokerende, procesorienteret og tilstandsdrevet
- Tilbyder omfattende kontrol- og fejlfindingsinformation
- Grundigt dokumenterede med eksempler

Indholdsfortegnelse

Funktionsbeskrivelse

MTD2A_binary_output processen består af 4 funktioner:

1. `MTD2A_binary_output object_name ("object_name" , outputTimeMS, beginTimeMS, endTimeMS, { BINARY | PWM }, pinBeginValue, pinEndValue);`

2. `object_name.initialize ( pinNumber, startPinValue );`
   Kaldes i `void setup ();` og efter `Serial.begin (9600);`

3. `object_name.activate ();` Aktiver en gang og virker først igen når processen er afsluttet (COMPLETE)

4. `MTD2A_loop_execute ();` Kaldes som det sidste I `void loop ();`

Alle funktioner benytter default værdier og kan derfor kaldes med ingen og op til max antal parametre.
Dog skal parametre angives i stigende rækkefølge startende fra den første. Se eksempl herunder:

```
MTD2A_binary_input object_name ();
MTD2A_binary_input object_name
 (”object_name”);
 (”object_name” , outputTimeMS);
 (”object_name” , outputTimeMS, beginTimeMS);
 (”object_name” , outputTimeMS, beginTimeMS, endTimeMS);
 (”object_name” , outputTimeMS, beginTimeMS, endTimeMS, pinOutputMode);
 (”object_name” , outputTimeMS, beginTimeMS, endTimeMS, pinOutputMode, pinBeginVlaue);
 (”object_name” , outputTimeMS, beginTimeMS, endTimeMS, pinOutputMode, pinBeginVlaue, pinEndValue);
```

Defaults:

```
 (”Object name” , 0                , 0              , 0             , BINARY        , HIGH          , LOW);
```

Eksempel

```
// Two blinking LEDs. One with symmetric interval and another with asymetric interval.

#include <MTD2A.h>
using namespace MTD2A_const;

MTD2A_binary_output red_LED   ("Red LED",   400, 400);  // 0.4 sec light, 0.4 sec no light
MTD2A_binary_output green_LED ("Green LED", 300, 700, 0, PWM, 96);  // 0,3 / 0.7 sec PWM dimmed

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) { delay(10); } // ESP32 Serial Monitor ready delay

  byte RED_LED_PIN   = 9;  // Arduino board pin number
  byte GREEN_LED_PIN = 10; // Arduino board pin number
  red_LED.initialize   (RED_LED_PIN);
  green_LED.initialize (GREEN_LED_PIN);
  Serial.println("Two LED blink");
}

void loop() {
  if (red_LED.get_processState()   == PENDING) {
    red_LED.activate();
  }
  if (green_LED.get_processState() == PENDING) {
    green_LED.activate();
  }

  MTD2A_loop_execute();
}
```

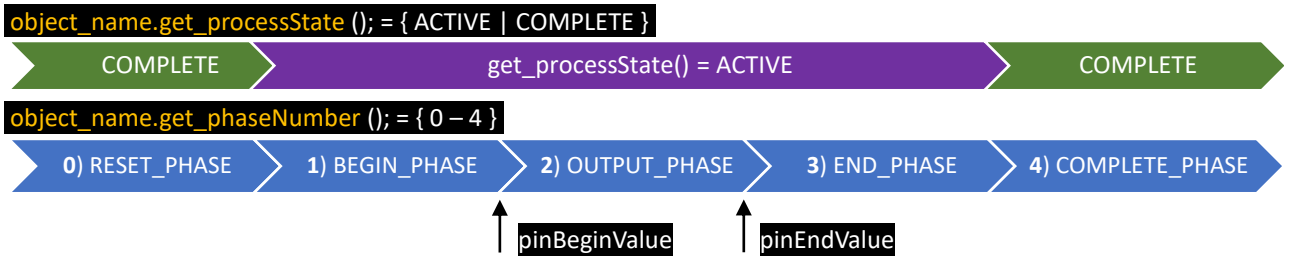
Flere eksempler og youtube video:

https://github.com/MTD2A/MTD2A/tree/main/examples

DEMO video: https://youtu.be/vLySY92JdAM

Proces faser

Afhægig af den aktuelle konfiguration gennemføres processen i mellem 1 og 5 faser.



