

Synkronisering

Ur innehållet:

- Arbetstakter - jämförelser

- Repetition: synkrona gränssnitt och tidsdiagram

- "Verklig tid" - räknarkrets "SysTick"

- Programmering av LCD-ASCII displaymodul

Läsanvisningar:

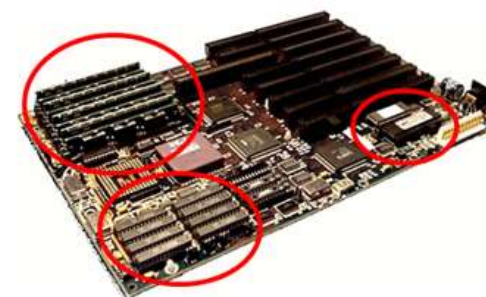
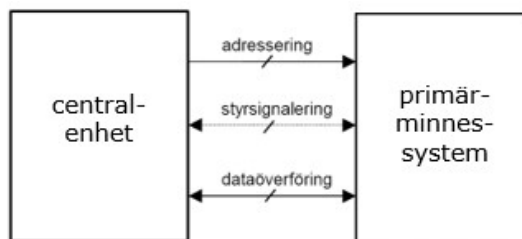
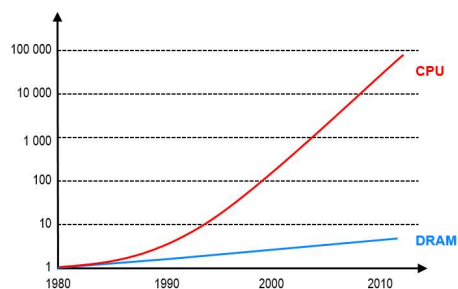
- Arbetsbok kapitel 5, t.o.m 5.3

- Datablad "ASCII-display"

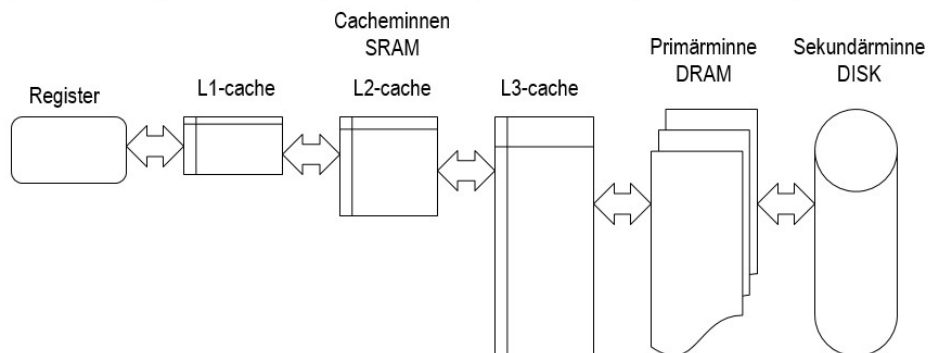
Målsättningar:

- Kunna implementera och testa laborationsuppgift 2

Arbetstakt - typiska åtkomsttider



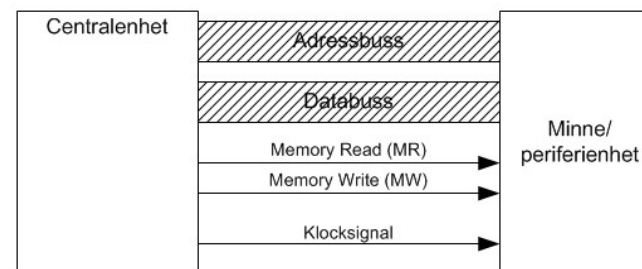
Storlek	1 KB	64 KB	256 KB	2-4 MB	4-16GB	4-16 TB
Åtkomsttid	300 ps	1 ns	3-10 ns	10-20 ns	50-100 ns	5-10 ms



Kraftigt varierande
prestanda resulterar i stora
skillnader i åtkomsttid

Ovillkorlig överföring

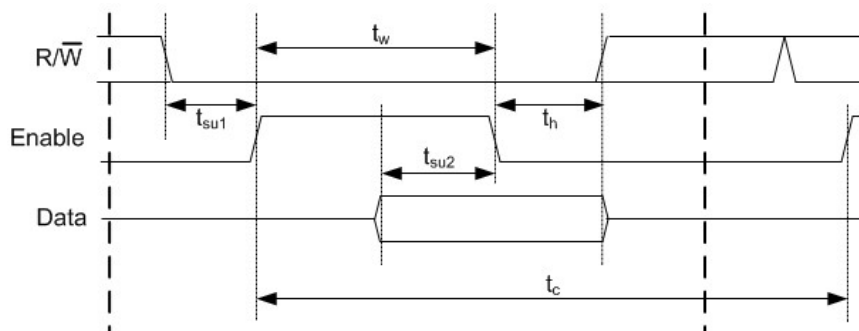
Kräver samtidighet "synkron" - en speciell signal, "Enable", används då för att ange exakt när datautbyte ska ske.



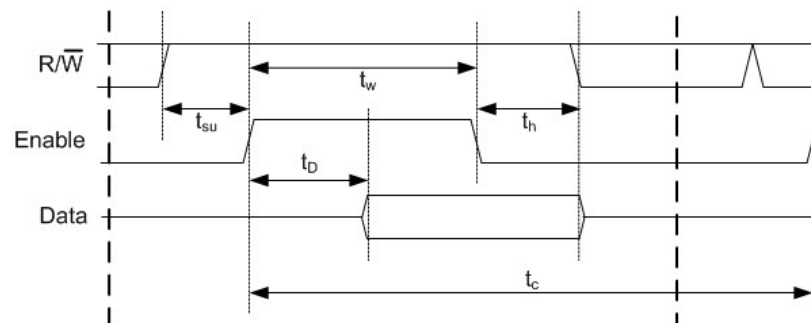
Flankerna definierar samtidigheten. Signalen kallas ofta "klocksignal".

