

Labo datacommunication les 4 : Analoge signalen

Doelstellingen

- Verschil kennen tussen een analoog en een digitaal signaal.
- Analoge signalen kunnen genereren en inlezen

Inleiding

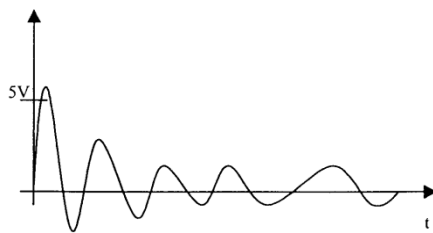
Digitale signalen



De tussenliggende waarden worden afgerond, afhankelijk van de technologie. Soms hebben we echter te maken met een schemerzone.

spanning en de

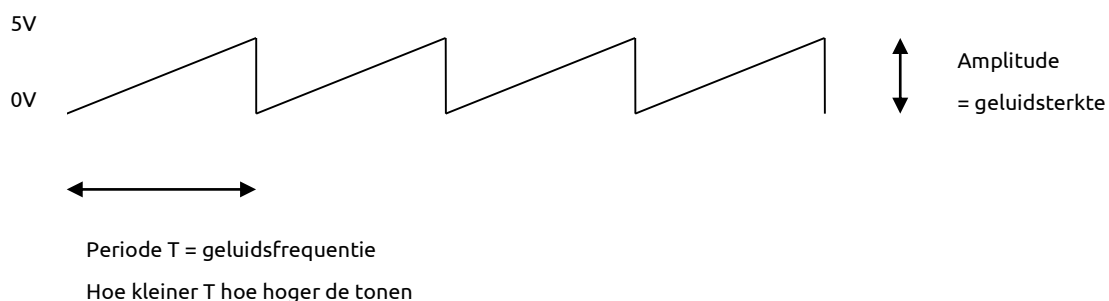
Analoge signalen



Alle mogelijke waarden tussen twee grenzen zijn geldig.

B.v. tonen, sensoren,...

B.v. zaagtandspanning.

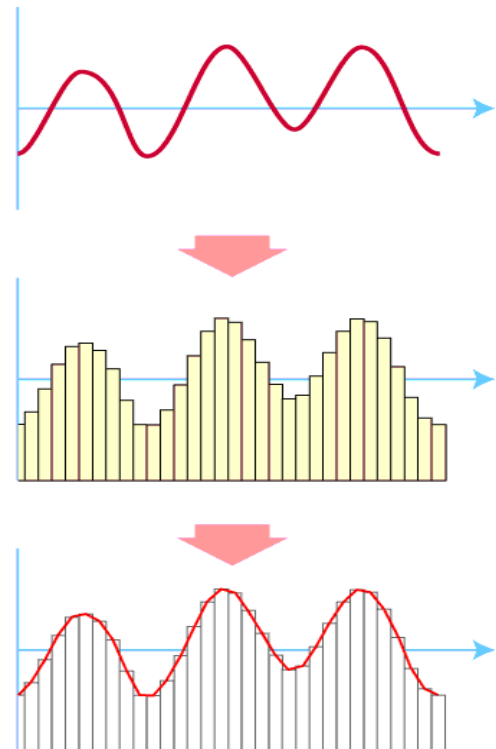


Analoog digitaal convertor

Een AD-converter of Analoog-Digitaal-converter (ADC) zet een analoog signaal, bijvoorbeeld een spraaksignaal, om in een digitaal signaal.

Een AD-converter is de tegenhanger van de DA-converter. Deze zet digitale signalen om in een analoog signaal.

Een analoog signaal is per definitie een signaal wat continu in tijd en in amplitude is (de resolutie is oneindig). Wanneer een analoog signaal, digitaal gemaakt wordt, betekent dit dat het signaal in tijd en in amplitude gediscrètiseerd moet worden. Een discrete (digitaal) signaal is de tegenhanger van een continu signaal. Om het signaal digitaal te maken zal er dus met vaste tussenpozen (bemonsteringsfrequentie) een monster genomen moeten worden waarna ook dit monster gediscrètiseerd wordt. Om de zoveel tijd wordt er dus een sample genomen welke opgeslagen wordt als een digitaal getal. Dit digitale getal is eindig in resolutie (discreet) en kan dus niet zoals een analoog getal alle waarden voorstellen.



