

Tallinna Tehnikaülikooli, Tartu Ülikooli ja Maaülikooli õppejõud hakkasid arutlema selle üle, kumb on parem - naine või armuke.

"Naine peab olema", ütleb Maaülikooli õppejõud, "Töötad terve päeva põllul, pärast naine annab süüa, veidi kangematki ja hea voodis külje alla pugeda."

"Mis naine - armukesed", ütleb TÜ noor õppejõud. "Endal eluaset pole eriti vajagi, ühikas naistudengeid täis. iga õhtu jaoks on keegi. Saab hea kõhutäie ja voodirõõmud kauba peale."

TTÜ oma muigas selle peale " ehh teid... Mõlemad peavad olema. Armukesele ütled, et oled naise juures, naisele ütled, et oled armukese juures, ise istud TTÜs ja aina joonestad ja joonestad...."

# EEM3010 SISSEJUHATUS MEHHATROONIKASSE

---

Sügis 2022

Algoritm, programm ja Arduino algajatele

Martin Jaanus

NRG-308

[martin.jaanus@ttu.ee](mailto:martin.jaanus@ttu.ee)

620 2110, 56 91 31 93

Õppetöö : <http://isc.ttu.ee>

Õppematerjalid : <http://isc.ttu.ee/martin>

# Teemad

- Arduino tutvustus
- Algoritmist programmini
- Arduino programmeerimise eripära
- Slaididel on palju näiteid. Proovige need iseseisvalt järgi !
- Programmeerimisest madala taseme keeltes (C,ASM)

Soovitan hankida kui võimalik ! →



# Algoritm

- **Algoritm** on astmeline tegevusjuhisp, juhend või eeskiri mingi tegevuse sooritamiseks või eesmärgi saavutamiseks. Kõige sagedamini kasutatakse seda terminit matemaatilise ülesande lahendamiseks mõeldud eeskirja kohta. Algoritmi esitust mingis formaalses keeles, tavaliselt programmeerimiskeeles või masinakoodis, nimetatakse **arvutiprogrammiks**. (Wikipedia)
- Arvuti teeb seda, mida me käsime, mitte seda, mida me tahame !!!!!!!
- Enne programmi kirjutamist mõelge läbi tegevuste algoritm ja veelgi parem, pange see kirja !
- Samuti kommenteerige enda loodud programmi - mis otstarbel on mingi osa loodud.
- Teil endil on pärast lihtsam (pea ei ole prügikast).

# Algoritm

- Reaaleluline IT huumor

Naine saadab programmeerijast mehe poodi:

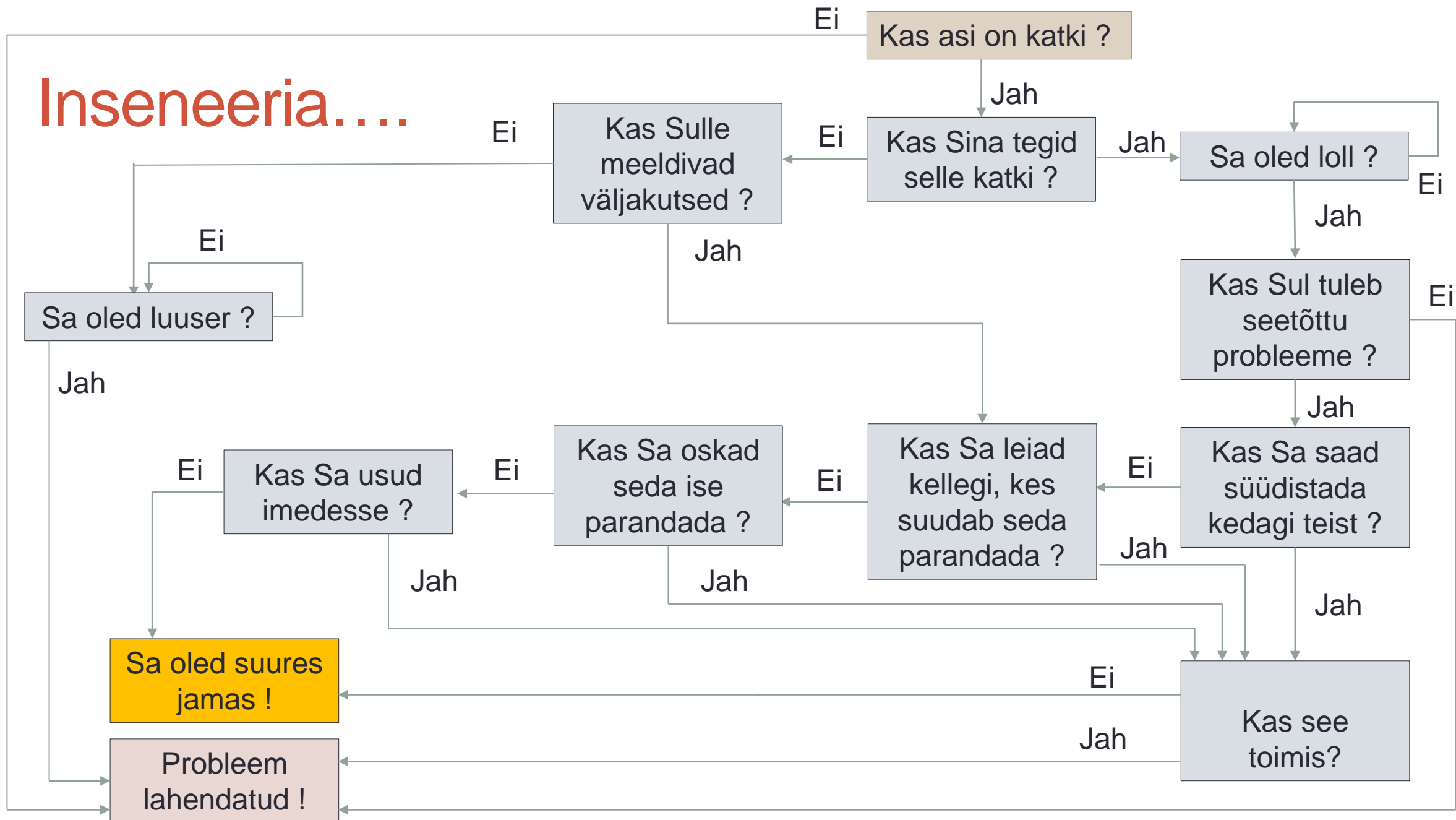
“Nii. Osta üks leib , kaks piima , ja noh,  
osta endale siis see neetud üks õlu ka.  
.....Ahjaa – kui poes on mune, osta 12 .”

Veidi aja pärast võtab naine teda “lahkelt” vastu.

- “Ma ju ütlesin – üks õlu !!!!!”
- “Aga poes oli mune ...”

