

# MTD2A\_binary\_input

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

Jørgen Bo Madsen / V1.2 / 31-05-2025

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

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

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

## 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
Eksempler på configuration .....	8
Øvrige funktioner .....	9

## Funktionsbeskrivelse

MTD2A\_binary\_input processen består af 3 funktioner:

1. `MTD2A_binary_input object_name ("object_name", delayTimeMS, { LAST_TRIGGER | FIRST_TRIGGER }, {TIME_DELAY | MONO_STABLE}, pinBlockTimeMS);`
2. `object_name.initialize ( pinNumber, {NORMAL | INVERTED}, { INPUT_PULLUP | INPUT } );`  
Kaldes i `void setup ();` og efter `Serial.begin ("Hastighed");`
3. `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 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, LAST_TRIGGER, TIMER_DELAY, 0);
```

## Eksempel

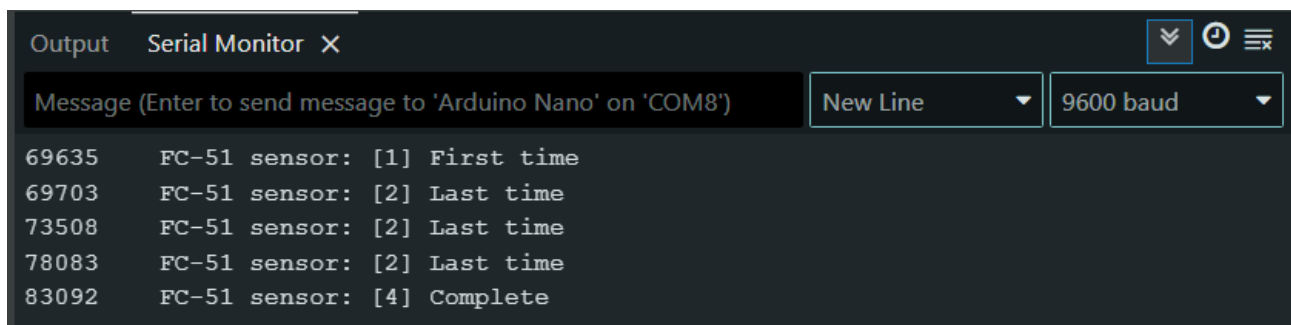
```
// Read sensor and write phase state information to Arduino IDE serial monitor
// https://github.com/MTD2A/FC-51
#include <MTD2A.h>
using namespace MTD2A_const;

MTD2A_binary_input FC_51_sensor ("FC-51 sensor", 5000);
// "FC-51 left" = Sensor (object) name, which is displayed together with status messages
// 5000 = Time delay in milliseconds (5 seconds)
// default: LAST_TRIGGER = Start calculating time from last impulse (LOW->HIGH)
// default: TIME_DELAY = Use time delay (timer function)

void setup () {
    Serial.begin (9600); // Required and first if status messages are to be displayed
    byte FC51_SENSOR_PIN = 2;
    FC_51_sensor.initialize (FC51_SENSOR_PIN); // Arduino board pin 2 input.
    FC_51_sensor.set_debprugPrint (); // Display status messages
    // Every time the sensor is activated, the status will be printed on the IDE Serial Monitor
}

void loop () {
    MTD2A_loop_execute ();
}
```

Eksempel på udskrift til IDE Serial Monitor:



