

# MTD2A\_binary\_input

**MTD2A: Model Train Detection And Action** – arduino library <https://github.com/MTD2A/MTD2A>

Jørgen Bo Madsen / V1.2 / 16-05-2025

MTD2A\_binary\_input er en avanceret og funktionel C++ klasse til tidsstyret håndtering af input fra sensorer, knapper med mere og programmet selv.

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

- Understøtter en bred vifte af inputsensorer og outputenheder
- Enkel at bruge til at bygge komplekse løsninger
- Ikke-blokerende, begivenhedsdrevet, enkel og effektiv tilstandsmaskine

## Indholdsfortegnelse

MTD2A_binary_input .....	1
Funktionsbeskrivelse .....	1
Input detektering og aktivering .....	3
Pin Input mode .....	4
Simpel binær funktion .....	4
Time delay – first trigger .....	5
Time delay – last trigger .....	6
Monostable – first trigger .....	7
Monostable – last trigger .....	8
Øvrige funktioner .....	9

## Funktionsbeskrivelse

MTD2A\_binary\_input processen består af tre funktioner:

1. `MTD2A_binary_input object_name`  
`("object_name", delayTimeMS, { lastTrigger | firstTrigger }, { timeDelay | monoStabile }, pinBlockTimeMS);`
3. `object_name.initialize ( pinNumber, { nominal | inverted }, { INPUT_PULLUP | INPUT } );`  
Kaldes i `void setup ();` og efter `Serial.begin ("Hastighed");`
5. `object_name.loop_fast ();`  
Kaldes som det sidste i `void loop ();` i den absolut sidste linje tilføjes `delay (10);`

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

```
MTD2A_binary_input object_name ();  
MTD2A_binary_input object_name ("object_name");  
MTD2A_binary_input object_name ("object_name", delayTimeMS);  
MTD2A_binary_input object_name ("object_name", delayTimeMS, triggerMode);  
MTD2A_binary_input object_name ("object_name", delayTimeMS, triggerMode, timerMode);  
MTD2A_binary_input object_name ("object_name", delayTimeMS, triggerMode, timerMode, pinBlockTimeMS);  
Default: ("Object name", 0, LastTrigger, timerDelay, 0);
```

## Eksempel

```
// Two blinking LEDs. One with symmetric interval and another with asymmetric interval.
// https://github.com/MTD2A/FC-51
#include <MTD2A.h>

MTD2A_binary_input FC_51_left ("FC-51 left", 5000, lastTrigger, timeDelay);
// "FC-51 left" = Sensor (object) name, which is displayed together with status messages
// 5000 = Time delay in milliseconds (5 seconds)
// lastTrigger = Start calculating time from last impulse (LOW->HIGH)
// timeDelay = Use time delay (timer function)

void setup () {
  Serial.begin (9600); // Required and first if status messages are to be displayed
  FC_51_left.initialize (2); // Arduino board pin 2
  FC_51_left.set_debugPrint (); // Display status messages
}

void loop () {
  // Every time the sensor is activated, the status will be printed on the Arduino Serial Monitor
  FC_51_left.loop_fast(); // Update the state (event) system
  delay (10); // Update the class object. Typically 1-10 milliseconds
}
```

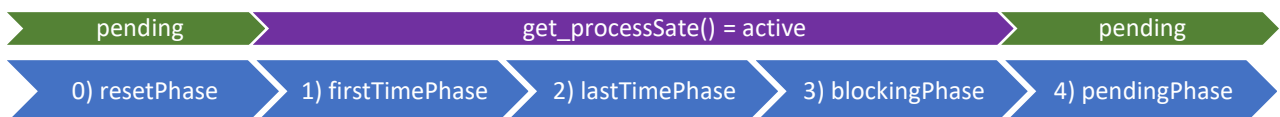
Flere eksempler og youtube videoer:

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

Youtube videoer: På vej...