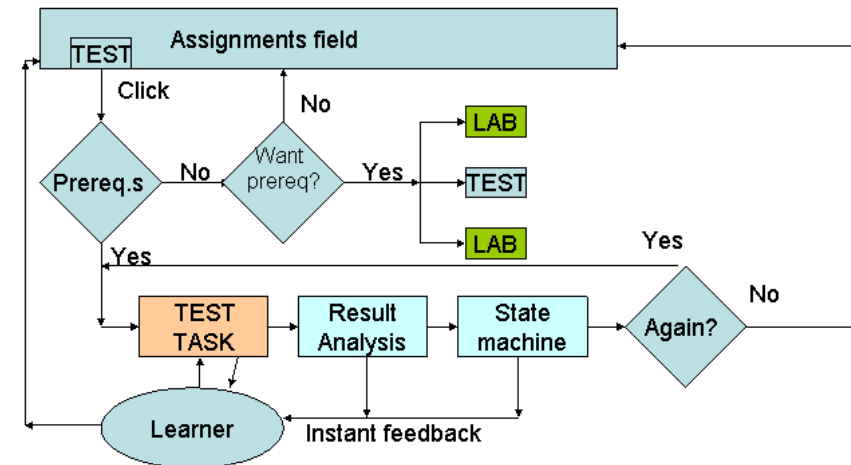
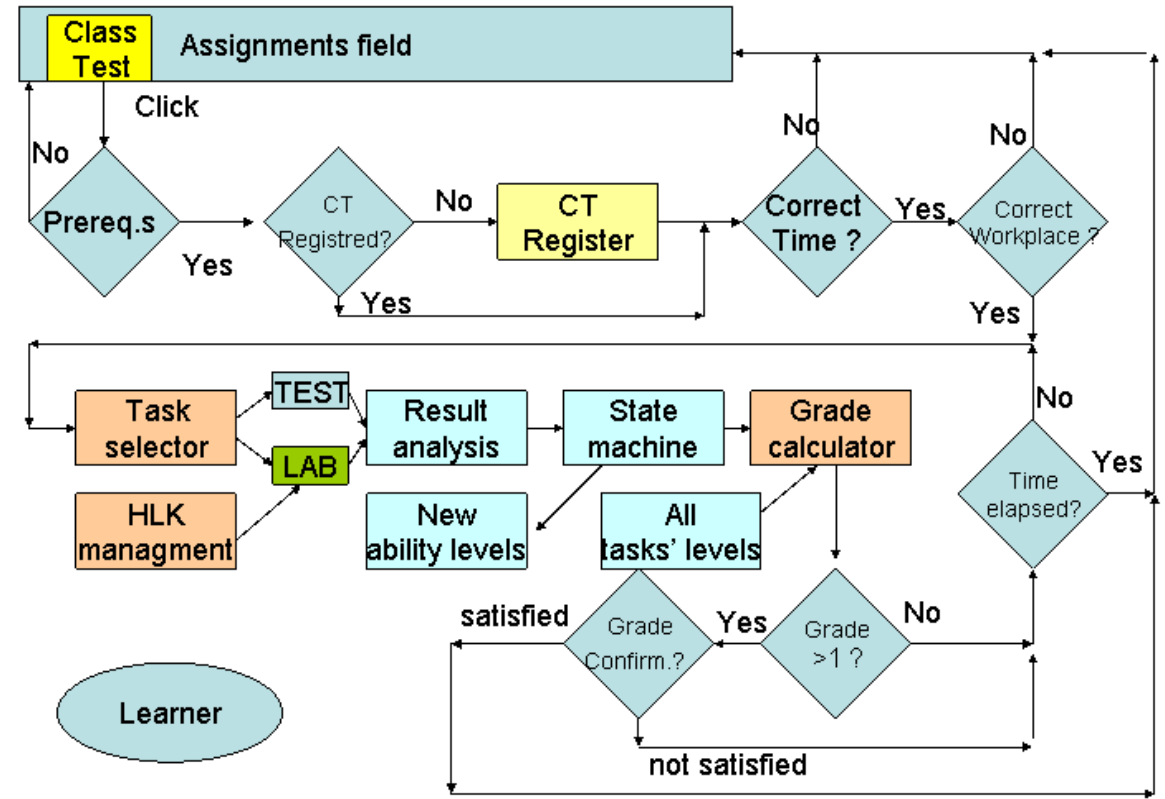
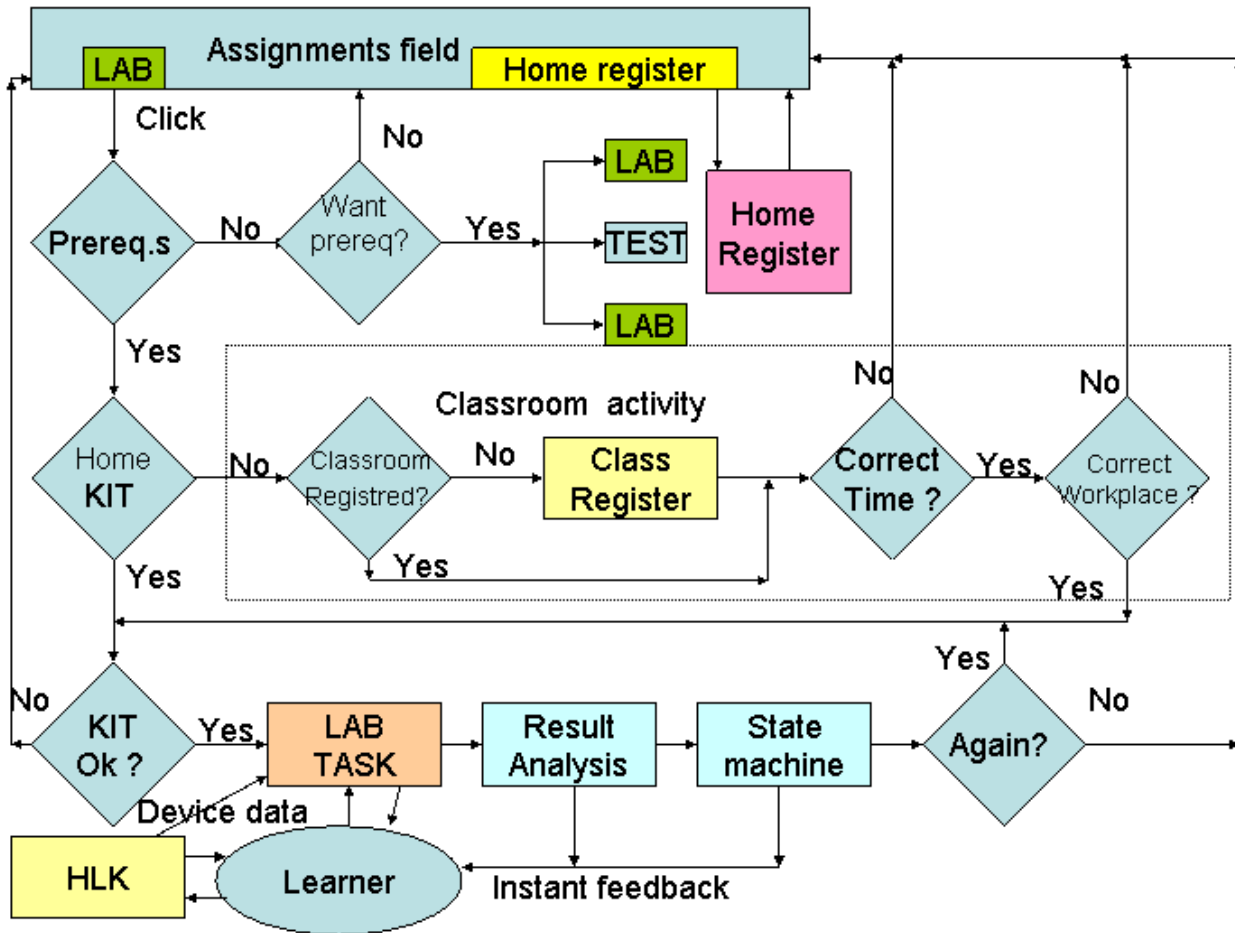
- Arvuti ei oska lugeda “ridade vahelt”
- **Algoritm tuleb koostada selliselt, et arvuti sellest aru saaks .**