```
Output  Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'Arduino Nano' on 'COM8') New Line 9600 baud
69635 FC-51 sensor: [1] First time
69703 FC-51 sensor: [2] Last time
73508 FC-51 sensor: [2] Last time
78083 FC-51 sensor: [2] Last time
83092 FC-51 sensor: [4] Complete
```

Flere eksempler og youtybe 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 initelle 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 skete en ændring i input. Kan forekommer 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:

`RESET_PHASE`, `FIRST_TIME_PHASE`, `LAST_TIME_PHASE`, `BLOCKING_PHASE` & `COMPLETE_PHASE`

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

### Proces status

Ved overgang til `FIRST_TIME_PHASE` eller `LAST_TIME_PHASE` skifter ProcessState til `ACTIVE`.

Ved overgang til `COMPLETE_PHASE` skifter processState til `COMPLETE`.

### Timing

Se dokumentet MTD2A.PDF og afsnittet "Kadance og synkronisering" samt "Eksekveringshastighed".

## Input detektering og aktivering

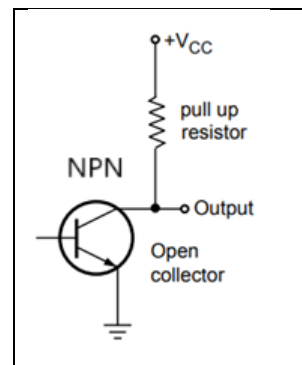
MTD2A\_binary\_input læser input fra