0. Den initelle fase når programmet starter samt når funktion `reset ();` kaldes.
1. Start forsinkelse. Hvis sat til 0 eller ikke defineret springes fasen over.
2. Output tidsperiode. Starter med `pinBeginValue` og slutter med `pinEndValue`.
   Hvis sat til 0 eller ikke defineret springes fasen over.
3. Slut forsinkelse. Hvis sat til 0 eller ikke defineret springes fasen over.
4. Processen er afsluttet `COMPLETE` og klar til ny aktivering `object_name.activate ();`

Globale nummerkonstanter: `RESET_PHASE`, `BEGIN_PHASE`, `OUTPUT_PHASE`, `END_PHASE` & `COMPLETE_PHASE`

Det øjeblikkelige fasesskift kan identificeres med funktion: `object_name.get_phaseChange (); = { true | false }`

Proces status

Ved overgang til `BEGIN_PHASE`, `OUTPUT_PHASE` eller `END_PHASE` skifter ProcessState til `ACTIVE`.
Ved overgang til `COMPLETE_PHASE` eller `RESET_PHASE` skifter processState til `COMPLETE`.

Timing

Se dokumentet MTD2A.PDF og asnittet ”Kadance ” og ”Synkronisering” samt ”Eksekveringshastighed”.

Stop og restart

Det er muligt at sætte det nyt start tidspunkt for aktuel timerproces, og stoppe aktuel timerproces i utide.

```
object_name.set_outputTimer ( {STOP_TIMER | RESTART_TIMER} );
object_name.set_beginTimer ( {STOP_TIMER | RESTART_TIMER} );
object_name.set_endTimer ( {STOP_TIMER | RESTART_TIMER} );
```

Det nye starttidspunkt hentes fra den globalt synkroniserede tid og kan aflæses med funktionen:

```
MTD2A_globalSyncTimeMS ();
```

Initialisering

Output skrives til det digitale benforbindelsesnummer, der er specificeret i `object_name.initialize ( pinNumber );`
Kaldes funktionen ikke, bliver der ikke skrevet til benforbindelsen `pinWrite = DISABLE` og `pinNumber` = 255.

Output på benforbindelsen kan inverteres (omvendes) ved at sætte `pinOutput` til `INVERTED`
Det betyde at der byttes om på HIGH og LOW og PWM værdi regnes til 255 – PWM værdi.
`object_name.initialize ( pinNumber, {NORMAL | INVERTED} );`

Benforbindelse initialiseres med den værdi der angivet i `startPinValue`. Udelades parameteren angives `LOW`
`object_name.initialize ( pinNumber, {NORMAL | INVERTED}, startPinValue );`

Hvis benforbindelsenummer er initialiseret korrekt med `object_name.initialize ()`, er det muligt løbende at styre om der skal skrives til benforbinelsen eller ej med funktionen:
`object_name.set_pinWrite ( {ENABLE | DISABLE} );`

Det er også muligt at skrive direkte til benforbindelsen med funktionen:
`object_name.set_setPinValue ( setPinValue );` binary {HIGH | LOW} / PWM {0-255}

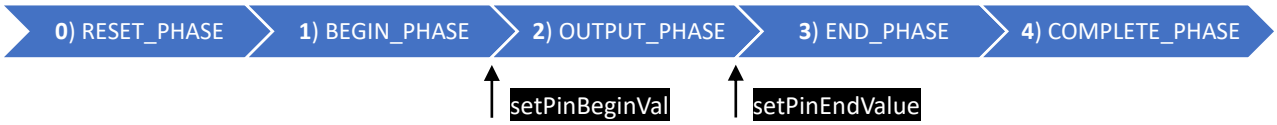
Som udgangspunkt er benforbindelsen **u**defineret. Se [Digital Pins | Arduino Documentation]

Aktivering

Processen aktiveres med funktionen: `object_name.activate ();` Dermed skifter `processState` til `ACTIVE`
Efterfølgende aktivering har ingen effekt, så længe processen er aktiv. Så snart `processState` skifter til `COMPLETE` kan processen aktiveres igen.