## Proces faser

Afhængig af den aktuelle konfiguration gennemføres processen i mellem 3 og 5 faser.



0. Den initiale fase når programmet starter samt når funktion `reset ();` kaldes.
1. Første gang at der sker en ændring i input (sensor eller programmet selv).
2. Sidste gang at der sker en ændring i input. Kan forekomme flere gange.
3. Blokering af input fra sensor eller programmet selv i en tidsbestemt periode.
4. Afventer ny input (tilstandsændring) fra sensor eller programmet selv.

Globale nummerkonstanter: `resetPhase`, `firstTimePhase`, `lastTimePhase`, `blockingPhase`, `pendingPhase`

Der er to funktioner der kan oplyse hvilken fase processen befinder sig i:

1. `object_name.get_phaseChange (); = { true | false }`
2. `object_name.get_phaseNumber (); = { 0 - 4 }`

## Proces status

Ved overgang til `firstTimePhase` eller `lastTimePhase` skifter ProcessState til `active`.

Ved overgang til `pendingPhase` skifter processState til `pending`.

ProcessState kan aflæses med funktionen `object_name.get_processState (); = { active | pending }`

## Timing

Tidstagningen er ikke præcis. Dels tager det ekstra tid at gennemløbe koden, og dels tilføjes tiden fra et ekstra loop gennemløb på 1- 10 millisekunder. Skal tidstagningen være mere præcis, skal det modregnes i de tider der angives når objektet oprettes.

## Input detektering og aktivering

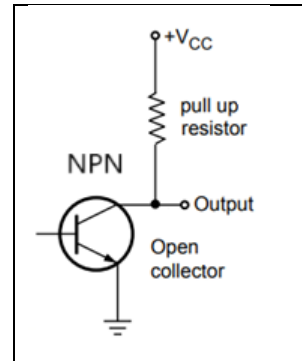
MTD2A\_binary\_input læser input fra

- 1) Digital benforbindelse på boardet
- 2) Programmet selv.

Input fra digital benforbindelse på Arduino board er som standard konfigureret med INPUT\_PULLUP. Det betyder at der er tilsluttet en modstand på typisk 10 K ohm mellem input benforbindelsen og + (plus) = HIGH. Aktivering sker ved at forbinde benforbindelsen til – (minus) = LOW.

Se mere her: [INPUT | INPUT\\_PULLUP | OUTPUT | Arduino Documentation](#)

Der kan benyttes alle former for bryde og slutte kontakter, momentan og skifte kontakter, relæer og alle former for kredsløb med Open Collector transistor NPN - binært og analogt. Ved analogt kredsløb skifter status efter spændingsniveauerne som beskrevet her: [HIGH | LOW | Arduino Documentation](#)



Hvis input kredsløbet også benytter egen pullup modstand, vil det som udgangspunkt virke som det skal. I modsat fald kan INPUT\_PULLUP vælges fra ved at angive INPUT i funktionen:

```
object_name.initialize ( pinNumber, {normal | inverted}, {INPUT_PULLUP | INPUT} );
```

Der er to mulige input til funktionen: 1. Input fra digital benforbindelse på Arduino board <code>pinState</code> => {HIGH   LOW} pin read only. 2. Input fra selve programmet <code>inputState</code> = {HIGH   LOW} write & read.	pinState	inputState	CurrState
	HIGH	HIGH	HIGH
	HIGH	LOW	LOW
	LOW	HIGH	LOW
	LOW	LOW	LOW

Input aflæses fra det digitale benforbindelsesnummer, der er specificeret i `object_name.initialize ( pinNumber );`. Kaldes funktionen ikke, bliver benforbindelsen ikke aflæst `pinRead = disable` og `pinNumber = 255`.