Tidsdiagram - underlag för synkronisering

Skrivcykel - data överförs från CPU
till periferienhet



Läscykel - data överförs från
periferienhet till CPU

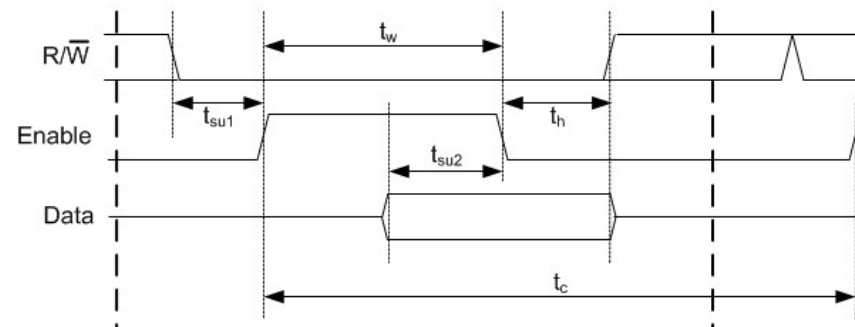
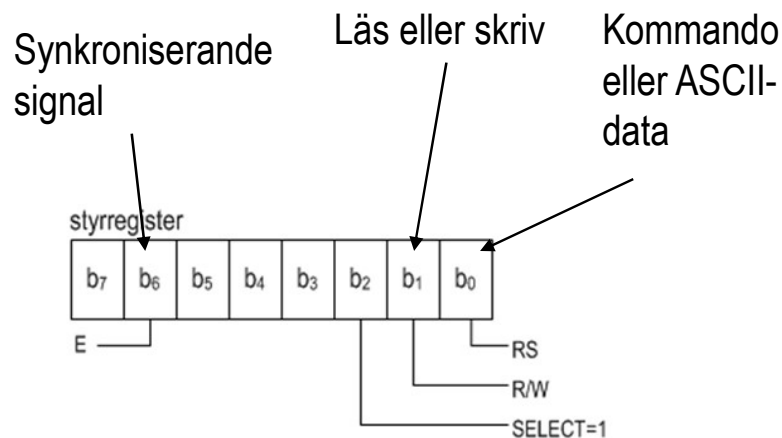
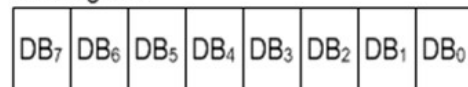


		min
t_c	cykel tid	min
t_w	klockpuls ("Enable") varaktighet (hög och låg)	min
t_{su1}	styrsignalernas setup-tid, före positiv E-flank	min
t_{su2}	setup-tid för data, skrivning, före negativ E-flank	min
t_D	setup-tid för data, läsning, före negativ E-flank	max
t_h	hold-tid, varaktighet (efter negativ E-flank)	min

Härledning av algoritm

Byte som ska överföras

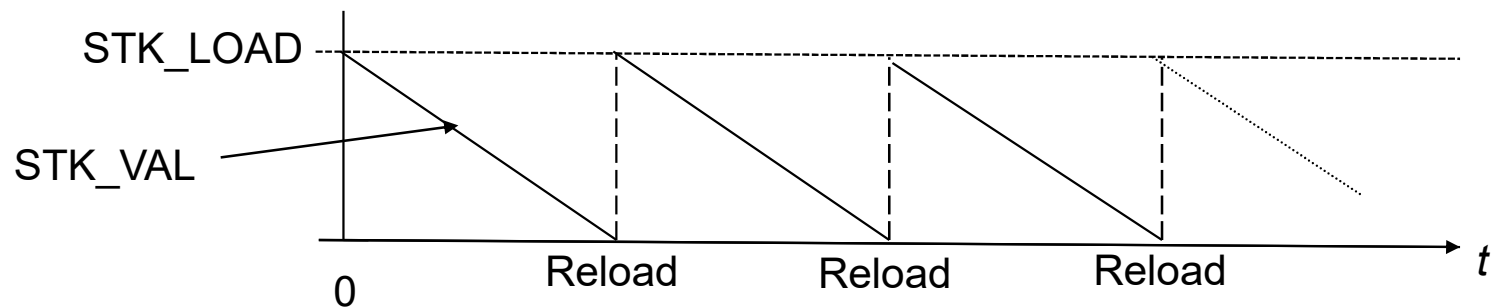
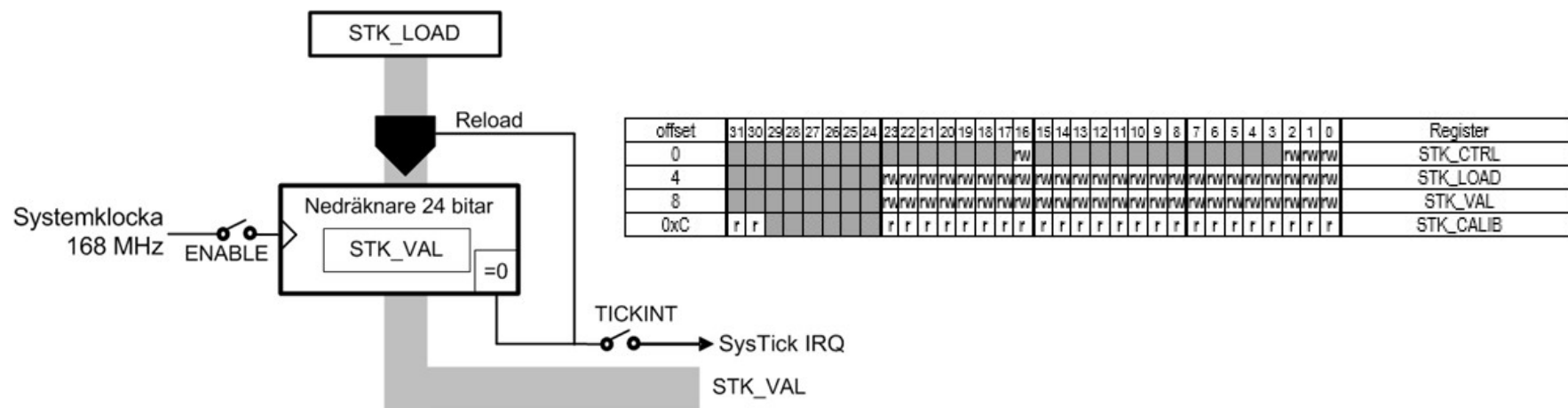
dataregister