# Inseneeria....



# ISC veebikeskkond

• M.J.2011

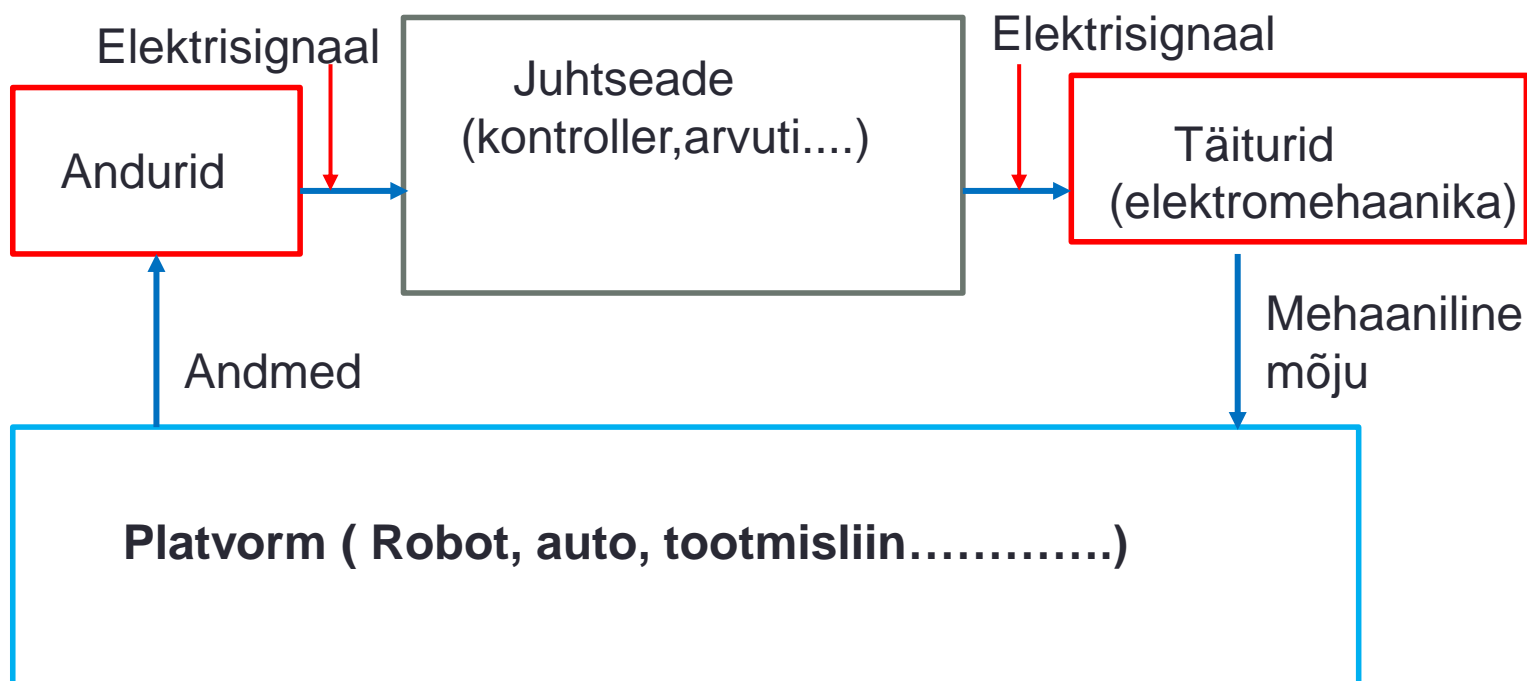


# Algoritm ja mehhatroonika

- Teeme joonejärgija

Robotplatvormi struktuur:

NB ! **Tagasisidestatud** süsteem !



Eesmärk – robotplatvorm liigub edasi mööda mahatõmmatud musta joont, mis on valgel taustal

**Andurid:**

- Kaks joonejärgmisandurit (vasakul ja paremal)

**Täiturid:**

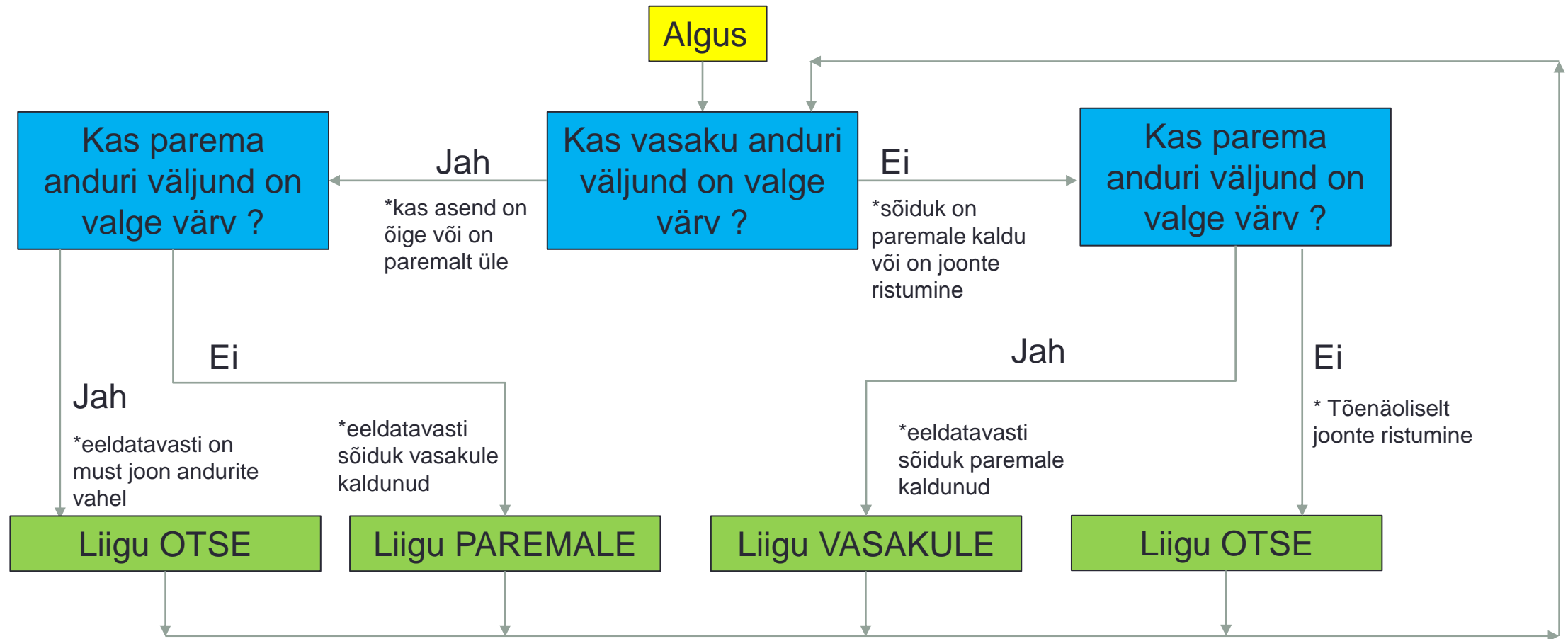
- Kaks elektrimootorit (vasakul ja paremal)