Hvis benforbindelsesnummer er initialiseret korrekt med ovenstående funktion, er det muligt løbende at styre om benforbindelsen skal aflæses eller ej med funktionen:

```
object_name.set_pinRead ( {enable | disable} );
```

Input kan også komme fra programmet selv:

```
object_name.set_inputState ( {HIGH | LOW}, {pulse | fixed} );
```

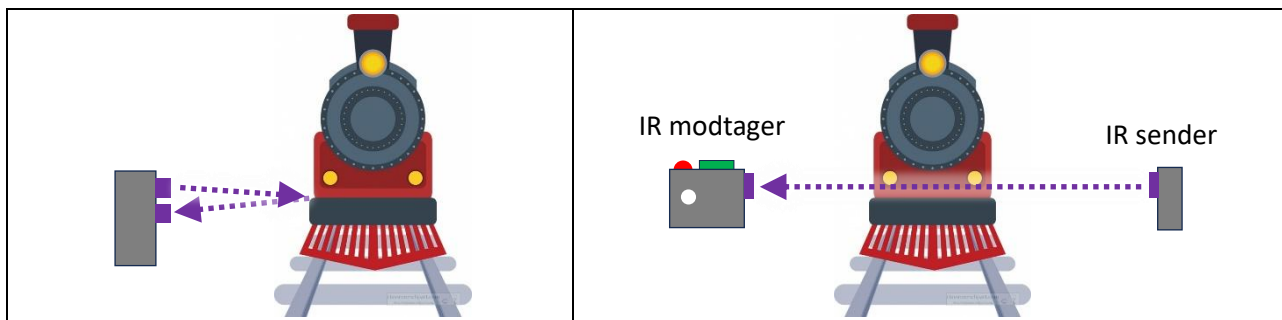
Pulse angiver en enkelt impuls (kort monostabilt) og fixed virker permanent og indtil Pulse angives.

## Pin Input mode

Der er to måder af aflæse input på:

1. **normal** Trigger sker ved HIGH -> LOW. Output spejler input. Fx reflektionssensor.
2. **inverted** Trigger sker ved LOW -> HIGH. Output følger input. Fx strålebrydning sensor.

Default normal `object_name.initialize (pinNumber);` eller `object_name.initialize (pinNumber, inverted);`

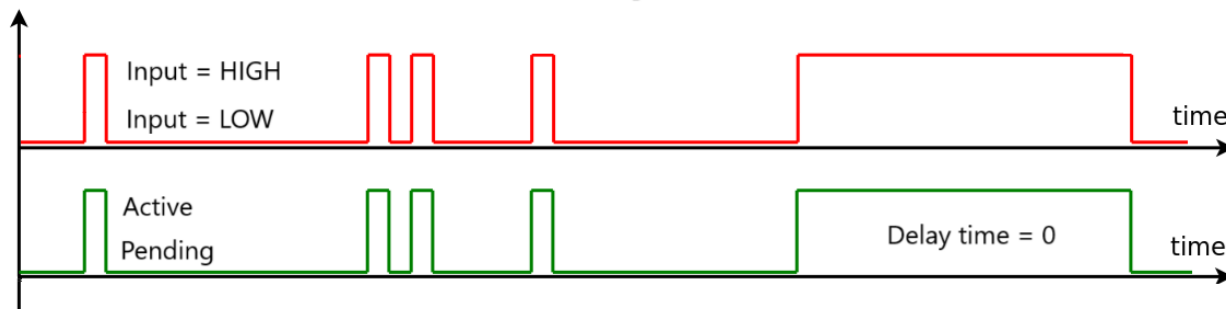


I de følgende eksempler tages der udgangspunkt i FC-51 binær strålebrydning sensor, hvor sender er placeret på den ene side af toget, og modtager er placeret på den anden side.