- 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> => { <code>HIGH</code>   <code>LOW</code> } pin read only. 2. Input fra selve programmet <code>inputState</code> = { <code>HIGH</code>   <code>LOW</code> } 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} );`

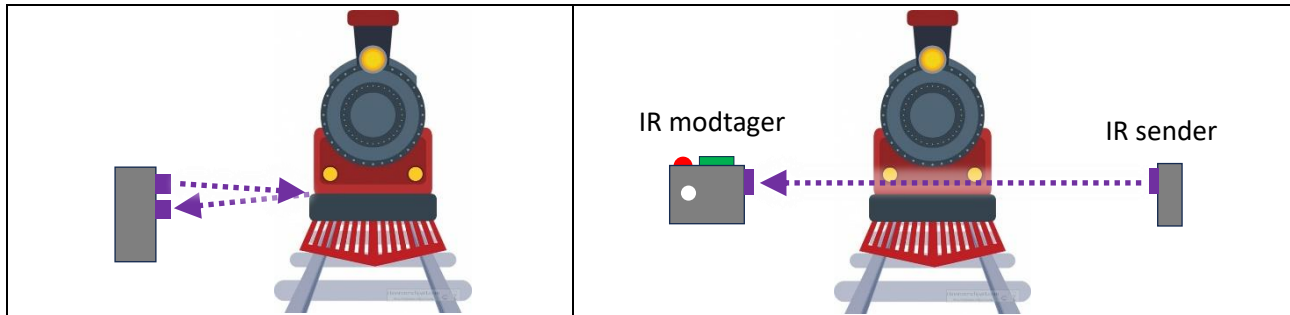
Pulse angiver en enkelt impuls (kort monostabilt) og fixed virker permanent og indtil Pulse angives.

## 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);`

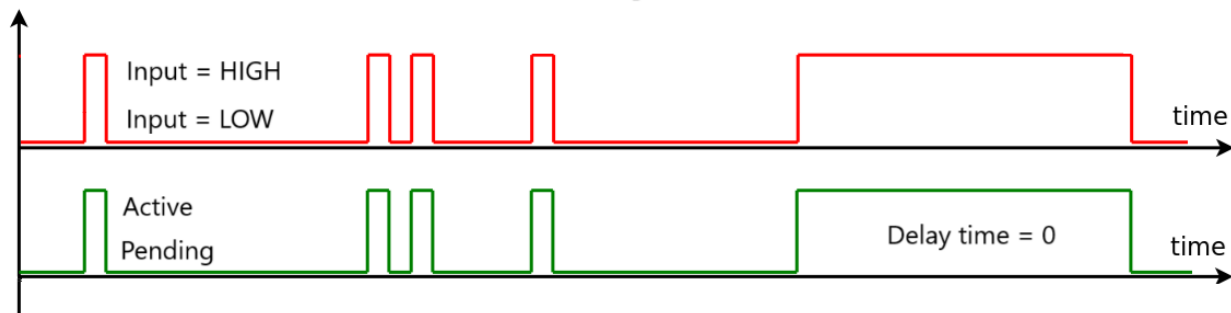


I de følgende eksempler tages der udgangspunkt i FC-51 binær strålebrydning sensor, hvor sender er placeret på den ene side af toget, og modtager er placeret på den anden side.

## Simpel binær funktion

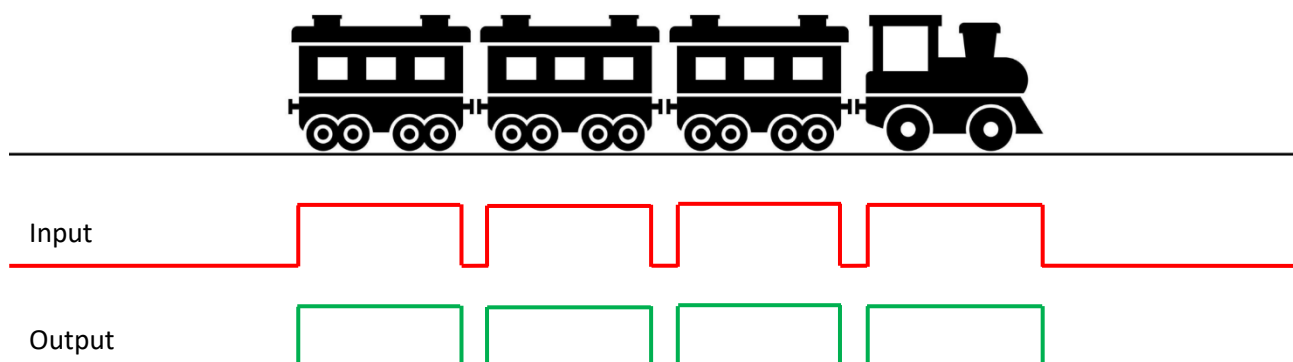
```
MTD2A_binary_input FC_51_sensor ("FC_51_sensor");
```

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



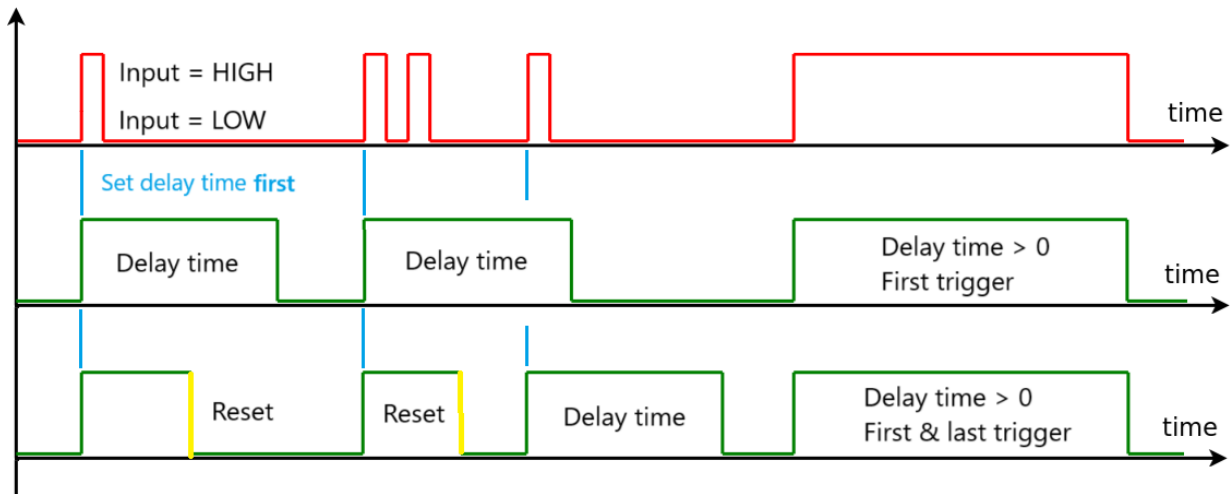
Sensordetektering af et togsæt i bevægelse vil uundgåeligt medføre et antal impulser grundet variationer i opbygning af togvogne og lokomotiv, samt "huller" ved sammenkoblinger med mere. Disse variationer kan medføre uforudsete genaktivering af funktioner og fejl i den efterfølgende logik proces.

### 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 **RESET\_PHASE**