Analoge ingangen

Op onze daq kaarten beschikken we over 4 analoge ingangen. Twee ingangen kunnen gesimuleerd worden met de twee potentiometers. We kunnen ook nog twee externe analoge signalen aansluiten op de bovenste header aan de linkerkant van het board.

Een signaal van 0 tot 5V wordt in de pic omgezet naar een analoog signaal met een resolutie van 10 bits. Een signaal van 5V krijgt dus een decimale waarde van 1023.

Een spanning van 2,5V krijgt een waarde van 512, enz...

Met de functie `readAnalogIn` kunnen we analoge ingangen inlezen. We moeten enkel meegeven welk analoog kanaal we willen inlezen, we krijgen dan een 10 bits getal terug. De microcontroller maakt echter gebruik van bytes.

In de onderstaande code kun je zien hoe dat 10 bits getal in twee stappen wordt uitgelezen. Er wordt een buffer van bytes meegegeven. De eerste byte in de buffer is het commando. Het tweede getal in de buffer is het kanaal. De derde en vierde byte vormen dan samen ons 10 bits getal. Eerst worden de twee major bits ingelezen. Vervolgens worden ze 8 plaatsen naar links geshift, vervolgens worden dan via de or instructie de 8 minor bits toegevoegd.

```
public static int ReadAnalogIn(byte kanaal) {
    Int16 iAout;
    byte[] send_buf = new byte[64];
    byte[] receive_buf = new byte[64];

    int recvLength = 4;
    int bufLength = 2;

    send_buf[0] = read_analog_in ;//Comando
    send_buf[1] = kanaal ;//Dato
```

```

if (SendReceivePacket(ref send_buf, ref bufLength, ref receive_buf, ref recvLength, 1000, 1000)
== 1) {
    if ((recvLength == 4) && (receive_buf[0] == read_analog_in)) {
        iAout = receive_buf[2];
        iAout = (short) ( iAout << 8);
        iAout = (short)(( iAout) | (short)(receive_buf[3]));
        return iAout;
    }
    else
        throw new Exception("USB Operation Failed Analog in");
}
else
    throw new Exception("USB Operation Failed Analog in");
}

```

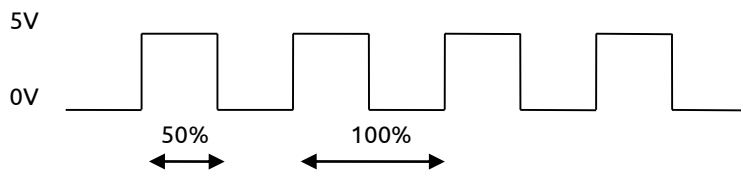
Analoge uitgangen

Ons daq-kaart beschikt over twee analoge uitgangen met een resolutie van 10 bits.

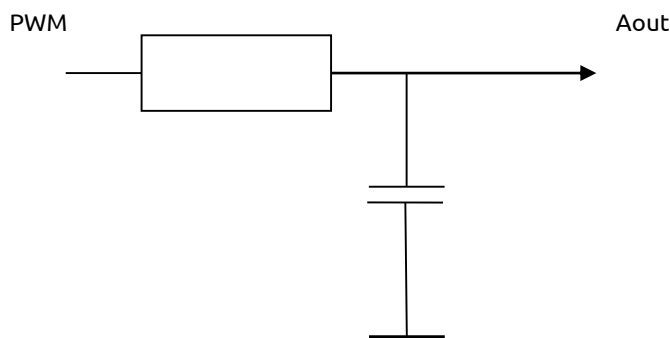
De uitgestuurde waarde komt overeen met de helderheid van de twee groene leds aan de linkerkant van het board.