## Simpel binær funktion

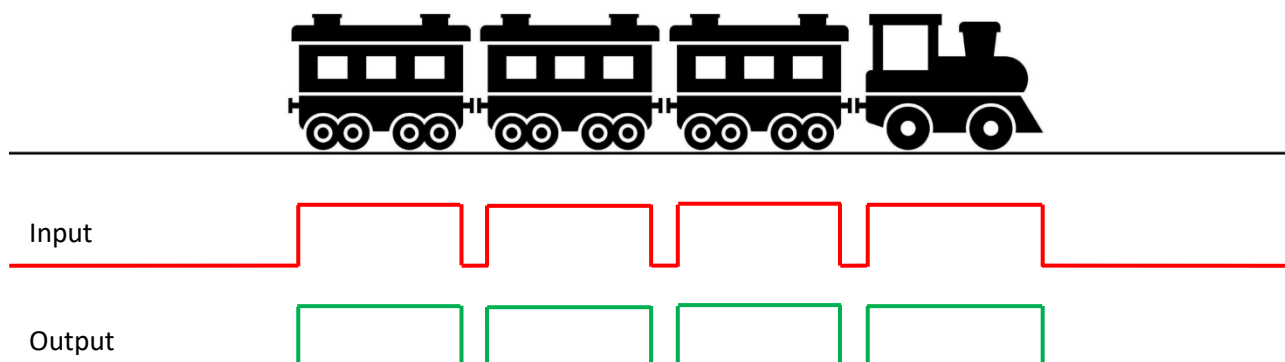
```
MTD2A_binary_input FC_51_sensor("FC_51_sensor");
```

Når input går fra LOW til HIGH gør output præcis det samme, og omvendt.



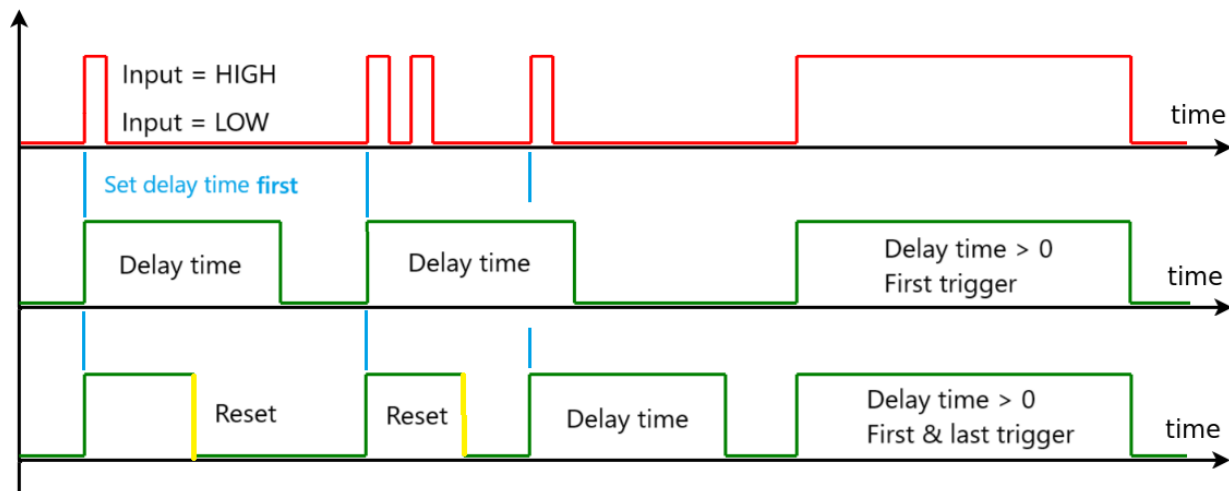
Sensordetektering af et togsæt i bevægelse vil uundgåeligt medføre et antal impulser grundet variationer i opbygning af togvognene og lokomotiv, samt "huller" ved sammenkoblinger med mere. Disse variationer kan medføre uforudsete genaktivering af funktioner og fejl i den efterfølgende logik proces.