Processen kan til hver en tid nulstilles med funktionen: `object_name.reset ();` Funktionen nultiller alle styrings- og process variable, og gør klar til ny start. Alle funktionskonfigurerede variable og standard værdier bibeholdes. Endvidere skrives `startPinValue` til benforbindelsen, hvis benforbindelsen er defineret.
Procesfasen skifter til `RESET_PHASE`

Der er muligt at skrive begyndelseværdier `pinBeginValue` og slut værdier `pinEndValue` til benforbindelsen.



Activate funktioner benytter “function overloading”. Det betyder at funktionen kan kaldes med ingen og op til 4 parametre. Dog skal parametre angives i stigende rækkefølge startende fra den første.

Der benyttes **ikke** default værder. Alle eksisterende værdier forbliver de samme, med mindre de angives værdier som parametre i funktionskaldet. Se eksempel herunder:

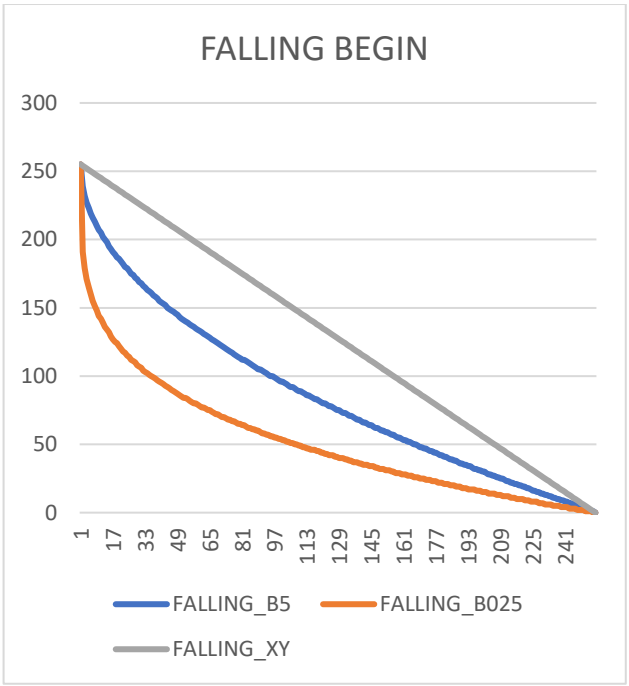
```
object_name.activate ();
object_name.activate (setPinBeginValue);
object_name.activate (setPinBeginValue, setPinEndValue);
object_name.activate (setPinBeginValue, setPinEndValue, setPWMcurveType);
object_name.activate (setPinBeginValue, setPinEndValue, setPWMcurveType, LoopFastOnce);
```

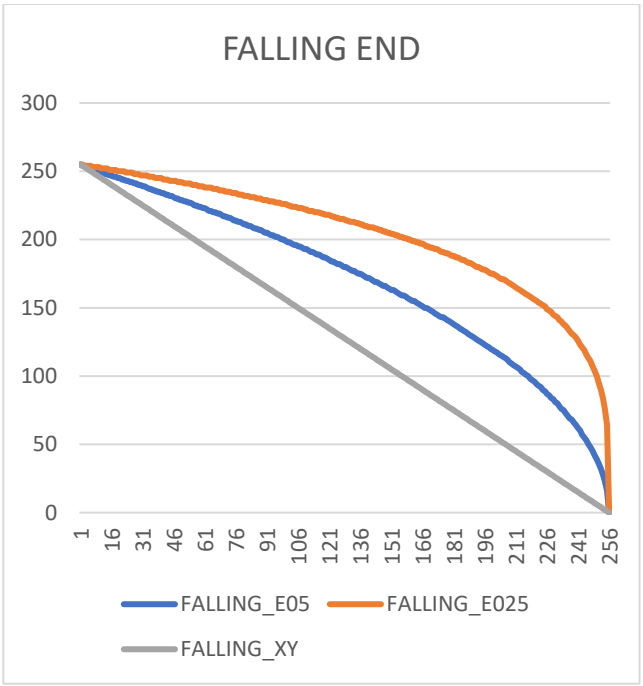
PWM (Pulse Width Modulation) – kommer I næste version

setPWMcurveType angiver hvilken kurve der skal følges i tidsrummet outputTimeMS Kurven starter med værdien setPinBeginValue og slutter med værdien setPinEndValue

Som eksempel er det muligt – langsomt – at skrue op for lyset på en LED (fade in) og efterfølgende skrue ned for lyset (fade out) på samme LED. Et mere avanceret eksempel er pendulkørsel med modeltog. Lokomotivet accelerer op i fart, kører med fast hastighed et stykke tid, deaccellerer ned i fart og stopper helt. Efter en kort pause gentages processen i modsat retning.