Skriv 8 bitar till controller:

```
styrregister(RW)=0;
Vänta  $t_{su1}$ ;
styrregister(E)=1;
dataregister = (8 bitar);
Vänta  $t_{su2}$ ; (dock tills minst  $t_w$  förflutit)
E = 0;
vänta tills totalt  $t_c$  förflutit;
```

Räknarkrets - "SysTick"

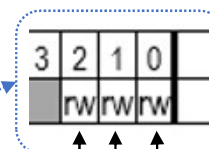


Räknarkrets - register

STK_CTRL (0xE000E010) Status och styrregister

offset	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Register
0																rw																	STK_CTRL

Bit 16: (COUNTFLAG):
Biten är 1 om räknaren räknat ned till 0.
Biten nollställs då registret läses.



Bit 0: (ENABLE) Aktivera räknare
0: Räknare deaktiverad
1: Räknare aktiverad

Bit 1: (TICKINT): Aktivera avbrott
0: Inget avbrott genereras.
1: Då räknaren slagit om till 0 genererar SysTick avbrott.

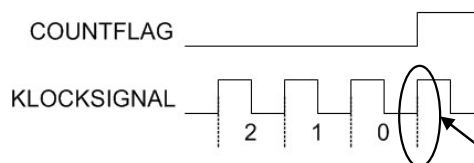
Bit 2: (CLKSOURCE) biten är 1 efter RESET:
0: Systemklocka/8 (168Mhz/8 = 21MHz)
1: Systemklocka (168MHz)

STK_LOAD (0xE000E014) Räknarintervall

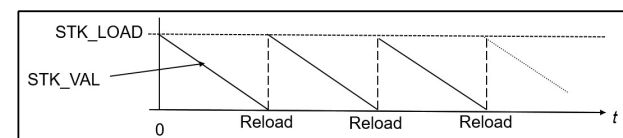
offset	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	Register
4																rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	STK_LOAD

Exempel: med 168MHz
Periodtid = $\frac{1}{168 \times 10^{-6}} \text{ s} \approx 6 \text{ ns}$

För $\frac{168}{168 \times 10^{-6}}$ får vi räknarintervallet 1µs



Omslaget till 0 sker i slutet av perioden vilket gör att den korrekta initieringen för 1µs fördröjning blir 168-1 klockcykler



Fördröjning med "SysTick"

Skapa en funktion `delay_250ns(void)` som blockerar (fördröjer) den anropande funktionen med minst 250 ns. Visa också hur denna kan användas för att skapa en fördröjningsrutin `delay_mikro( unsigned int us)` som fördröjer programexekveringen variabelt antal mikrosekunder.

Vi löser på tavlan...

Algoritm:

<code>STK_CTRL = 0</code>	Återställ SysTick
<code>STK_LOAD = CountValue</code>	
<code>STK_VAL = 0</code>	Nollställ räknarregistret
<code>STK_CTRL = 5</code>	Starta om räknaren
Vänta till <code>COUNTFLAG=1</code>	
<code>STK_CTRL = 0</code>	Återställ SysTick

void delay_250ns(void)

Fördröjning med "SysTick"

Skapa en funktion `delay_250ns(void)` som blockerar (fördröjer) den anropande funktionen med minst 250 ns. Visa också hur denna kan användas för att skapa en fördröjningsrutin `delay_mikro( unsigned int us)` som fördröjer programexekveringen variabelt antal mikrosekunder.

Vi löser på tavlän...

Algoritim:

STK_CTRL = 0	Återställ SysTick
STK_LOAD = CountValue	
STK_VAL = 0	Nollställ räknerregistret
STK_CTRL = 5	Starta om räknenaren
Vänta till COUNTFLAG=1	
STK_CTRL = 0	Återställ SysTick

```
#define STK_CTRL ((volatile unsigned int *) (0xE000E010))
#define STK_LOAD ((volatile unsigned int *) (0xE000E014))
#define STK_VAL ((volatile unsigned int *) (0xE000E018))

void delay_250ns( void )
{
    /* SystemCoreClock = 168000000 */
    *STK_CTRL = 0;
    *STK_LOAD = ( (168/4) -1 );
    *STK_VAL = 0;
    *STK_CTRL = 5;
    while( (*STK_CTRL & 0x10000 )== 0 );
    *STK_CTRL = 0;
}
```

void delay_mikro(int us)

Fördröjning med "SysTick"

Skapa en funktion `delay_250ns(void)` som blockerar (fördröjer) den anropande funktionen med minst 250 ns. Visa också hur denna kan användas för att skapa en fördröjningsrutin `delay_mikro( unsigned int us)` som fördröjer programexekveringen variabelt antal mikrosekunder.

Vi löser på tavlän...

Algoritim:

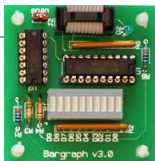
STK_CTRL = 0	Återställ SysTick
STK_LOAD = CountValue	
STK_VAL = 0	Nollställ räknaregisteret
STK_CTRL = 5	Starta om räknaren
Vänta till COUNTFLAG=1	
STK_CTRL = 0	Återställ SysTick

```
#define      STK_CTRL    ((volatile unsigned int *) (0xE000E010))
#define      STK_LOAD    ((volatile unsigned int *) (0xE000E014))
#define      STK_VAL      ((volatile unsigned int *) (0xE000E018))

void          delay_micro(unsigned int us)
{
#ifdef      SIMULATOR
    us = us / 1000;
    us++;
#endif
    while( us > 0 )
    {
        delay_250ns();
        delay_250ns();
        delay_250ns();
        delay_250ns();
        us--;
    }
}
```

Periodiskt blinkande diodramp

Vi har en diodramp ansluten till port D (0-7) och demonstrerar en applikation som får hela rampen att blinka 1 gång/sekund.