### Eksempel på kørende tog



## Time delay – first trigger

Når input går fra LOW til HIGH fastholdes output HIGH ind til at den definerede tidsperiode ophører. Er input HIGH ved tidsperiodens ophør, forbliver output HIGH, ind til at input går fra HIGH til LOW.



```
object_name.reset();
```

Nulstiller alle styrings og process variable og gør klar til ny start. Alle funktionskonfigurerede variable og standard værdier bibeholdes. Procesfasen skifter til **resetPhase**

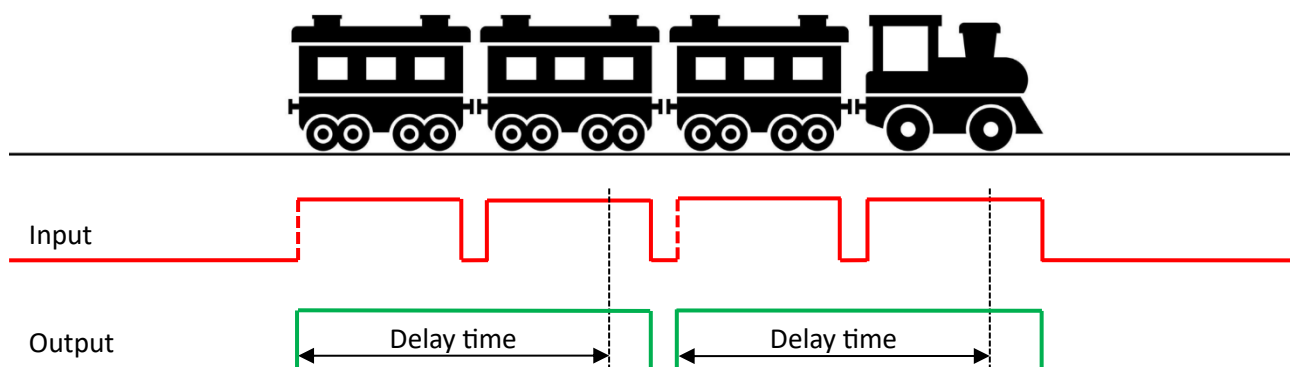
### Eksempel på kørende tog

Hvis uheldsmæssig genaktivering skal undgås, skal **delayTimeMS** være lang for at sikre, at det også fungerer ved langsomt kørende tog. I eksemplet herunder er **delayTimeMS** for kort, hvilket medfører to aktiveringer i stedet for en.

**delayTimeMS** = 5.000 millisekunder og triggerMode = **firstTrigger**.

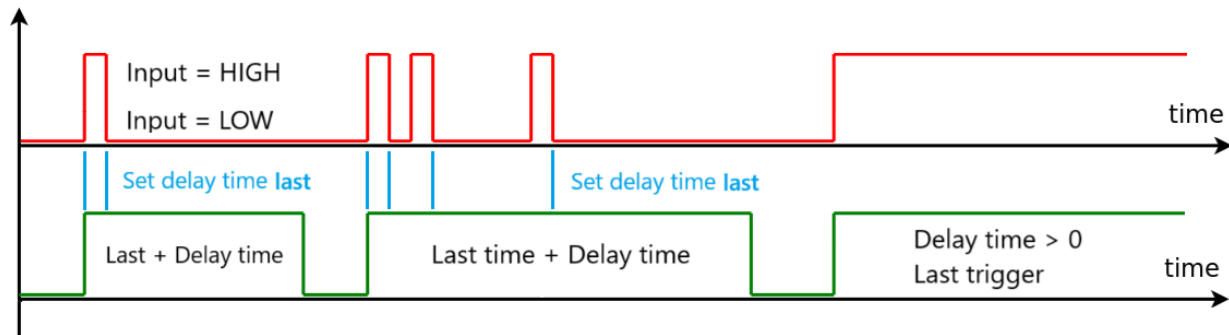
5 sekund forsinkelse målt fra **første** detektering af tog.

```
MTD2A_binary_input FC_51_sensor("FC_51_sensor", 5000, firstTrigger);
```