```
object_name.set_stopDelayTimer();
```

 Stopper øjeblikkeligt forsinkelsesperioden og går videre til næste fase.

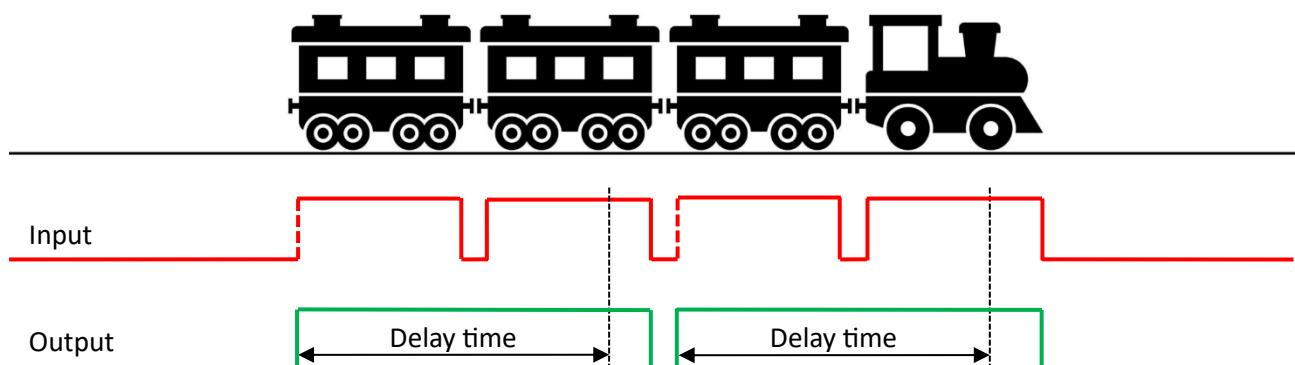
### Eksempel på kørende tog

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 = **FIRST\_TRIGGER**.

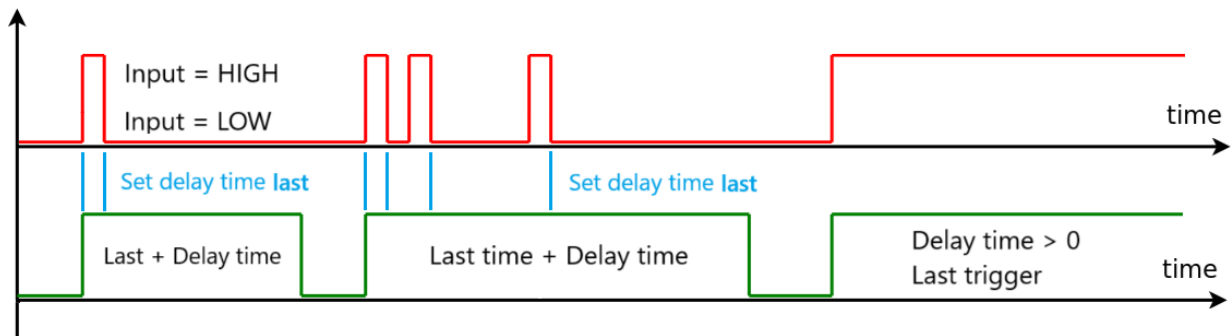
5 sekund forsinkelse målt fra **første** detektering af tog.

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



## Time delay – last trigger

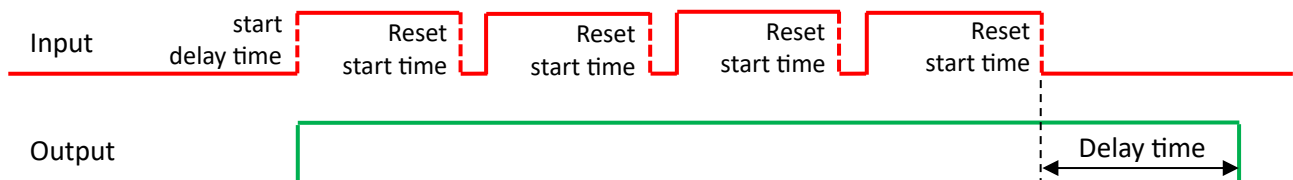
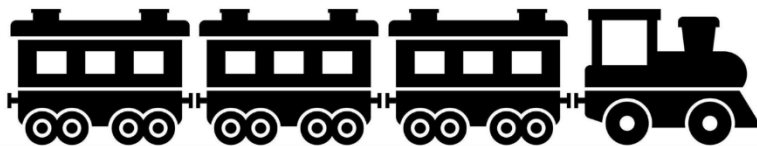
Når input går fra LOW til HIGH fastholdes output HIGH ind til at den definerede tidsperiode ophører. Hver gang input går fra LOW til HIGH forskydes starten for tidsperioden