**Juhtseade:**

- Arduino Uno arendusplaat



# Joonejärgija algoritm



Kas lõppi ei olegi? – tsükliline programm

# Joonejärgija algoritm

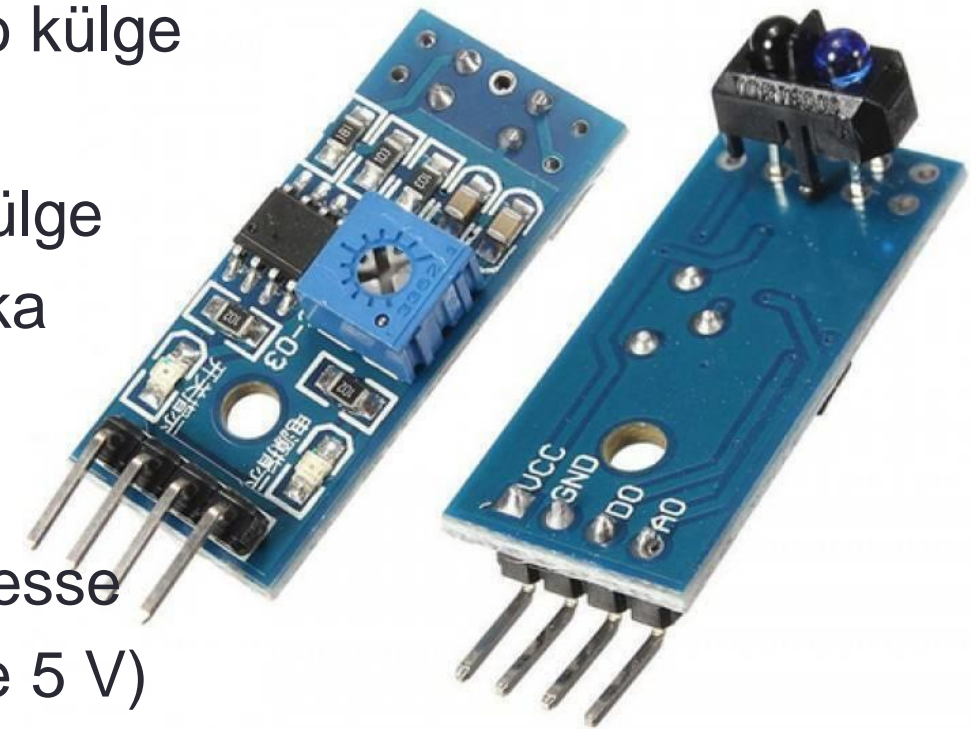
- Mida tähendab – värv on valge , värv on must ?  
Joonejärgimisanduri väljundis pinget kas 0 V või ligikaudu 5 V (sõltub andurist)
- Mida tähendab – liigu otse, paremale, vasakule... ?  
Sõiduki mootoritele rakendatakse pinge 6 V .
  - **Otse** : töötavad mõlemad mootorid
  - **Vasakule** : töötab parem mootor
  - **Paremale** : töötab vasak mootor
  - **Seis**: mõlemad mootorid seisavad(lihtsuse mõttes ei ole hetkel realiseeritud reversit, ehk tagasiliikumist)
- Vaja realiseerida elektriskeem (otse Arduinoga mootoreid ei saa juhtida) ja nende juhtimisalgoritm

```
// algoritmi algus ←
if (vasak_varv==valge)
{
  if (parem_varv==valge)
  {
    Liigu_OTSE();
  }
  else
  {
    // parem värv on must
    Liigu_PAREMALE();
  }
}
else
{
  // vasak värv on must
  if (parem_varv==valge)
  {
    Liigu_VASAKULE();
  }
  else
  {
    // parem värv on must, võimalik, et ristumiskoht
    Liigu_OTSE();
  }
}
// algoritmi lõpp
```

# Joonejärgija elektroonika

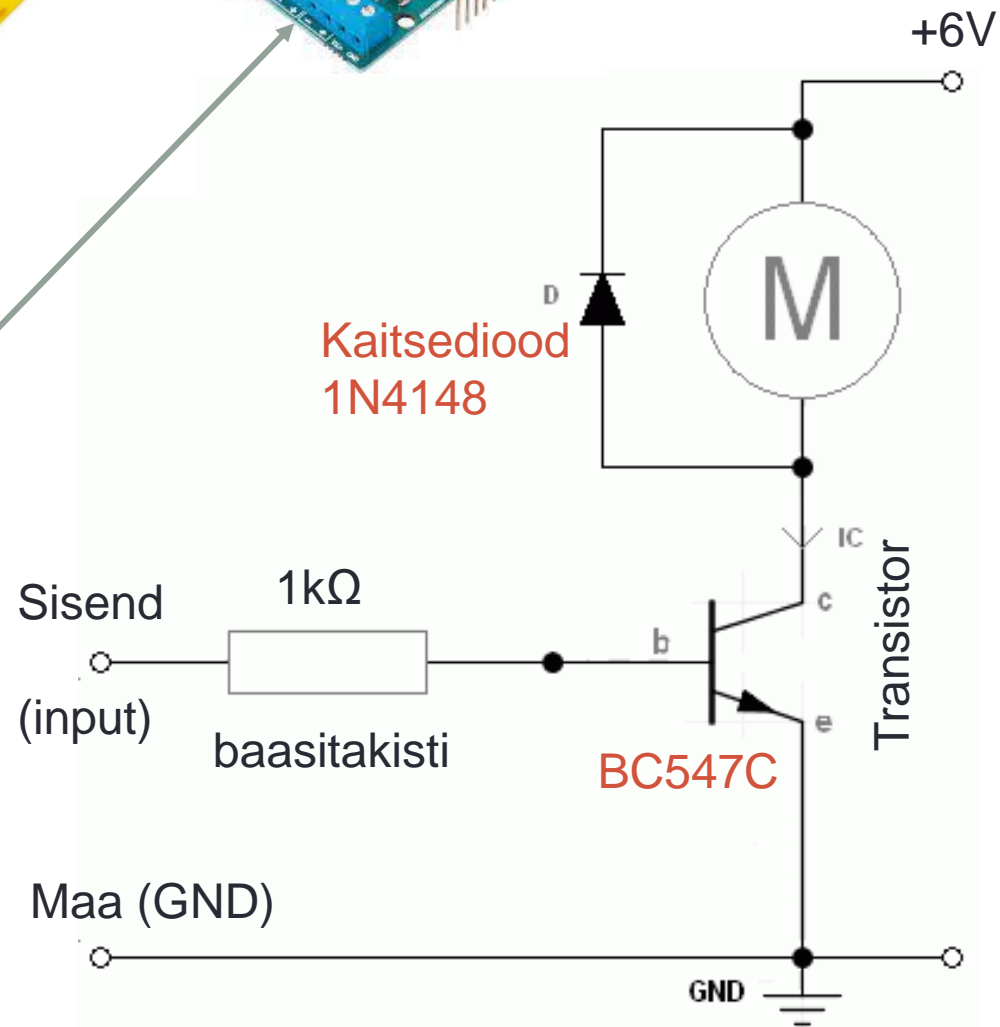
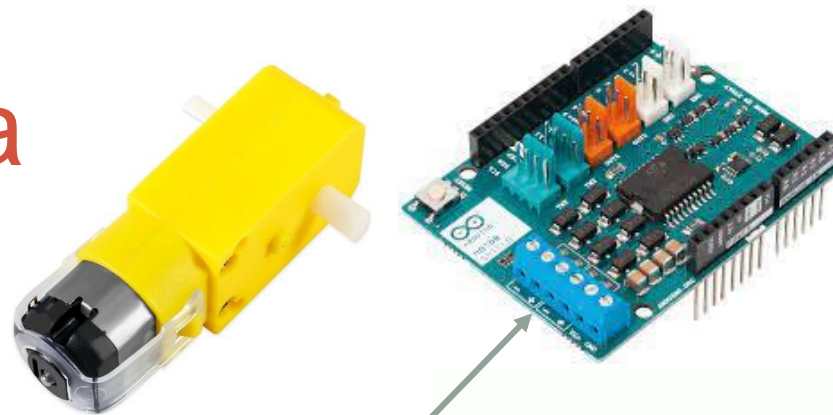
- Andurid – Hiinas valmistatud valmismoodulid – pilt Aliexpress
- 4 ühendusklemmi , saab otse ühendada Arduino külge
  - GND ehk “maa” , ühendatakse üldjuhtme külge
  - VCC ehk “toide” , ühendatakse 5 V toiteallika külge
  - AO ehk analoogväljund – võimaldab tuvastada ka Intensiivsust
  - DO ehk digitaalväljund - info on kodeeritud pingesse
    - 1 - kui valgus ei peegeldu tagasi (pinge lähedane 5 V)
    - 0 - kui valgus peegeldub tagasi (pinge lähedane 0 V)