## Time delay – last trigger

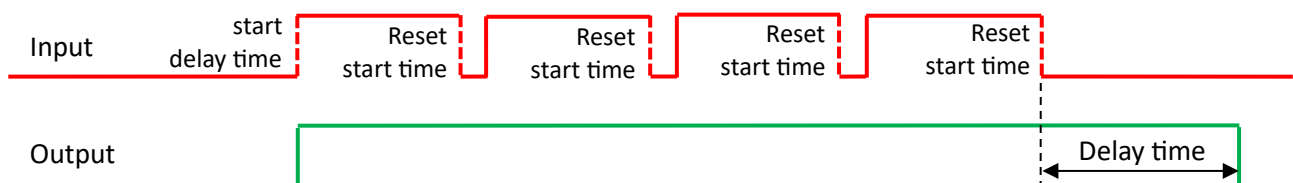
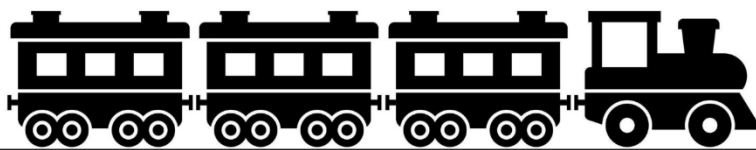
Når input går fra LOW til HIGH fastholdes output HIGH ind til at den definerede tidsperiode ophører. Hver gang input går fra LOW til HIGH forskydes starten for tidsperioden til det nye tidspunkt. Er input HIGH ved tidsperiodens ophør, forbliver output HIGH, ind til at input går fra HIGH til LOW.



### Eksempel på kørende tog

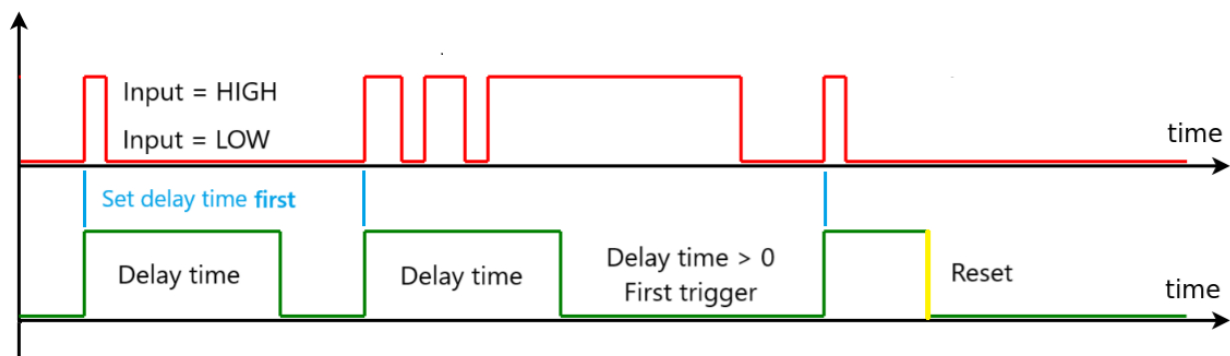
Denne metode er bedst egnet til at detektere hurtigt- og langsomt kørende tog uden uhensigtsmæssige genaktiveringer.

`delayTimeMS` = 5.000 millisekunder og `triggerMode` = **lastTrigger**.  
5 sekunder forsinkelse målt fra **sidste** detektering af tog (HIGH til LOW).  
`MTD2A_binary_input FC_51_sensor ("FC_51_sensor", 5000, lastTrigger);`