til det nye tidspunkt. Er input HIGH ved tidsperiodens ophør, forbliver output HIGH, ind til at input går fra HIGH til LOW.



### Eksempel på kørende tog

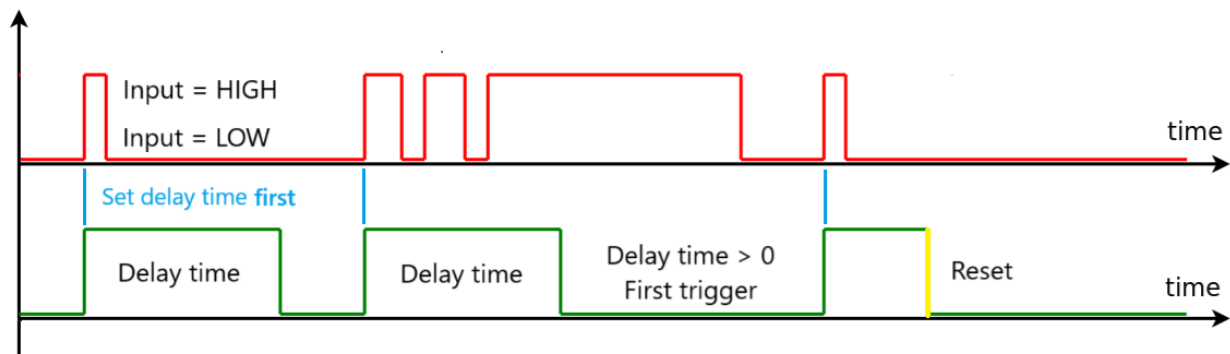
Denne metode er bedst egnet til at detektere hurtigt- og langsomt kørende tog uden u hensigtsmæssige genaktiveringer.

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



## 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.



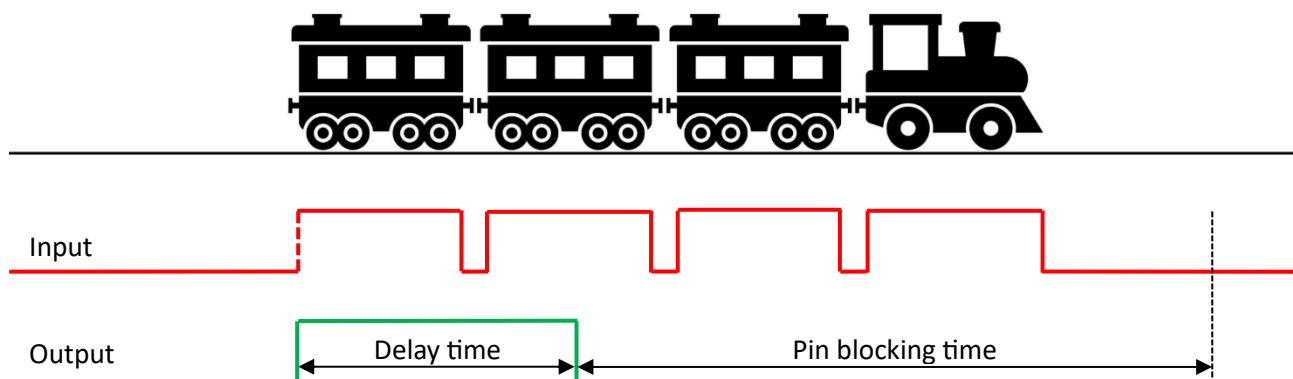
`object_name.set_stopBlockTimer ();` Stopper øjeblikkeligt forsinkelsesperioden og går videre til næste fase.

### Eksempel på kørende tog

`delayTimeMS` = 5.000 millisekunder, `triggerMode` = `FIRST_TRIGGER`, `timerMode` = `MONO_STABLE`,  