De analoge uitgangen worden ook naar buiten gebracht aan de header linksonder van het board.

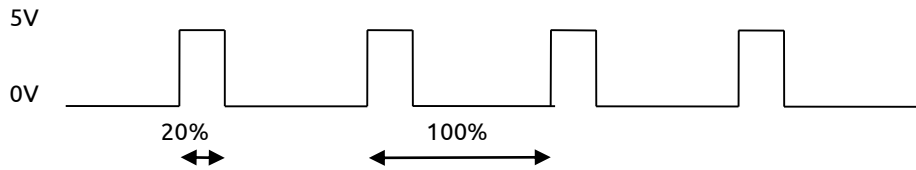
De twee analoge uitgangen zijn twee PWM (pulse width modulation) uitgangen met een puls breedte modulatie tussen de 0% en 100%.



PWM is in principe een digitale spanning. Via een RC schakeling kan het PWM signaal omgevormd worden naar een analogoog signaal. .



b.v.



In bovenstaande figuur zie je dat er 20% van de tijd een spanning van 5V wordt meegegeven. De RC-schakeling filtert er de gemiddelde waarde uit => 1V. (analoog signaal)

De variatie van 0% t.e.m. 100% kunnen we in verschillende stappen bepalen.

Over hoe meer bits ik beschik hoe nauwkeuriger ik het signaal kan nabootsen.

Wij beschikken over een 10 bits analoge uitgang.

Er wordt opnieuw een buffer van bytes meegegeven. De eerste byte in de buffer is het commando. Het tweede getal in de buffer is het kanaal. De derde en vierde byte vormen dan samen ons 10 bits getal. Eerst worden de twee major bits weggeschreven. Vervolgens worden ze 8 plaatsen naar rechts geshift, vervolgens worden dan de 8 minor bits toegevoegd.

```
public static void WriteAnalogOut(byte kanaal , Int16 data ){
    byte[] send_buf = new byte[64];
    byte[] receive_buf = new byte[64];

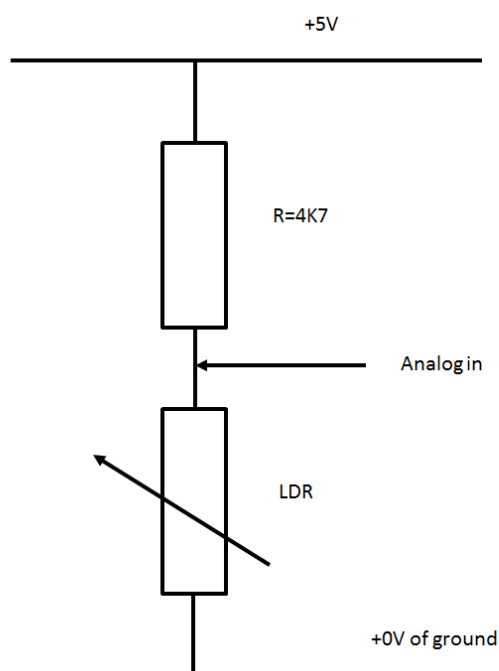
    int recvLength = 1;
    int bufLength = 4;

    send_buf[0] = write_analog_out; //Comando
    send_buf[1] = kanaal ;//kanaal
    send_buf[2] = (byte)((data >> 8) & 0x3) ;//Data --> 2 bits mayor
    send_buf[3] = (byte)(data & 0xFF) ;//Dato --> 8 bits peso minor, total 10 bits (0-1023)
```