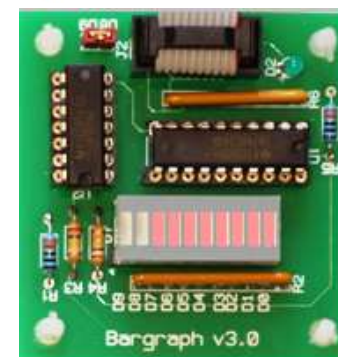


```
void main(void)
{
    init_app();
    while(1)
    {
        *GPIO_D_ODRLOW = 0;
        *GPIO_D_ODRLOW = 0;
        delay_milli(500);
        *GPIO_D_ODRLOW = 0xFF;
        *GPIO_D_ODRLOW = 0xFF;
        delay_milli(500);
    }
}
```

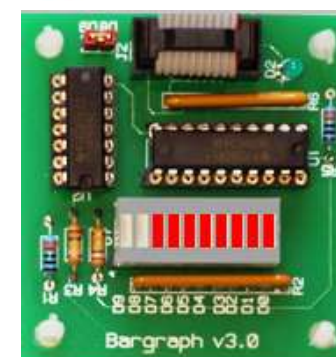
```
while(1)
{
    *GPIO_D_ODRLOW = 0;
    *GPIO_D_ODRLOW = 0;
    delay_milli(500);
    *GPIO_D_ODRLOW = 0xFF;
    *GPIO_D_ODRLOW = 0xFF;
    delay_milli(500);
}
```



```
while(1)
{
    *GPIO_D_ODRLOW = 0;
    *GPIO_D_ODRLOW = 0;
    delay_milli(500);
    *GPIO_D_ODRLOW = 0xFF;
    *GPIO_D_ODRLOW = 0xFF;
    delay_milli(500);
}
```



```
while(1)
{
    *GPIO_D_ODRLOW = 0;
    *GPIO_D_ODRLOW = 0;
    delay_milli(500);
    *GPIO_D_ODRLOW = 0xFF;
    *GPIO_D_ODRLOW = 0xFF;
    delay_milli(500);
}
```



Program har helt olika tidsegenskaper då dom utförs i simulator respektive hårdvara. Använd villkorlig kompilering för att anpassa fördröjningen i exemplet för simulator

```
void delay_milli(unsigned int ms)
{
    #ifdef SIMULATOR
        ms = ms / 1000;
        ms++;
    #endif
    ...
}
```

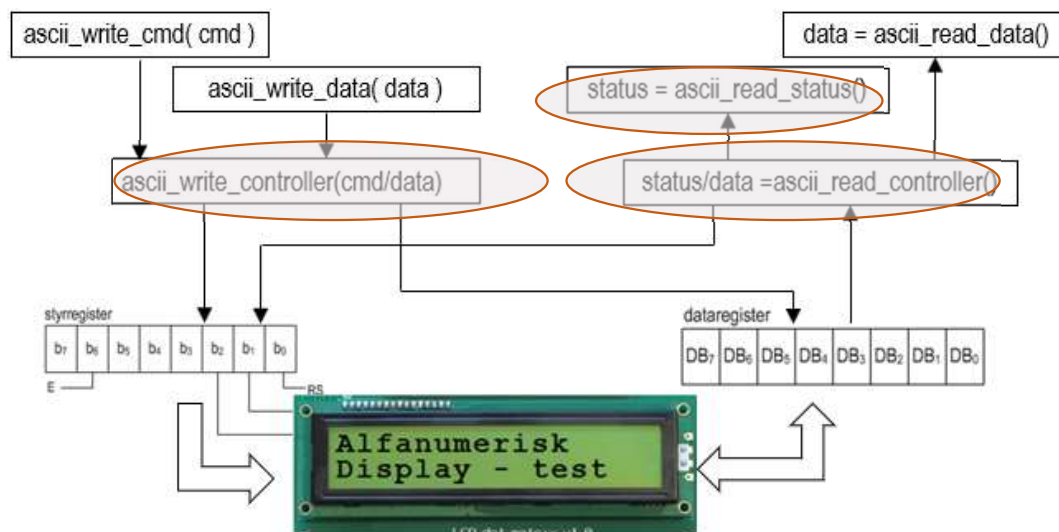
C++ Compiler Options	-g;-UU;-Wall
C Compiler Options	-g;-O0;-mthumb -march=armv6-m -m
Assembler Options	
Include Paths	.
Preprocessors	SIMULATOR
☒ Pre Compiled Header	
Header File	
Explicitly Include PCH	☐
PCH Compile Flags	
PCH Compile Flags Policy	Replace

Programmering av ASCII-Display

Vi implementerar funktioner:

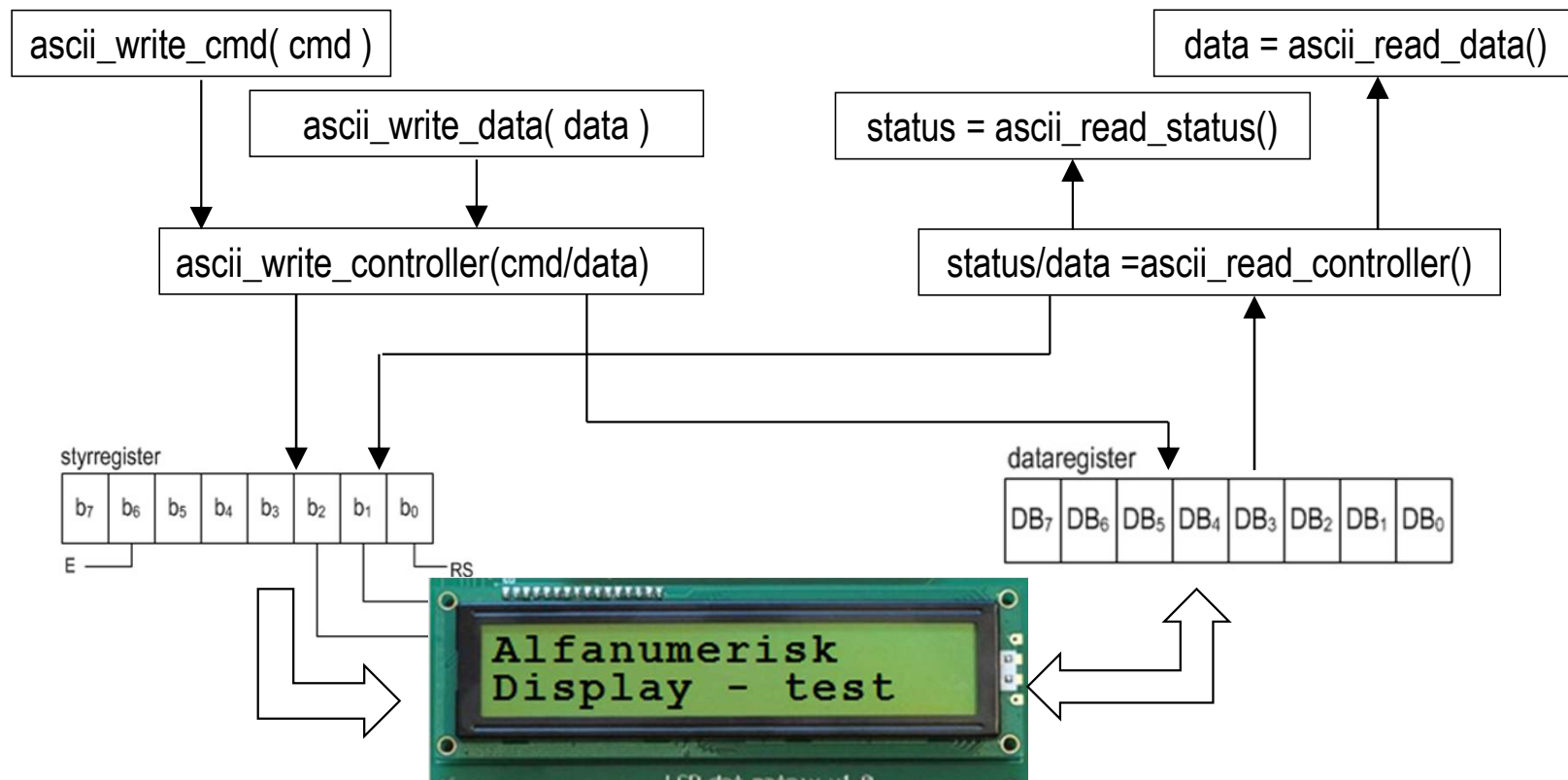
```
ascii_write_controller(cmd/data)
status/data=ascii_read_controller()
status=ascii_read_status()
```

Programstruktur



*resten av programpaketet,
implementering, integration och test
är del av laborationsprojektet...*

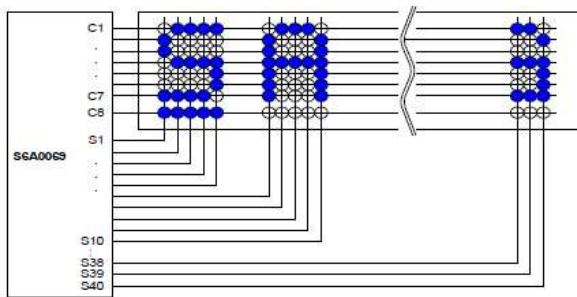
Programstruktur



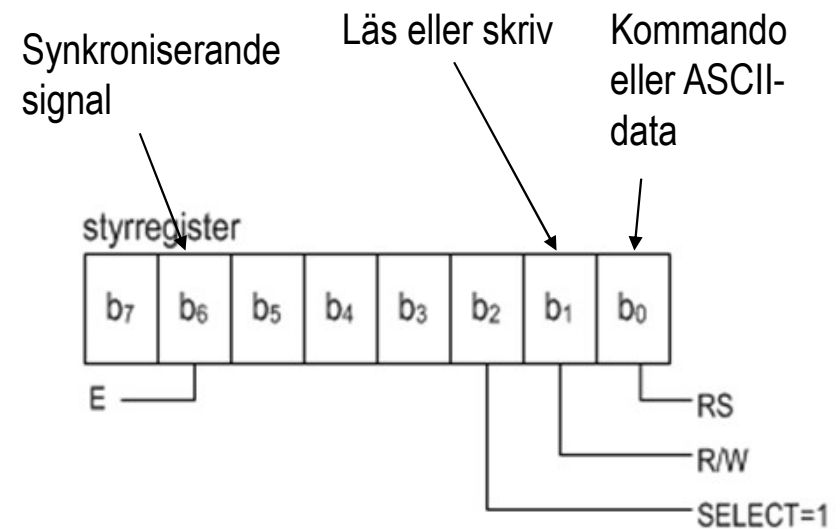
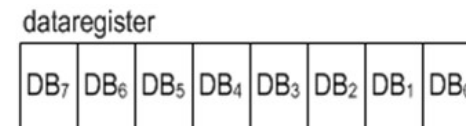
Programmering av ASCII-display