`pinBlockMS` = 12.000 millisekunder (tidsperiode hvor input fra benforbindelsen blokeres fra `delayTimeMS` afslutning og frem til monostabil afslutning).

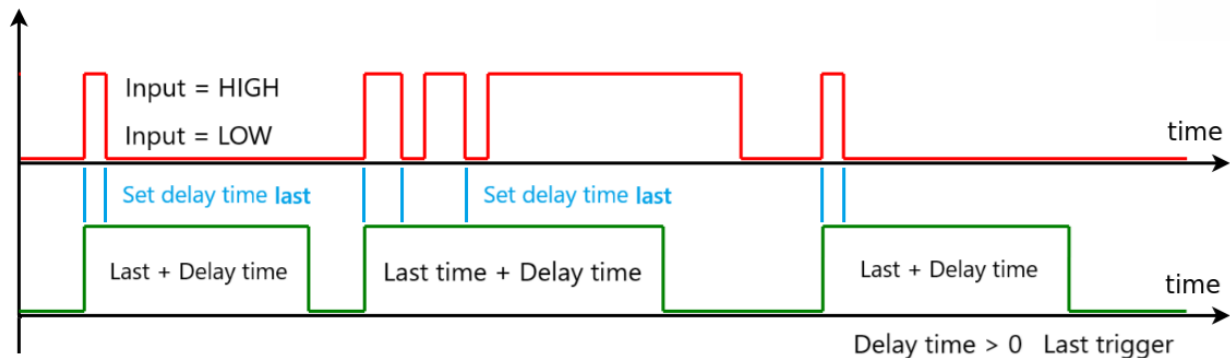
5 sekunder forsinkelse målt fra første detektering af tog (LOW til HIGH).

`MTD2A_binary_input FC_51_sensor ("FC_51_sensor", 5000, FIRST_TRIGGER, MONO_STABLE, 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.

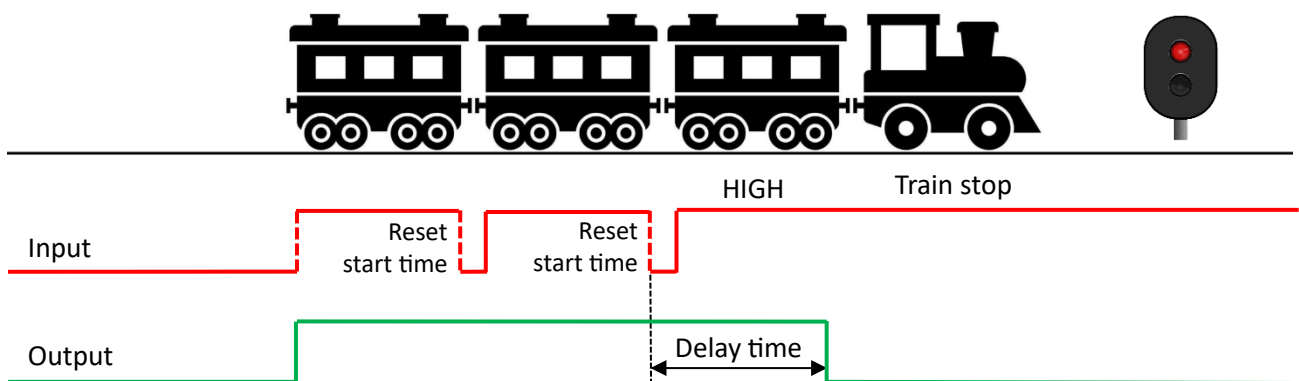


### Eksempel på kørende tog der standser over sensor

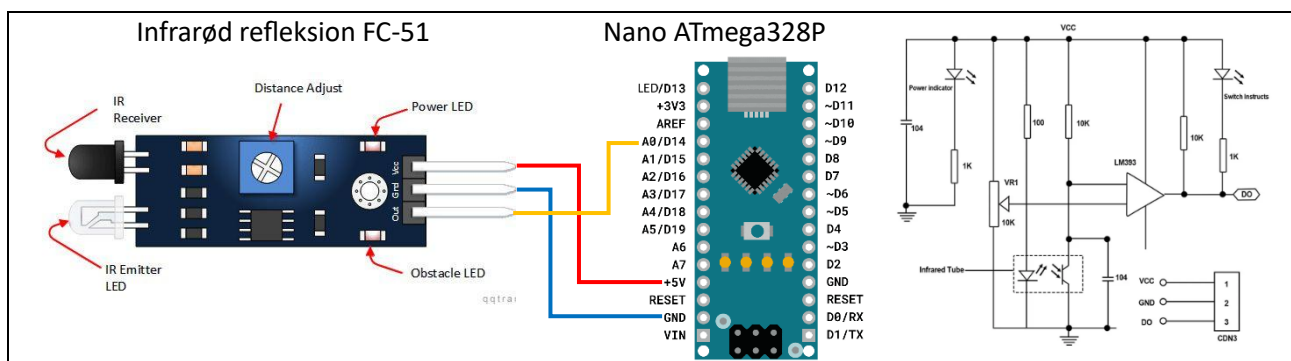
`delayTimeMS` = 3.000 millisekunder, `triggerMode` = **LAST\_TRIGGER**, `timerMode` = **MONO\_STABLE**.

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