Opdracht : analoge signalen

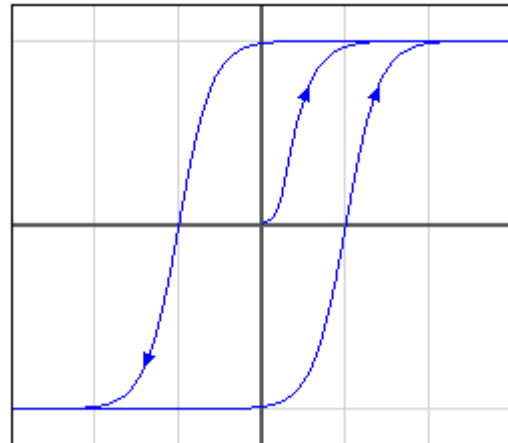
Lichtsensord

- Maak een nieuw project aan : groepnr-loginnaam-analoog
- Voorzie 4 progressbars om de status van de analoge ingangen weer te geven. De stand van de twee potentiometers kan je met de twee eerste progressbars weergeven. De 2 andere progressbars stellen de analoge ingangen van de externe header voor. Voorlopig zal je daar enkel een 0 inlezen. Gebruik hiervoor een backgroundworker die om de seconde de analoge ingangen inleest.
- Voorzie twee controls om de twee analoge uitgangen te sturen.
- Aan de externe header zullen we een lichtsensor aansluiten. Deze is aangesloten aan de analoge ingang 2. Toon de waarde van de lichtsensor op de progressbar.
- De lichtsensor is een lichtgevoelige weerstand of LDR (light dependent resistor). De weerstand wordt beïnvloed door de hoeveelheid licht die op de weerstand invalt. De weerstandswaarde van de LDR wordt kleiner naarmate er meer licht op invalt. Om de waarde van een sensor te kunnen inlezen moeten we een spanningsdeler maken. Over de spanningsdeler plaatsen we 5V gelijkspanning. Naarmate er meer licht op de sensor invalt wordt zijn weerstandswaarde kleiner en zal er dus ook minder spanning over de lichtsensor staan. Die spanning kunnen we inlezen op ons acquisitie bord.



- Nu gaan we de tweede analoge uitgang (Aout1) terugkoppelen naar de derde analoge ingang (Ain2). Doen we dit rechtstreeks via een draadje in de headers, zullen we een PWM signaal inlezen. Afhankelijk van het tijdstip waarop de sampling gebeurt krijgen we dus een 0V of een 5V binnen. Wij willen natuurlijk de effectieve waarde inlezen, daarom moet je gebruik maken van een RC netwerk. Controleer de uitgestuurde waarde van de analoge uitgang met de waarde die je inleest op de analoge ingang. Voorzie een foutmelding als er meer dan 10% afwijking is. Visualiseer dit met de derde progressbar.
- De lichtwaarde van de sensor zullen we ook visualiseren op de eerste 6 leds. Volle lichtsterkte betekent zes leds die oplichten, volledige duisternis komt overeen met 1 led die brandt. Programmeer ook de 4 tussenstappen.
- Nu zullen we de lichtwaarde van de sensor gebruiken om een lamp te bedienen. Als het te donker wordt zullen we de achtste led laten oplichten en omgekeerd. Gebruik bitoperaties zodat de visualisatie van de lichtsterkte op de 6 leds behouden blijft. Je zal merken dat dit resulteert in een knipperende led. De achtste led stelt dus de uitgang van een externe lamp voor.

- Om het knipperen van de achtste led te verhinderen zullen we gebruik maken van hysteresis. De lichtwaarde moet dalen tot onder het hoogste instelpunt, stijgt de lichtsterkte opnieuw dan gaan we de lamp pas uitschakelen als ze het laagste instelpunt heeft overschreden. Neem als ondergrens drie brandende leds, als bovengrens vier brandende leds.
- Regel de ondergrens met de zotte knop, het verschil tussen de onder- en bovengrens blijft gelijk. Geef de decimale waarde van de ondergrens en de sensorwaarde weer op het LCD display.



Geluid

Als we verschillende WriteAnalogOut instructies na elkaar uitvoeren om b.v. een toon te genereren merken we dat we veel te traag zijn om geluid te produceren. Onze microcontroller is snel genoeg maar er gaat teveel tijd verloren tussen de communicatie tussen pc en controller.