Kretsen översätter ASCII-tecken till motsvarande bit-mönster via ett enkelt gränssnitt:

styrregister - 4 bitar används
 dataregister - 8 bitar används



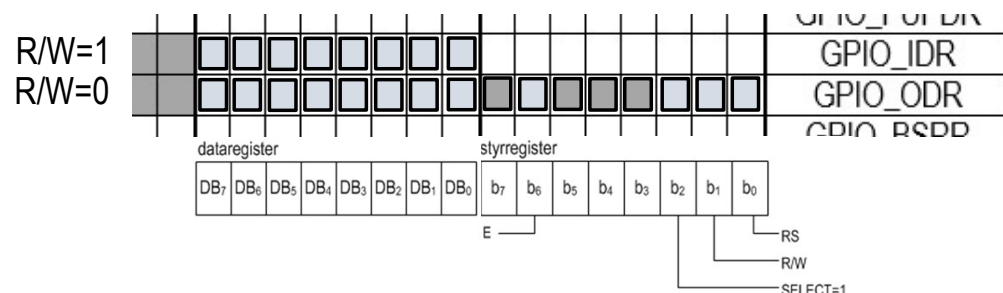
Byte som ska överföras



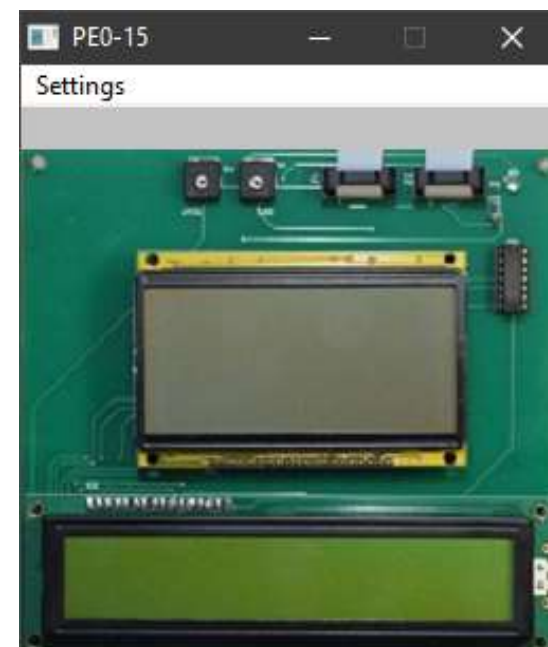
Anslutning av ASCII-display

Vi konfigurerar två 8-bitars portar i GPIO E.

LCD-modul CTRL PE0-7 ansluts till ASCII-styrkretsens styrregister, styrregistret är endast skrivbart



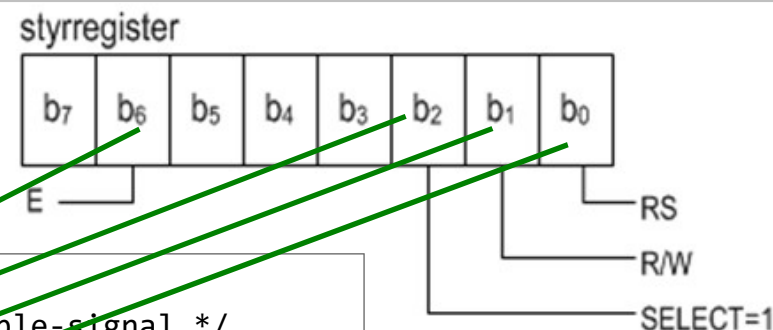
LCD-modul DATA PE8-15 är en utport för **data till** ASCII-styrkretsen men vänds till en inport då vi läser **data från** ASCII-styrkretsen



I dataregistret skriver/läser vi alltid 8 bitar åt gången.

I styrregistret ändrar vi enstaka bitar åt gången

Ändra enstaka bitar i styrregistret



```
/* Masker för kontrollbitar */
#define B_E 0x40 /* Enable-signal */
#define B_SELECT 4 /* Välj ASCII-display */
#define B_RW 2 /* 0=Write, 1=Read */
#define B_RS 1 /* 0=Control, 1=Data */
```

```
void ascii_ctrl_bit_set( char x )
{ /* x: bitmask bits are 1 to set */
  char c;
  c = *GPIO_E_ODRLOW;
  *GPIO_E_ODRLOW = B_SELECT | x | c;
}
```

```
void ascii_ctrl_bit_clear( char x )
{ /* x: bitmask bits are 1 to clear */
  char c;
  c = *GPIO_E_ODRLOW;
  c = c & ~x;
  *GPIO_E_ODRLOW = B_SELECT | c;
}
```

Alternativt, använd "macro"-definitioner

```
#define ASCII_CTRL_BIT_SET(x) \
    *GPIO_E_ODRLOW = \
    (B_SELECT | x | *GPIO_E_ODRLOW)
```

```
#define ASCII_CTRL_BIT_CLEAR(x) \
    *GPIO_E_ODRLOW = \
    (B_SELECT | ( *GPIO_E_ODRLOW & ~(x) ))
```

Ge kommando till styrkrets

Formulering av algoritm för att överföra ett specifikt kommando till styrkretsen

Algoritm: ascii_command(command)

Vänta tills statusflaggan är 0

Fördröj 8 us

ascii_write_cmd(command)

Fördröj kommandospecifik fördröjning

Kommando	RS	RW	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0	Beskrivning	Elektronisk tid
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Skriver 0x20 till DDRAM och sätter adressregistret till 0.	1.53 ms
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X	Sätt adressregister till 0 och återställ markör ("cursor")	1,53 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	ID	SH	Ange markörens riktning och aktivera skift	39us
									ID		Increment/Decrement mode, 0: markören flyttas till vänster, 1: markören flyttas till höger	
									SH		Helt Bildminne skift, 0:skift av, 1: skift på	
Display control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sätt displayens funktion	39us
									D		Display av/på, 0:av, 1:på.	
									C		Markör av/på, 0:av, 1:på	
									B		Blinkande markör av/på, 0:av, 1:på	
Function set	0	0	0	0	1	1	N	F	X	X		
									N		Antal rader, 0:1 rad, 1: 2 rader	
									F		Teckenstorlek, 0: 5x8 punkter, 1: 5x11 punkter	
Adress	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	Sätt adress	
Läs statusbit och adress	0	1	BF	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0	BF är 1 om kommando, 0 annars. Med detta kommando läser man samtidigt adressen för nästa insättning i teckenminnet	
Skriv data	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Skriv data till teckenminne	43us
Läs data	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	Läs data från teckenminne	43us