```
MTD2A_binary_input FC_51_sensor ("FC_51_sensor", 3000, LAST_TRIGGER, MONO_STABLE);
```



## Eksempler på configuration



- ```
1. MTD2A_binary_input FC_51_sensor ("FC_51_sensor", 5000);
2. FC_51_sensor.initialize (A0);
3. FC_51_sensor.set_debugPrint ();
4. MTD2A loop_execute ();
```



## Øvrige funktioner

| Set functions                                             | Comment                                       |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| set_pinRead ( { <b>ENABLE</b>   DISABLE} );               | Enable or disable pin reading                 |
| set_pinInput ( { <b>NORMAL</b>   INVERTED} );             | Configure pin trigger input                   |
| set_inputState ( {HIGH   LOW}, { <b>PULSE</b>   FIXED} ); | Activate input state and set input mode       |
| set_stopDelayTimer ();                                    | Stop first og last timer process immediately. |
| set_stopBlockTimer ();                                    | Stop blocking timer process immediately.      |
| set_debugPrint ( { <b>ENABLE</b>   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 <b>bool</b> {ACTIVE   COMPLETE} | Procedure process state                                                        |
| get_pinState (); return <b>bool</b> {HIGH   LOW}             | Current pin input state                                                        |
| get_phaseChange (); return <b>bool</b> {true   false}        | Momentarily phase change (one loop time)                                       |
| get_phaseNumber (); return <b>uint8_t</b> {0- 4}             | Reset = 0, firstTime =1, lastTime = 2, blocking = 3, pending = 4               |
| get_firstTimeMS (); return <b>uint32_t</b> milliseconds      | First time trigger time (falling edge)                                         |
| get_lastTimeMS (); return <b>uint32_t</b> milliseconds       | Last time trigger time (rising edge)                                           |
| get_endTimeMS (); return <b>uint32_t</b> milliseconds        | End time (total delay time)                                                    |
| get_inputGoLow (); return <b>bool</b> {true   false}         | Falling edge detected                                                          |
| get_inputGoHigh (); return <b>bool</b> {true   false}        | Rising edge detected                                                           |
| get_reset_error (); return <b>uint8_t</b> {0-255}            | Get error/warning number and reset number: Error [1 – 127] warning [128 – 255] |

| Operator overloading           | Function                                                        |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| object_name_1 == object_name_2 | <b>bool</b> processState_1 == processState_2                    |
| object_name_1 != object_name_2 | <b>bool</b> processState_1 != processState_2                    |
| object_name_1 > object_name_2  | <b>bool</b> processState_1 = ACTIVE & processState_2 = COMPLETE |
| object_name_1 < object_name_2  | <b>bool</b> processState_1 = COMPLETE & processState_2 = ACTIVE |
| object_name_1 >> object_name_2 | <b>bool</b> lastTimeMS_1 > lastTimeMS_2                         |
| object_name_1 << object_name_2 | <b>bool</b> lastTimeMS_1 < lastTimeMS_2                         |

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

```
MTD2A_binary_input:
-----
objectName      : Left
processState    : COMPLETE
phaseText       : [2] Last time
debugPrint      : ENABLE
errorNumber     : 0 OK
triggerMode     : LAST_TRIGGER
timerMode       : TIME_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
```