Matematiske PWM kurver





Uddybende forklaring: [Pulse-width modulation - Wikipedia]

De forskellige kurver er navngivet som globale konstanter (MTD2A_const.h):

NO_CURVE
RISING_XY
RISING_B05
FALLING_B05

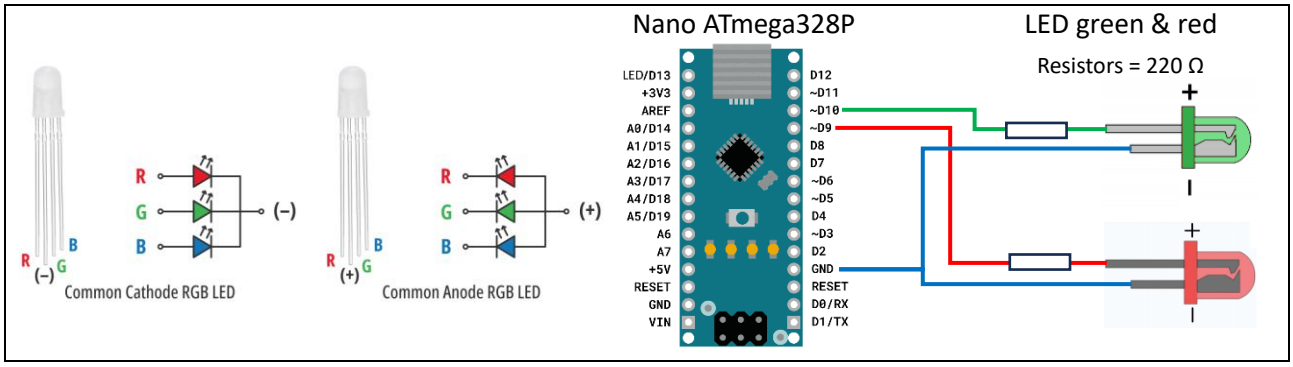
FALLING_XY
RISING_B025
FALLING_B025

RISING_E05
FALLING_E05

RISING_E025
FALLING_E025

Eksempler på configuration

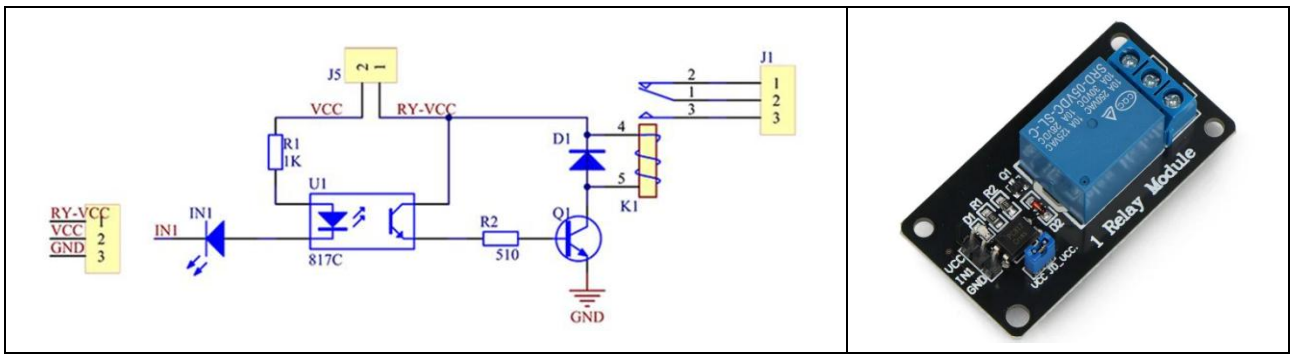
En multifarvet LED med fælles **katode** aktiveres ved at gå fra LOW til HIGH. PWM 0 -> 255 (fuld lys).
En multifarvet LED medfælles **anode** aktiveres ved at gå fra HIGH til LOW. PWM 255 -> 0 (fuld lys).