Daarom hebben we een extra functie voorzien om de analoge uitgang te sturen.

In die extra functie hebben we de resolutie ook verlaagd van 10 naar 8 bits. Zo kunnen we onmiddellijk twee keer sneller sturen.

De onderstaande functie heeft als eerste argument het analoge kanaal, het tweede argument is nu een bytearray die we kunnen meegeven. De array kan 65 elementen bevatten. De eerste twee bytes worden gebruikt voor het commando en het kanaalnummer, we kunnen dus nog 63 bytes met data meegeven. Zo hoeven we pas na 63 waarden opnieuw communicatie te maken tussen PC en controller.

Het beste resultaat bekom je als je de buffer volledig opvult. In de buffer kan je dus 63 stappen meegeven tussen 0 en 255.

```
public static void WriteAnalogOut(byte kanaal, byte[] data)
{
    byte[] send_buf = new byte[64];
    byte[] receive_buf = new byte[64];
    int bufLength = 64;

    if (data.Length < 64)
        throw new ArgumentException("Size of the buffer must be larger than 64", "data");

    int recvLength = 1;

    send_buf[0] = anal_buffer_out; //Comando
    send_buf[1] = kanaal; //kanaal

    Buffer.BlockCopy(data, 0, send_buf, 2, 62);
```

- Vul eerste de buffer op met 0 en 255 en verbind een luidspreker met een analoge uitgang.
- Experimenteer wat met de tonen zodat je een hoog en een laag signaal kan maken.
- Koppel de maximale lichtsterkte aan de hoge toon en de laagste lichtsterkte aan de lage toon.

Grafiek

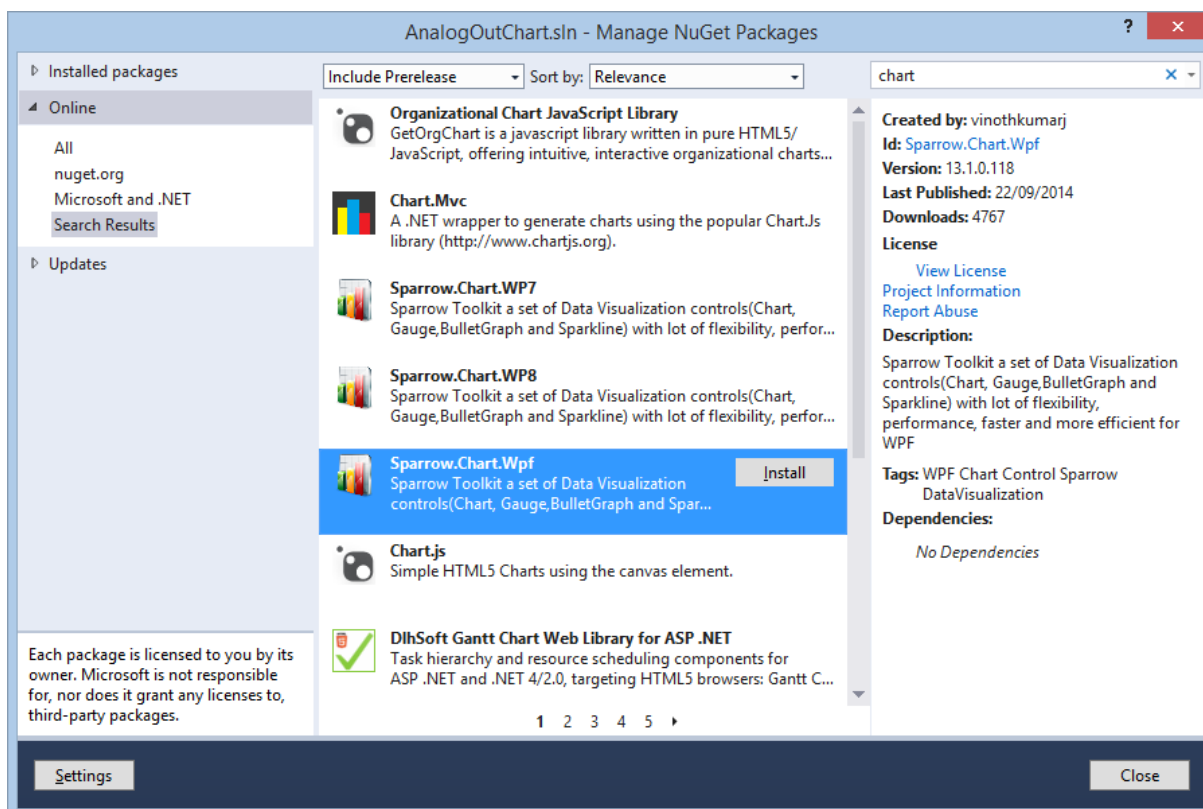
Het zou leuk zijn om de waarden van een lichtsensor ook op een grafiek te kunnen weergeven. Daar voor gaan we gebruik maken van de sparrow.chart