Exempel: Kodning för att skicka kommandot "Clear display"

```

/* vänta tills display är klar att ta emot kommando */
while( ( ascii_read_status() & 0x80 ) == 0x80 ) {}
delay_micro( 8 ); /* latenstid för kommando */
ascii_write_cmd( 1 ); /* kommando: "Clear display" */
delay_milli( 2 ); /* i stället för 1,53 ms */

```

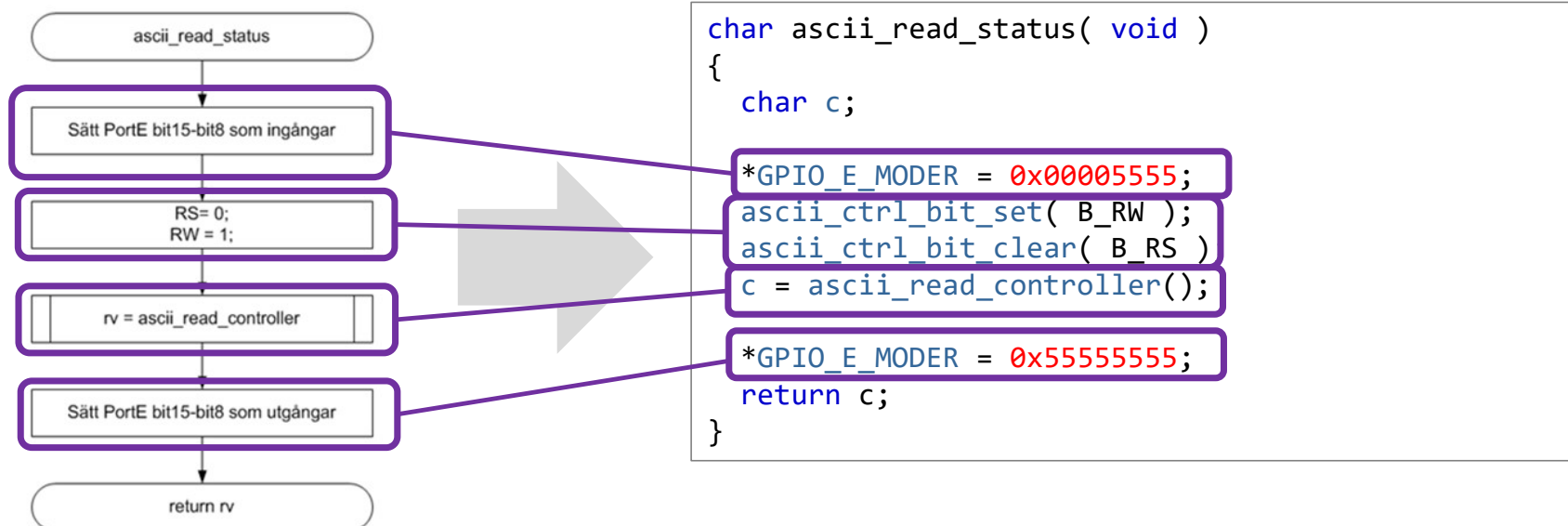
Anm: Funktioner som ännu ej finns i simulator:

- Entry mode set
- Display on/off
- Function set (endast 5x8, 2 rader)

status = ascii_read_status()

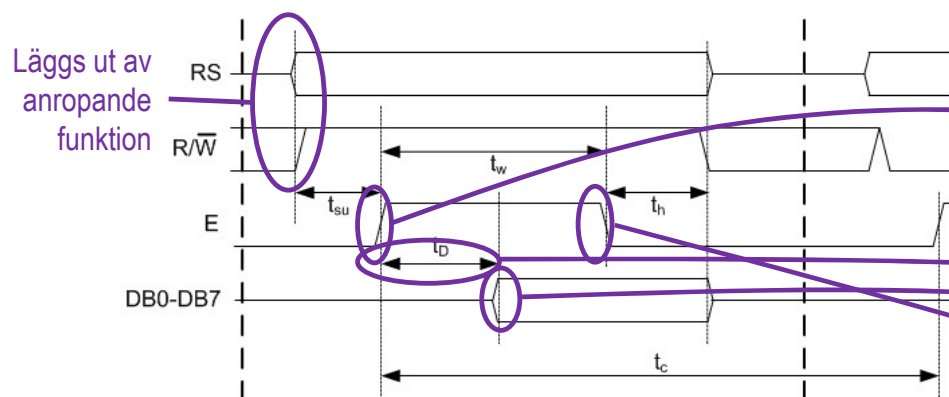
För att läsa från styrkretsen måste vi "vända" riktningen hos port E15-E8 ("dataregister")

Algoritm:

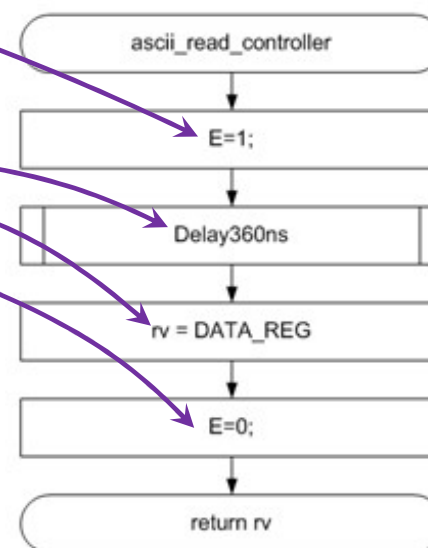


Läscykel - karakteristika

Databladets tidsdiagram illustrerar hur styrsignaler ska läggas ut och hur displaymodulen svarar med data.