**Reageerib ka välisele valgusele !**



# Joonejärgija elektroonika

- Täiturid – reduktorajamiga alalisvoolu kollektormootorid (pilt Aliexpress)
- Kaks ühendusklemmi, millele rakendatakse pinge – pöörlemissuund sõltub polaarsusest
- Ei saa otse ühendada Arduinoga, vajab lisaelektronikat (guugeldage Arduino Motor Shield näiteks) – saab poest osta/Hiinast tellida .
- Praeguses näites kasutame juhtimiseks transistori , mida omakorda juhivad Arduino
- **Sisend:**
  - 0 ( nullilähedane pinge – mootor seisab)
  - 1 (ligikaudu 5 V pinge – mootor töötab)
- See skeem ei võimalda pöörlemissuunda vahetada !



# Arduino

- Arduino on arendus- ja prototüüpimiskeskond sisaldab:
  1. Mikrokontrollerit koos seda toetava elektroonikaga arendusplaadil ( väga palju versioone)
  2. Tarkvarakeskkondasid , sealhulgas valmisfunktsioone riistvaraga suhlemiseks (NB ! Neid kahte saab kasutada ka teineteisest sõltumatult)
- Algaja saab Arduino platvormi vaadata pikka aega päris edukalt kui “musta kasti”, mis teeb seda, mida me sellel käsime .



Arduino UNO rev 3

- 19 üldotstarbelist digitaalset sisend-väljundklemmi
- Paljudel klemmidel lisafunktsioonid ( analoogsisend, taimeriväljundid jne)

Klemmifunktsioonid tuleb defineerida , ühel klemmil võib olla mitu funktsiooni.

Programmeerimine on C keele baasil.

# C keel

- 1958 kõrgkeel ALGOL (tänapäevaste kõrgkeelte eelkäija)
- 1969 Bell Laboratories , keel B
- Programmeerimiskeel, mis oleks platvormist sõltumatu aga samas kiire.
- Kõrgkeeled ei suuda garanteerida ajakriitilistes kohtades kiirust ning kompaktsust
- 1973 programmeerimiskeel C (B täiustus), standardiseeriti 1983
- C++ 1989 (objektorienteeritud programmeerimine)
- C# 2002 (.net framework)
- Väga palju sugulaskeeli (sh php, java )
- Peavad olema üsna head eelteadmised riistvarast.
- Vahendid võivad tunduda primitiivsed, aga tegelikult on väga võimekad.  
<https://en.wikipedia.org/wiki/ALGOL>

# Arduino programmeerimise eripärad

- Arduino arenduskeskkond kasutab olemuselt C++ kompilaatorit, ehk kehtivad C/C++ keele reeglid.
- Lisaks eelnevale on olemas „mugavus“täiendused ning abifunktsioonid, mida C keele maailmas ei tunta. Lisatud definitsioonid liidetakse programmi kompileerimisel. Kui on plaanis tulevikus hakata reaalses C/C++ keeles programmeerima, tasuks nendega äraharjumist vältida !
- Reeglina värvitud need keskkonnas **oranžiks** (aga ei pruugi)

# Arduino programm (sketš)

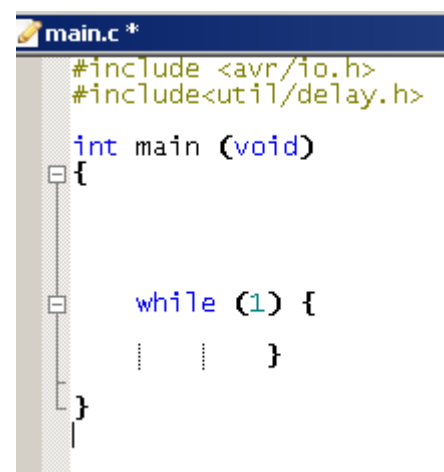
Arduino koodis peavad olema ilmtingimata funktsioonid **setup** () , ehk kood täidetakse ühe korra ning **loop** () , kus koodi täidetakse tsüklis . Vastasel juhul tuleb kompileerimisel veateade !

Arduino „keele“ kirjeldus : <https://www.arduino.cc/reference/en/>



```
sketch_nov05a | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help
sketch_nov05a
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```