<http://sparrowtoolkit.codeplex.com/wikipage?title=Create%20a%20Basic%20Chart>

Wij zullen opteren om een lijngrafiek te maken. De grafieken visualiseren een numerieke waarde gekoppeld aan een tekstwaarde. (de legende).

Installatie

Download en installeer de toolkit. Om gebruik te maken van Chart (grafiek)-controls moet een referentie gelegd worden naar de WPFToolkit.VisualStudio.Design.



In de toolbox van Visual Studio moet je via "choose items" de chart control toevoegen.

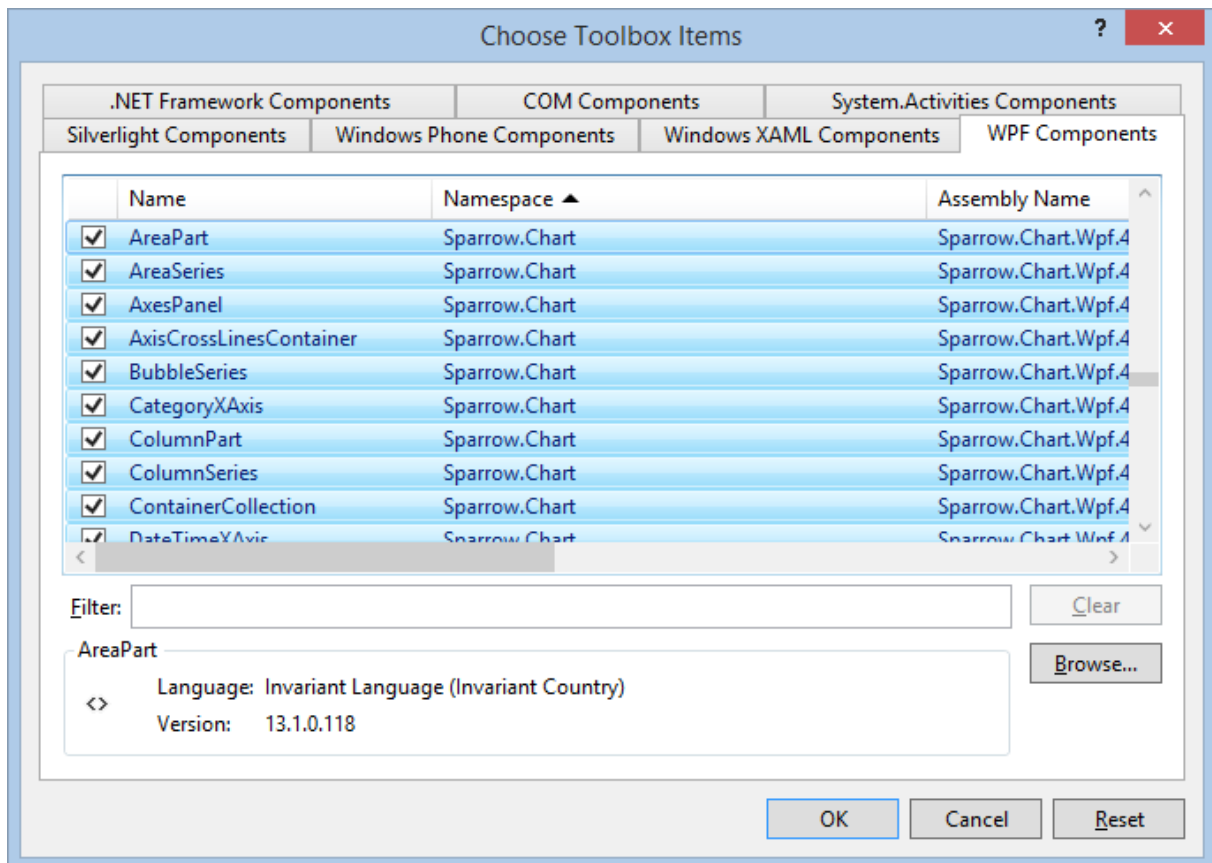


Chart control en XAML

```
<sparrow:SparrowChart>
    <sparrow:SparrowChart.XAxis>
        <sparrow:LinearXAxis/>
    </sparrow:SparrowChart.XAxis>
    <sparrow:SparrowChart.YAxis>
        <sparrow:LinearYAxis/>
    </sparrow:SparrowChart.YAxis>
    <sparrow:LineSeries>
        <sparrow:LineSeries.Points>
            <sparrow:DoublePoint Data="0" Value="1"/>
            <sparrow:DoublePoint Data="1" Value="2"/>
            <sparrow:DoublePoint Data="2" Value="3"/>
            <sparrow:DoublePoint Data="3" Value="4"/>
        </sparrow:LineSeries.Points>
    </sparrow:LineSeries>
</sparrow:SparrowChart>
```


Chart control en C# code

```
//Create a model
public class Model
{
    public double X { get; set; }
    public double Y { get; set; }

    public Model(double x,double y)
    {
        X = x;
        Y = y;
    }
}

// Create a ViewModel
public class ViewModel
{
    public ObservableCollection<Model> Collection { get; set; }
    public ViewModel()
    {
        Collection = new ObservableCollection<Model>();