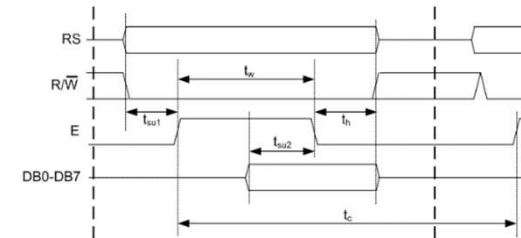
Algoritm:



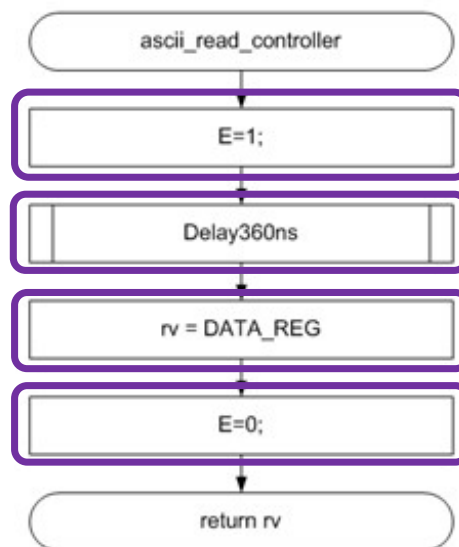
		min	max
t_c	cykel tid	1000 ns	
t_w	klockpuls ("Enable") varaktighet (hög och låg)	450 ns	
t_{su1}	styrsignalernas setup-tid, före positiv E-flank	60 ns	
t_D	setup-tid för data, läsning, före negativ E-flank		360 ns
t_h	hold-tid, varaktighet (efter negativ E-flank)	10 ns	

ascii_read_controller(command)

RS och RW har satts korrekt av anropande funktion



Algoritm:

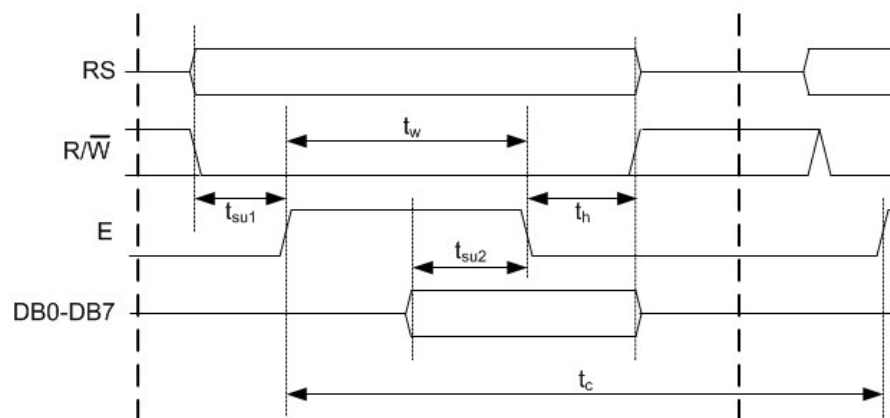


```

char ascii_read_controller( void )
{
    char c;
    ascii_ctrl_bit_set( B_E );
    delay_250ns();
    delay_250ns();
    c = *GPIO_E_IDRHIGH;
    ascii_ctrl_bit_clear( B_E );
    return c;
}
  
```

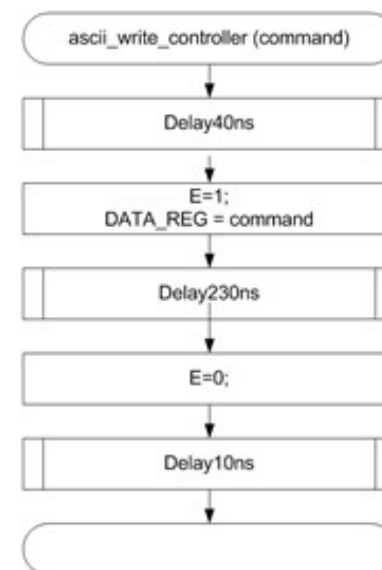
Skrivcykel - karakteristika

Databladets tidsdiagram illustrerar hur styrsignaler och data ska läggas ut



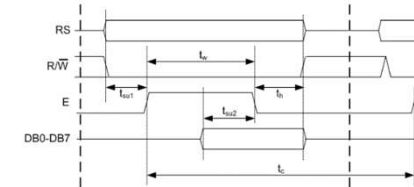
		min
t_c	cykel tid	500 ns
t_w	klockpuls ("Enable") varaktighet (hög och låg)	230 ns
t_{su1}	styrsignalernas setup-tid, före positiv E-flank	40 ns
t_{su2}	setup-tid för data, skrivning, före negativ E-flank	80 ns
t_h	hold-tid, varaktighet (efter negativ E-flank)	10 ns

Algoritm:

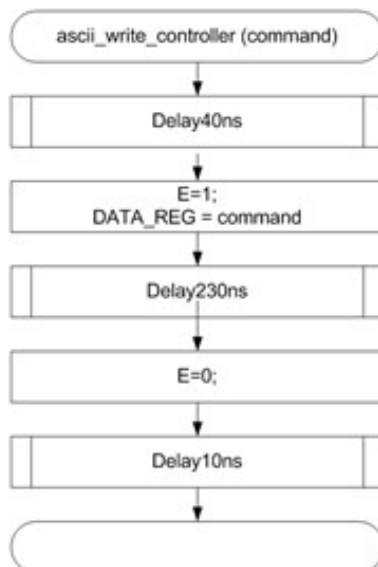


ascii_write_controller(command)

Implementering av algoritmen RS och RW är klara



Algoritm:



```

void ascii_write_controller( char c )
{
    ascii_ctrl_bit_set( B_E );
    *GPIO_E_ODRHIGH = c;
    ascii_ctrl_bit_clear( B_E );
    delay_250ns();
}
  
```