```
main.c*
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

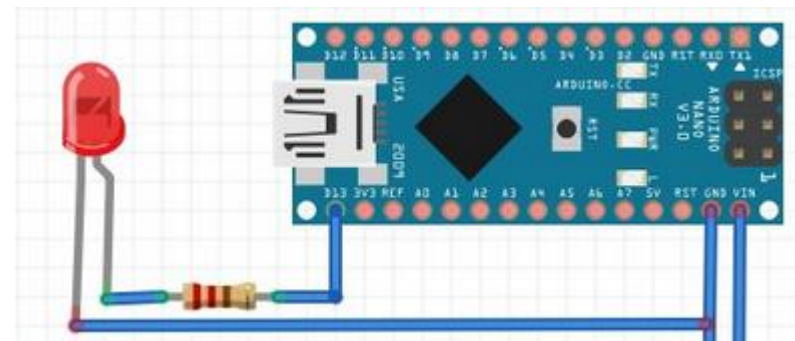
int main (void)
{
    while (1) {
        | | }
    }
}
```

C keelne „tühi“ programm



# Arduino koodinäide

- Vilgutame valgusdiodi



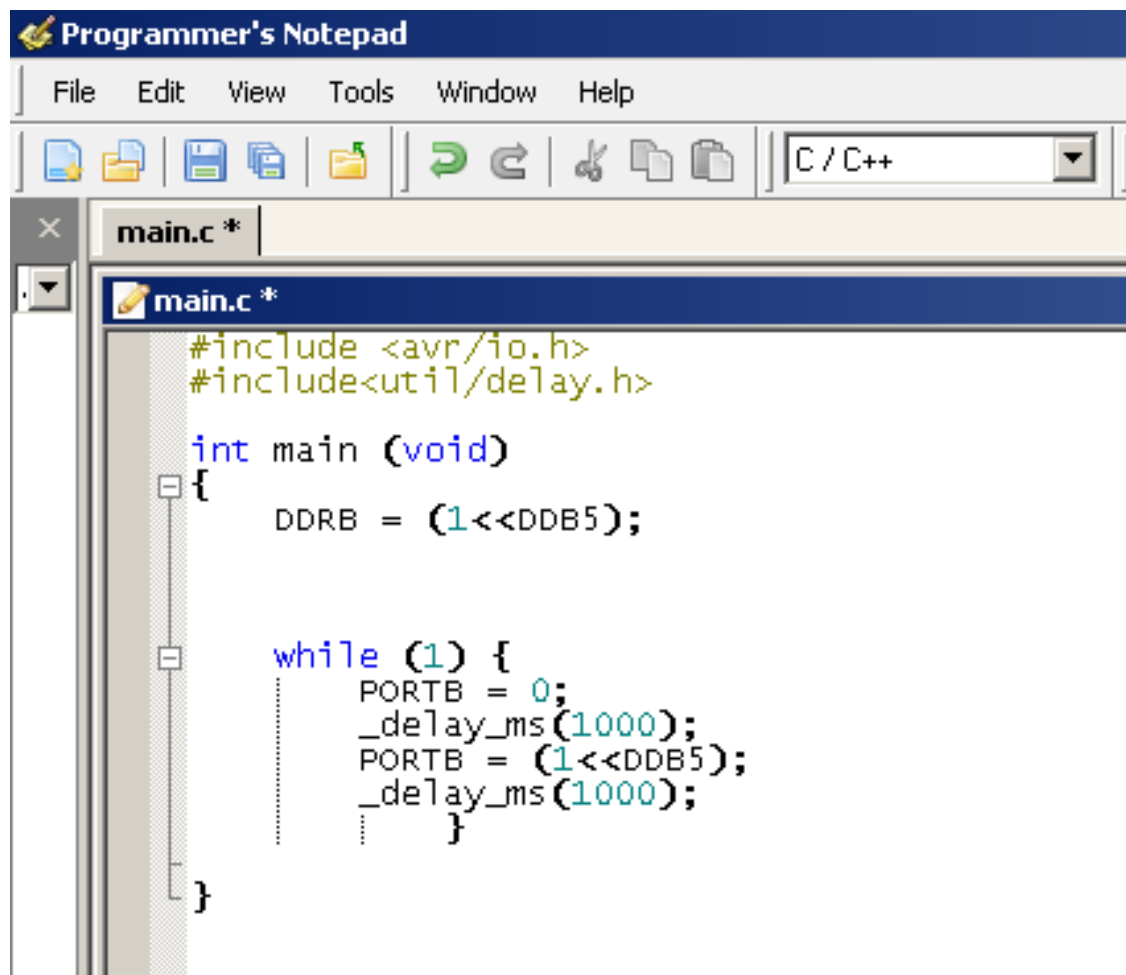
```
Blink | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help
Blink$
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

See kood eeldab töötamiseks ka õigesti koostatud elektriskeemi !

**Kui ühendame nt valgusdiodi valepidi või mõne teise klemmi külge, siis see ei vilgu !**

Tegu on nn. sardsüsteemiga kus kontrolleri programmeeritakse konkreetsest rakendusest lähtuvalt. (nt , mingis rakenduses võib olla valgusdiod ka klemmi 11. küljes ) , aga siis peab ka programm seda toetama !

# C koodinäide, sama mikrokontroller



The image shows a screenshot of a text editor window titled "Programmer's Notepad". The window has a menu bar with "File", "Edit", "View", "Tools", "Window", and "Help". Below the menu bar is a toolbar with various icons for file operations and editing. The main editing area shows a file named "main.c" with the following C code:

```
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

int main (void)
{
    DDRB = (1<<DDB5);

    while (1) {
        PORTB = 0;
        _delay_ms(1000);
        PORTB = (1<<DDB5);
        _delay_ms(1000);
    }
}
```

# Assembleri koodinäide, sama mikrokontroller

- Näide tehtud õppeaine „Mikroprotsessorsüsteemid“ jaoks
- See on vaid funktsiooni väljakutsumine ja kohustuslik programmi „kest“



```
assembler_blink | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help
✓ → 📄 ⬆ ⬇
assembler_blink$ blink.S
extern "C" {
    // function prototypes
    void start();
;
}

void setup() {
    start();
}

void loop() {
|
}
```

# Assembleri koodinäide, sama mikrokontroller

```
assembler_blink - blink.S | Arduino 1.6.7
File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
assembler_blink$ blink.S$
; Blink LED on PB5(Arduino Uno pin 13)

#define __SFR_OFFSET 0
#include "avr/io.h"
.global start
start:
; the code to execute
sbi DDRB,5 ; Set PB5 as output
LOOP1:
    sbi PORTB, 5 ; switch off the LED
    rcall DELAY_05 ; wait for half a second
    cbi PORTB, 5 ; switch it on
    rcall DELAY_05 ; wait for half a second
    rjmp LOOP1 ; jump to loop

DELAY_05: ; the subroutine:
    ldi r16, 31 ; load r16 with 31
OUTER_LOOP: ; outer loop label
    ldi r24,0 ; load registers r24:r25 with 1021, our new
                ; init value
    ldi r25, 0 ; the loop label
DELAY_LOOP: ; "add immediate to word": r24:r25 are
                ; incremented
    adiw r24, 1 ; if no overflow ("branch if not equal"), go
                ; back to "delay_loop"
    brne DELAY_LOOP
    dec r16 ; decrement r16
    brne OUTER_LOOP ; and loop if outer loop not finished
    ret ; return from subroutine
```

# Arduino klemmi seadistamine

- Käsk `pinMode` (klemm,parameter);
- Toimib kõikide sisend-väljundklemmidega.
- **Enne konkreetse klemmi poole pöördumist on see käsk kohustuslik !**

```
sketch_nov17a §
```

```
void setup() {
```

```
pinMode (11,OUTPUT); //Klemm 11 väljundiks
```

```
pinMode (12,INPUT); // Klemm 12 sisendiks
```

```
pinMode (13,INPUT_PULLUP); // klemm 13 sisendiks
```

```
//ülestömbava takistiga
```

```
}
```

# Arduino digitaalsisend



```
sketch_nov17a $  
  
void setup() {  
  
  pinMode (12,INPUT); // Klemm 12 sisendiks  
  pinMode (13,INPUT_PULLUP); // klemm 13 sisendiks  
  //ülestömbava takistiga  
  bool a=digitalRead(12);  
  bool b=digitalRead(13);  
  
}
```

- Eeldusel, et toitepinge  $V_{cc}=5V$
- Muutuja a omandab väärtuse “TRUE” kui pinge klemmil 12 ületab 2 V **enne** vastava käsu täitmist !
- Muutuja b omandab väärtuse “TRUE” kui pinge klemmil 13 ületab 2 V **enne** vastava käsu täitmist !

**NB ! Muutuja a väärtustatakse vaid siin !**  
Kui sisend muul ajal muutub, a väärtus ei muutu !

# Arduino digitaalväljund

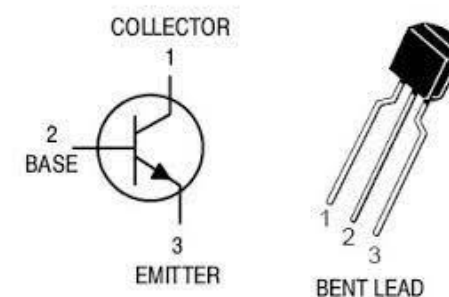
```
sketch_nov17a §
```

```
digitalWrite (11,HIGH);// annab kemmaile 11 ligikaudu  
// toitepinge  
digitalWrite (10,LOW);// annab kemmaile 10 ligikaudu  
// 0 V pinge
```

Enne on vaja vastav kontrollriklemm konfigurereida **väljundiks** (siin näidatud pole). Vastasel juhul koodi täitmine ei anna ei veateadet ega loodetud tulemust !