        GenerateDatas();
    }
    private void GenerateDatas()
    {
        this.Collection.Add(new Model(0, 1));
        this.Collection.Add(new Model(1, 2));
        this.Collection.Add(new Model(2, 3));
        this.Collection.Add(new Model(3, 4));
    }
}
```

<http://sparrowtoolkit.codeplex.com/wikipage?title=Create%20a%20Basic%20Chart>

Je kan een serie kiezen (line, bullet, pie,...) Vervolgens voeg je er nog een aantal extra's aan toe.

Observable collections

Wanneer we een verzameling koppelen aan de ItemsSource wordt elk element in de grafiek opgenomen. Wanneer we later een element aan deze verzameling toevoegen of verwijderen willen we dit ook in de grafiek weerspiegeld zien. Een verzameling kan zijn klanten verwittigen omtrent het toevoegen of verwijderen van objecten door middel van de INotifyCollectionChanged

interface. In .NET vinden we de `ObservableCollection< T >` klasse terug die deze interface implementeert. In het voorbeeld is een verzameling van lichtsensor objecten gebruikt.

```
public static ObservableCollection<Lichtsensor> getInfos()
{
    if(_lichtwaarden != null) return _lichtwaarden;

    _lichtwaarden = new ObservableCollection<Lichtsensor>();
    _lichtwaarden.Add(new Lichtsensor(1, 3));
    _lichtwaarden.Add(new Lichtsensor(2, 30));
    _lichtwaarden.Add(new Lichtsensor(3, 50));
    _lichtwaarden.Add(new Lichtsensor(4, 40));

    return _lichtwaarden;
}
```

Maak de klasse lichtsensor aan, zorg ervoor dat de lijngrafiek om de 5 seconden uitgebreid wordt met een nieuwe waarde van de lichtsensor.