## Monostable – first trigger

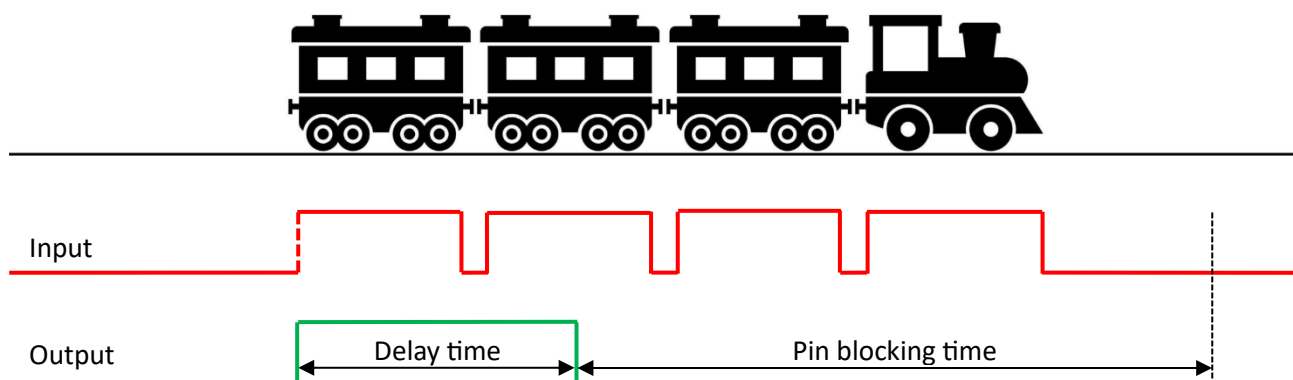
Monostabilt fastholder altid den definerede tidsperiode, uanset om input skifter mellem HIGH og LOW i tidsperioden, og forbliver input enten HIGH eller LOW, ændre det ikke tidsperioden.



### Eksempel på kørende tog

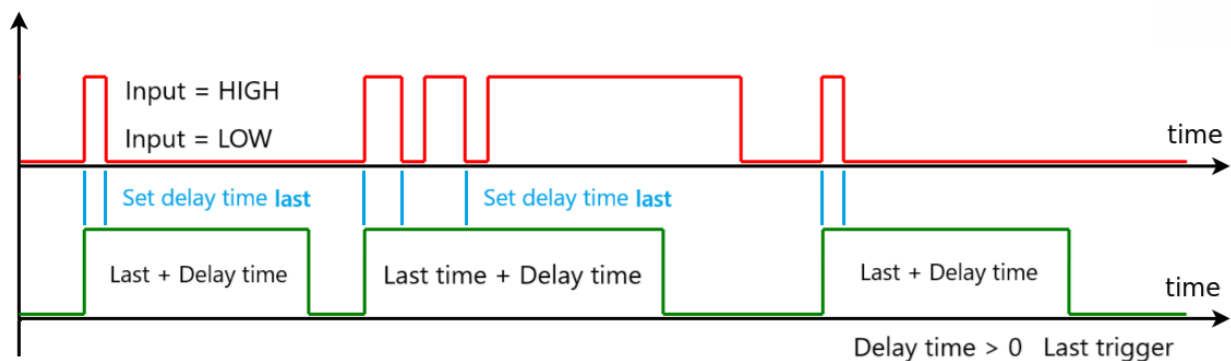
`delayTimeMS` = 5.000 millisekunder, `triggerMode` = `firstTrigger`, `timerMode` = `monoStable`, `pinBlockMS` = 12.000 millisekunder (tidsperiode hvor input fra benforbindelsen blokeres ved monostabil afslutning). 5 sekunder forsinkelse målt fra **første** detektering af tog (LOW til HIGH).

```
MTD2A_binary_input FC_51_sensor("FC_51_sensor", 5000, firstTrigger, monoStable, 12000);
```



## Monostable – last trigger

Monostabilt fastholder altid den definerede tidsperiode, men skifter input i mellem HIGH og LOW i tidsperioden, forlænges tidsperioden hver gang. Efter den samlede tidsperiode skifter output til LOW, uanset om input enten er HIGH eller LOW.