# Joonejärgija elektroonika

- Koostame elektriskeemi, valides anduritele, täituritele Arduino klemmid (selles lihtsas näites võib valida suvaliselt).

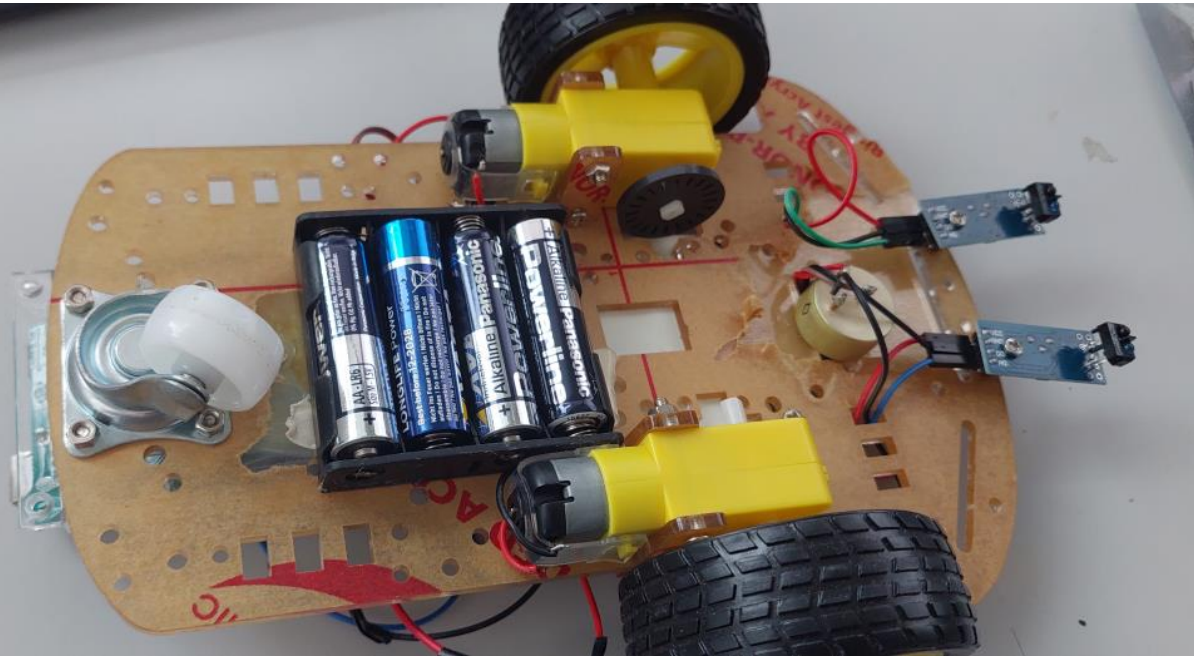
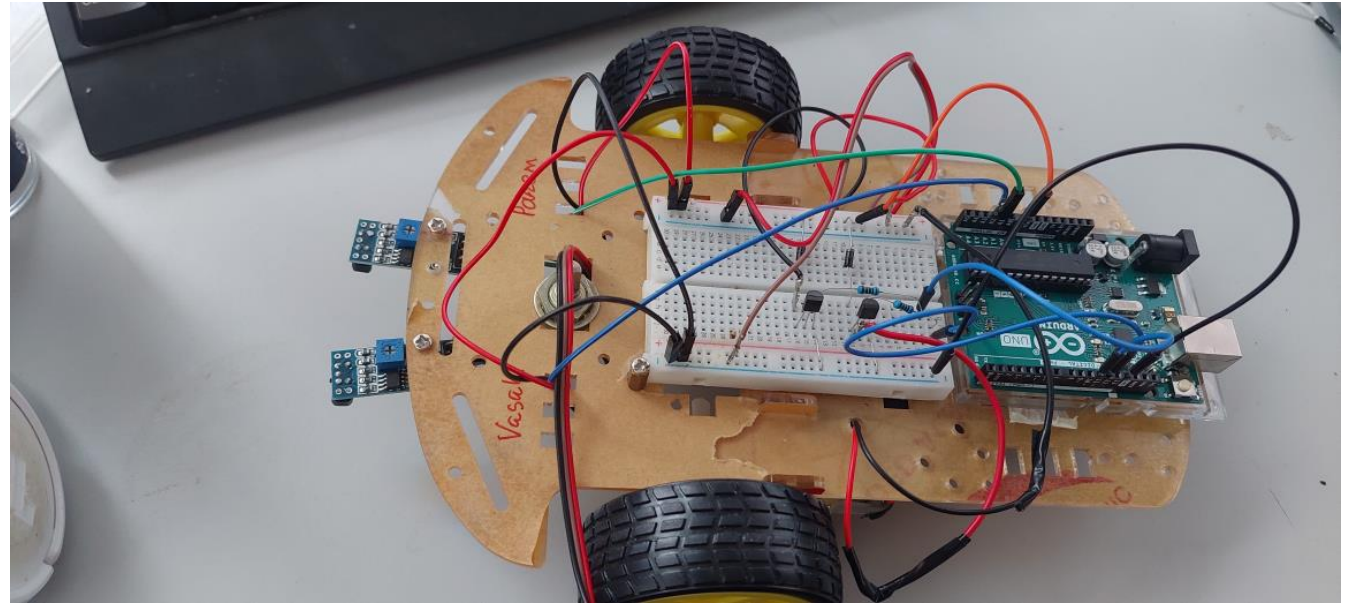


A1 – parem andur    12 – vasak mootor  
A2 – vasak andur    11 – parem mootor

Võib kasutada ka Hiina mooduleid  
**NB !** Siis võivad olla klemmid ette määratud.



# Koostame skeemi



# Definitsioonid

- Saab lihtsustada programmeerija tööd, saab teha koodi loetavamaks, muudetavamaks, erineva riistvara jaoks.

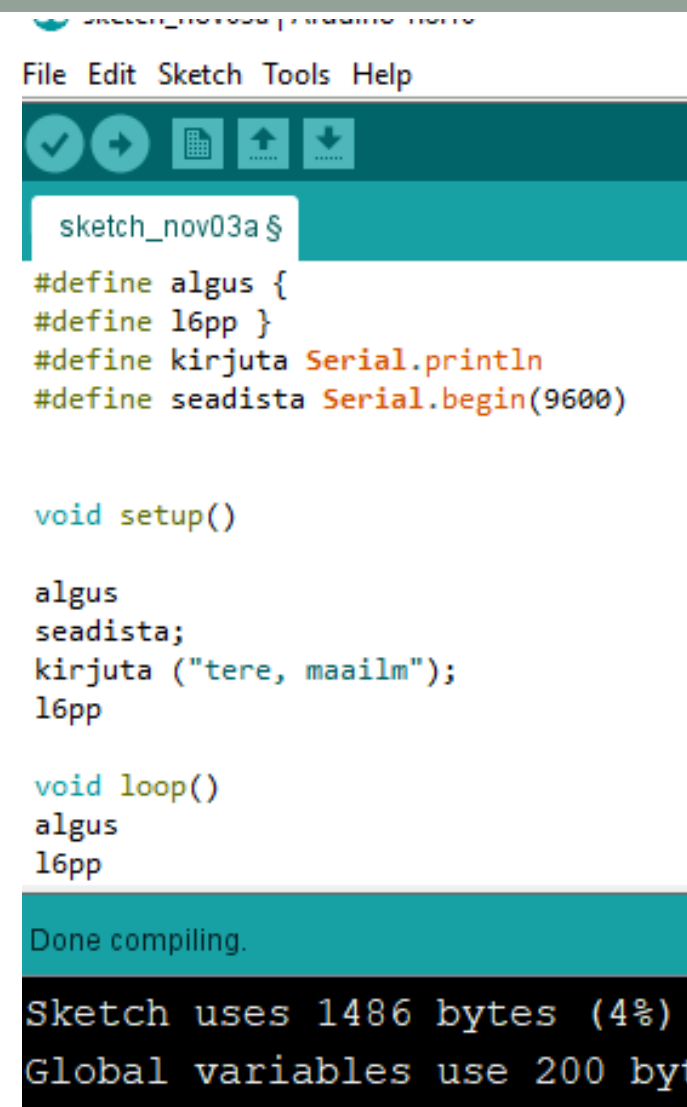
```
#define kartuleid 5 // igale poole kus on tekst "kartuleid" pannakse 5
```

```
#define porgandeid 12
```

```
#define doktorikraadiga_programmeerija Martinj
```