Eksempel på grøn LED der venter et halvt sekund og lyser herefter i et halvt sekund.

```
1. MTD2A_binary_output green_LED ("Green LED", 500, 500);
2. green_LED.initialize (10);
3. green_LED.activate ();
4. MTD2A_loop_execute ();
```

Et standard rellæ med optokobler der aktiveres med ved at gå fra HIGH til LOW.



Eksempel på et optokoblet rellæ, der venter et halvt sekund, og aktiveres herefter i et halvt sekund.
Alle standard værdier er omvendt af hvad der er default. Derfor skal alle parametre angives.

```
1. MTD2A_binary_output opto_relay ("Opto relay", 500, 500, 0, BINARY, LOW, HIGH);
2. opto_relay.initialize (12, NORMAL, HIGH);
3. opto_relay.activate ();
4. MTD2A_loop_execute ();
```

Alternativt INVERTED hvilket inverterer (omvender) alle pin output værdier.

```
1. MTD2A_binary_output opto_relay ("Opto relay", 500, 500);
2. opto_relay.initialize (12, INVERTED);
3. opto_relay.activate ();
4. MTD2A_loop_execute ();
```

Øvrige funktioner

Set functions	**Comment**
set_pinWrite ({**ENABLE** | DISABLE});	Enable or disable pin writing
Set_pinOutput ({**NORMAL** | INVERTED});	Invert all output (pin writing)
set_setPinValue ({BINARY {HIGH | LOW} / PWM {0-255})	Write directly to output pin (if enabled).
set_outputTimer({ **STOP_TIMER** | RESTART_TIMER})	Stop timer process immediately or restart
set_beginTimer ({ **STOP_TIMER** | RESTART_TIMER})	Stop timer process immediately or restart
set_endTimer ({ **STOP_TIMER** | RESTART_TIMER})	Stop timer process immediately or restart
set_debugPrint ({**ENABLE** | DISABLE});	Activate print phase number and text

Fælles for alle set-funktioner er en ekstra parameter: LoopFastOnce = {ENABLE \| **DISABLE**} disable er default.

Get functions	**Comment**
get_processtState (); return bool {ACTIVE | COMPLETE}	Procedure process state.
get_pinWrite (); return bool {ENABLE | DISABLE}	Write to pin is enabled or disabled
get_phaseChange (); return bool {true | false}	Momentarily phase change (one loop time)
get_phaseNumber (); return uint8_t {0 - 4}	Reset = 0, begin = 1, output = 2, end = 3, complete = 4.
get_setBeginMS (); return uint32_t milliseconds	Start time for **begin** proces
get_setOutputMS (); return uint32_t milliseconds	Start time for **output** proces
get_setEndMS (); return uint32_t milliseconds	Start time for **end** proces
get_reset_error (); return uint8_t {0-255}	Get error/warning number and reset number: Error [1 – 127] warning [128 – 255]

Operator overloading	**Function**
object_name_1 == object_name_2	bool processState_1 == processState_2
object_name_1 != object_name_2	bool processState_1 != processState_2
object_name_1 > object_name_2	bool processState_1 = ACTIVE & processState_2 = COMPLETE
object_name_1 < object_name_2	bool processState_1 = COMPLETE & processState_2 = ACTIVE
object_name_1 >> object_name_2	bool setOutputMS_1 > setOutputMS _2
object_name_1 << object_name_2	bool setOutputMS_1 < setOutputMS _2

print_conf();

object_name.print_conf ();

```
MTD2A_binary_output:
--------------------
  objectName    : LED_1
  processState  : ACTIVE
  phaseText     : [3] End delay
  debugPrint    : DISABLE
  globalDebugPr: DISABLE
  errorPrint    : DISABLE
  globalErrorPr: ENABLE
  errorNumber   : 0 OK
  outputTimeMS  : 2000
  beginDelayMS  : 0
  endDelayMS    : 2000
  pinOutputMode: PWM
  pinBeginValue: 10
  pinEndValue   : 0
  pinNumber     : 9
  pinWrite      : ENABLE
  pinOutput     : NORMAL
  startPinValue: 0
  setPinValue   : 0
  setBeginMS    : 0
  setOutputMS   : 2014
  setEndMS      : 4028
```