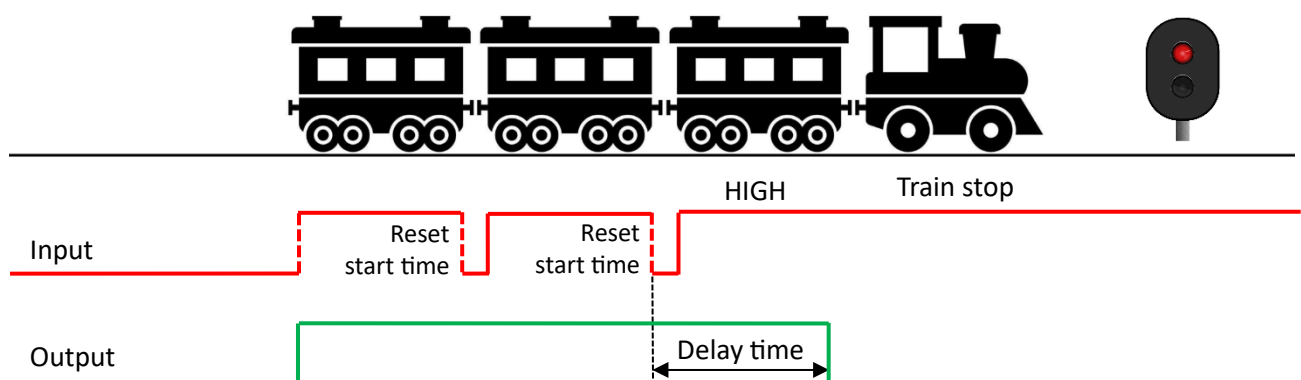


### Eksempel på kørende tog der standser over sensor

`delayTimeMS` = 3.000 millisekunder, `triggerMode` = `lastTrigger`, `timerMode` = `monoStable`.

3 sekunder forsinkelse målt fra første detektering af tog (LOW til HIGH).

```
MTD2A_binary_input FC_51_sensor ("FC_51_sensor", 3000, lastTrigger, monoStable);
```





## Øvrige funktioner

Set functions	Comment
set_pinRead ( {enable   disable} );	Enable or disable pin reading
set_pinInput ( {normal   inverted} );	Configure pin trigger input
set_InputState ( {HIGH   LOW}, {pulse   fixed} );	Activate input state and set input mode
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   pending}	Procedure process state
get_pinState (); return bool {HIGH   LOW}	Current pin input state
get_phaseChange (); return bool {true   false}	Momentarily phase change (one loop time)
get_phaseNumber (); return uint8_t {0- 4}	Initialize & reset = 0, firstTime =1, lastTime = 2, blocking = 3, pending = 4
get_firstTimeMS (); return uint32_t milliseconds	First time trigger time (falling edge)
get_lastTimeMS (); return uint32_t milliseconds	Last time trigger time (rising edge)
get_endTimeMS (); return uint32_t milliseconds	End time (total delay time)
get_inputGoLow (); return bool {true   false}	Falling edge detected
get_inputGoHigh (); return bool {true   false}	Rising edge detected
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 = pending
object_name_1 < object_name_2	bool processState_1 = pending & processState_2 = active
object_name_1 >> object_name_2	bool lastTimeMS_1 > lastTimeMS_2
object_name_1 << object_name_2	bool lastTimeMS_1 < lastTimeMS_2

**object\_name.print\_conf ();**

```
MTD2A_binary_input:
-----
objectName      : Left
processState    : Pending
phaseText       : [2] Last time
debugPrint      : Enable
errorNumber     : 0 OK
triggerMode     : Last
timerMode       : Delay
pinNumber       : 2
pinType         : INPUT_PULLUP
pinRead         : Enable
pinInput        : Normal
inputMode       : Pulse
delayTimeMS     : 10000
firstTimeMS     : 4517
lastTimeMS      : 7919
endTimeMS       : 0
blockTimeMS     : 0
pinState        : High
inputState      : High
```