- byte tulemus=kartuleid+porgandeid;
- byte tulemus=5+12; //sama mis eelmine rida
- Mugav, kui on vaja kasutada programmi mitmes kohas , lähteandmeid muutes.
- **Definitsioon ei ole muutuja !**
- **Ehk kartuleid=kartuleid+3 ;**
- **on vigane lause (omistamistehe !)**

Arduino "keele mugavused" on ka suures osas definitsioonid.



The screenshot shows the Arduino IDE interface. At the top, there is a menu bar with 'File', 'Edit', 'Sketch', 'Tools', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with icons for checkmark, right arrow, grid, up arrow, and down arrow. The main editor area shows the following code:

```
sketch_nov03a $
#define algus {
#define l6pp }
#define kirjuta Serial.println
#define seadista Serial.begin(9600)

void setup()

algus
seadista;
kirjuta ("tere, maailm");
l6pp

void loop()
algus
l6pp
```

Below the code editor, a status window displays the following information:

```
Done compiling.
Sketch uses 1486 bytes (4%)
Global variables use 200 byt
```

Saab ka sedasi – Üks võimalikke viise, kuidas koodist arusaamine võõrastel (ja ka endal) äärmiselt ebamugavaks teha.



# Defineerime Arduino keskkonnas sisendid, väljundid

- Riistvara definitsioonid on üliväga mõistlik teha (veidi pikema koodi puhul läheb kergesti slime ees kirjuks ) , kuigi saab ka ilma. Anname klemmidele “nimed”
- Pannakse programmikoodi kõige algusesse
- Kui on vaja teha riistvaras muudatusi, saab muuta vaid definitsioone

```
#define Vasak_Andur A2
#define Parem_Andur A1
#define Vasak_Mootor 12
#define Parem_Mootor 11
#define valge LOW
#define must HIGH

void setup() {
  //---teeme anduriklemmid sisendiks-----
  pinMode (Vasak_Andur, INPUT);
  pinMode (Parem_Andur, INPUT);
  //---teeme täituriklemmid väljundiks-----
  pinMode (Vasak_Mootor, OUTPUT);
  pinMode (Parem_Mootor, OUTPUT);
}
```

# Koostame algoritmi jaoks sobivad funktsioonid

- Kasulik hoida põhialgoritmist eraldi – võimalik, et on vaja riistvara vahetada, saab teha ÜHES kohas vaid muudatuse.

```
//---ALGORITMIKÄSUD
void Liigu_OTSE ()
{
    digitalWrite (Parem_Mootor, HIGH);
    digitalWrite (Vasak_Mootor, HIGH);
}
void Liigu_PAREMALE ()
{
    digitalWrite (Parem_Mootor, LOW);
    digitalWrite (Vasak_Mootor, HIGH);
}
void Liigu_VASAKULE ()
{
    digitalWrite (Parem_Mootor, HIGH);
    digitalWrite (Vasak_Mootor, LOW);
}
void Liigu_STOP ()
{
    digitalWrite (Parem_Mootor, LOW);
    digitalWrite (Vasak_Mootor, LOW);
}
//-----
```

Keegi ei keela teha ka sedasi, aga kui on mingil põhjusel vaja muuta mootori klemmi, on muutused vaja teha igal pool !

```
void Liigu_VASAKULE ()
{
    digitalWrite (11, HIGH);
    digitalWrite (12, LOW);
}
```



joonej\_rgija2022 \$

```

/* Sissejuhatus Mehhatroonikasse 2022
 * Joonejärgija
 * Martin Jaanus
 */
#define Vasak_Andur A2
#define Parem_Andur A1
#define Vasak_Mootor 12
#define Parem_Mootor 11
#define valge LOW
#define must HIGH
//---ALGORITMIKÄSUD
void Liigu_OTSE ()
{
    digitalWrite (Parem_Mootor, HIGH);
    digitalWrite (Vasak_Mootor, HIGH);
}
void Liigu_PAREMALE ()
{
    digitalWrite (Parem_Mootor, LOW);
    digitalWrite (Vasak_Mootor, HIGH);
}
void Liigu_VASAKULE ()
{
    digitalWrite (Parem_Mootor, HIGH);
    digitalWrite (Vasak_Mootor, LOW);
}
void Liigu_STOP ()
{
    digitalWrite (Parem_Mootor, LOW);
    digitalWrite (Vasak_Mootor, LOW);
}
//-----

```

# Valmisprogramm

```

void setup() {
//---teeme anduriklemmid sisendiks-----
pinMode (Vasak_Andur, INPUT);
pinMode (Parem_Andur, INPUT);
//---teeme täituriklemmid väljundiks-----
pinMode (Vasak_Mootor, OUTPUT);
pinMode (Parem_Mootor, OUTPUT);
}

```

```

void loop() {
    // loeme andurite signaalid
    bool vasak_varv=digitalRead(Vasak_Andur);
    bool parem_varv=digitalRead(Parem_Andur);
// algoritmi algus
    if (vasak_varv==valge)
    {
        if (parem_varv==valge)
        {
            Liigu_OTSE();
        }
        else
        {
            // parem värv on must
            Liigu_PAREMALE();
        }
    }
    else
    {
        // vasak värv on must
        if (parem_varv==valge)
        {
            Liigu_VASAKULE();
        }
        else
        {
            // parem värv on must, võimalik, et ristumiskoht
            Liigu_OTSE();
        }
    }
// algoritmi lõpp
}

```

# Algorimi muutmine

- Kui on loodud riistvarahaldusfunktsioonid, on algoritmi muutmine imelihtne ! (kui on olemas toetav riistvara)

```
{  
  Liigu_OTSE();  
  delay(2000); //liigub 2 sekundit otse  
  Liigu_PAREMALE();  
  delay(3000); //liigub 3 sekundit paremale  
  Liigu_STOP();  
  //jääme seisma  
}
```

```
{  
  pinMode (11, OUTPUT);  
  pinMode (12, OUTPUT);  
  digitalWrite (11, HIGH);  
  digitalWrite (12, HIGH);  
  delay (2000);  
  digitalWrite (11, LOW);  
  digitalWrite (12, HIGH);  
  delay (3000);  
  digitalWrite (11, LOW);  
  digitalWrite (12, LOW);  
}
```

Halb näide programmikoodist, kuigi toimiv – võõras sellest aru ei saa, ega tõenäoliselt mõne aja möödudes ka autor. Sama asi, mis vasakul.