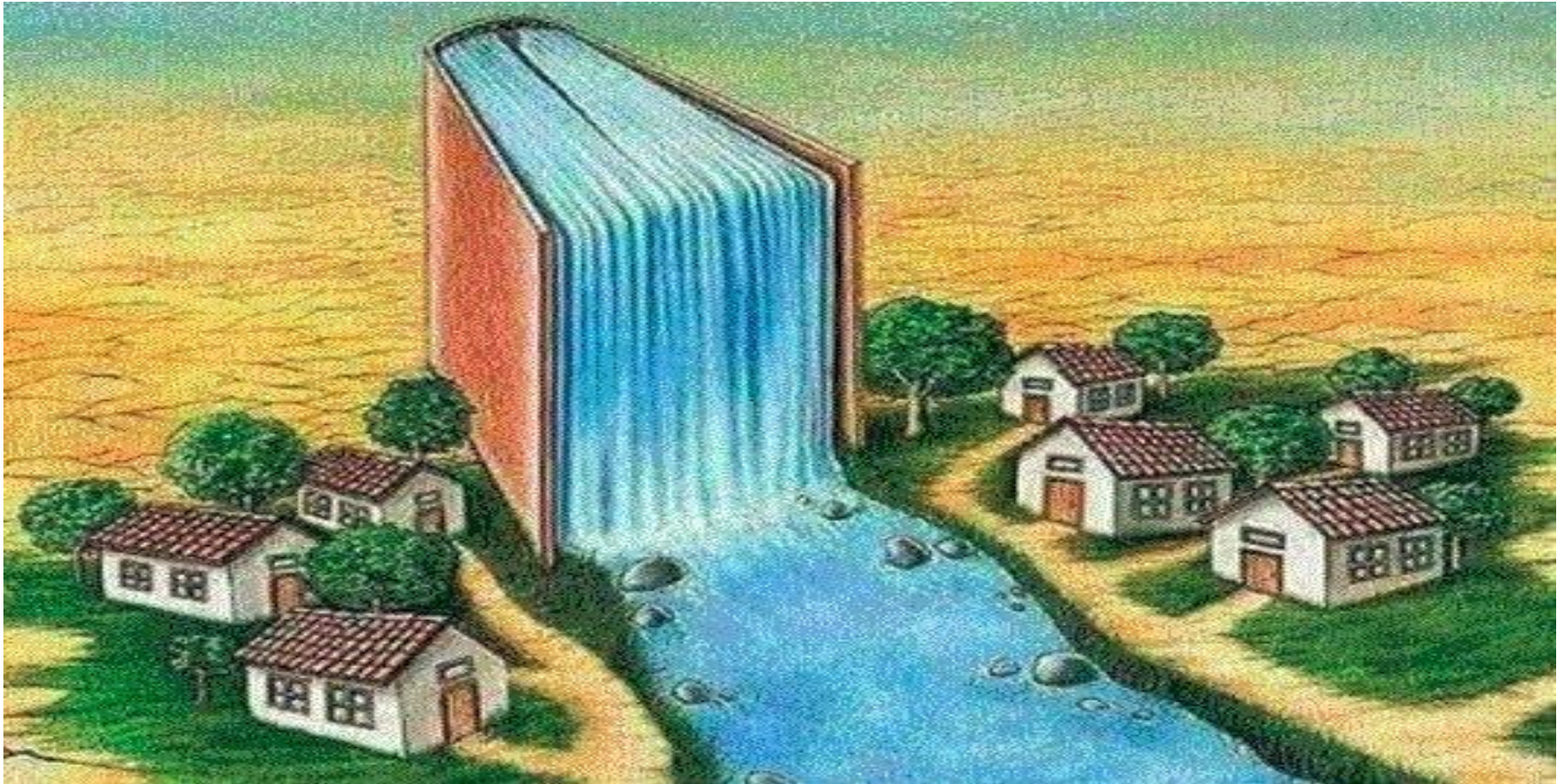
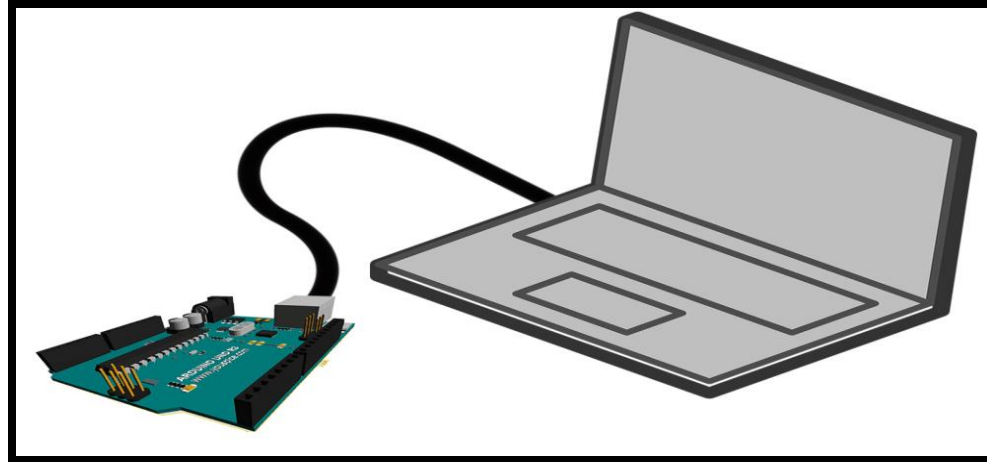


بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

﴿ اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ * الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ * عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ ﴾



Data acquisition using Arduino



تقديم | مدرس مساعد

مروان عبدالخالق ذنون

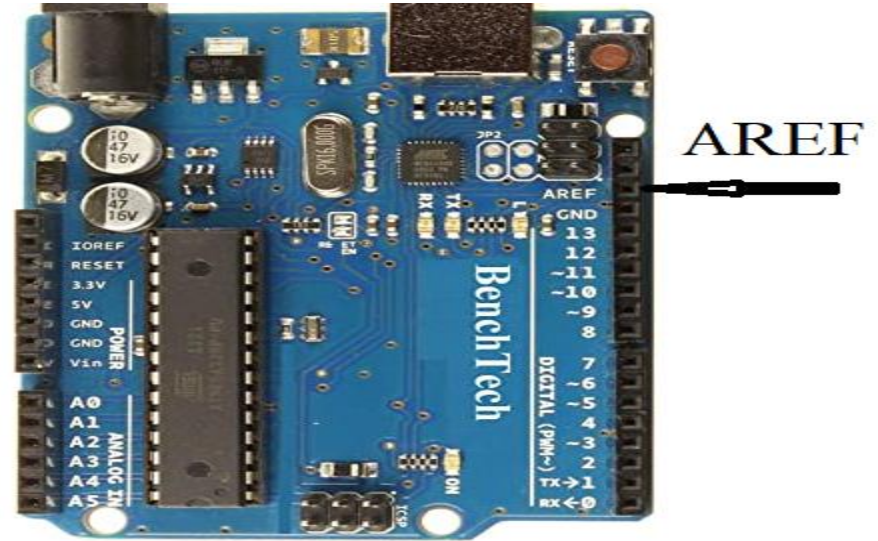
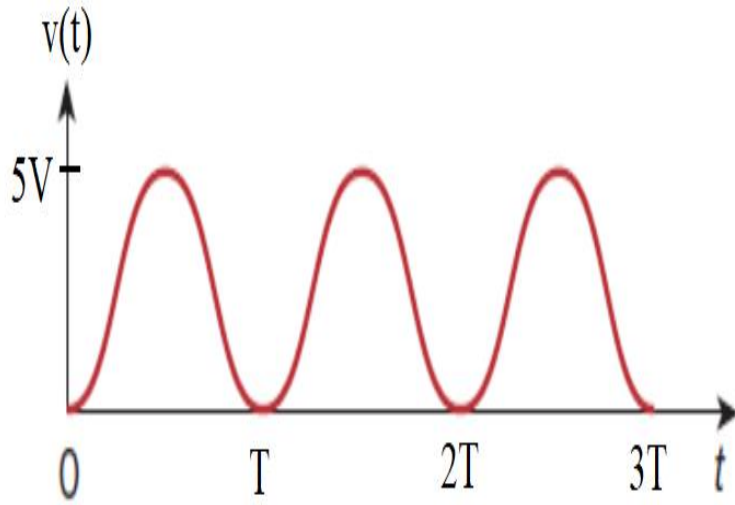
كلية الهندسة / قسم الهندسة الكهربائية

جامعة الموصل

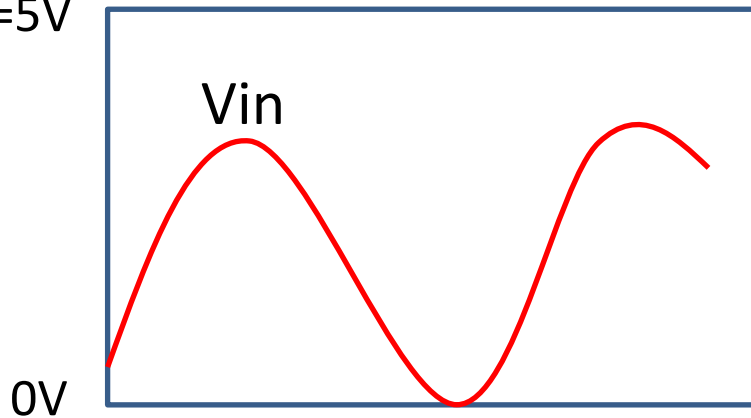
الهدف من فكرة المحاضرة

- ١- كيفية الحصول على أعلى دقة عند تحويل الإشارة من:
Analog → digital
- ٢- تطوير التجارب العملية في المختبرات باستخدام
المسيطر الدقيق (Arduino) بأقل كلفة ممكنة.
- ٣- استخدام برنامج MATLAB ولوح Arduino لتوضيح
عملية نقل البيانات (Data transmission) بين الأجهزة
الإلكترونية للأغراض التعليمية.

١- اذا كانت الفولتية الخارجة من المتحسس قليلة، كيف يتم الاستخدام الأمثل لدائرة ADC داخل لوح Arduino ؟



$V_{ref}=5V$



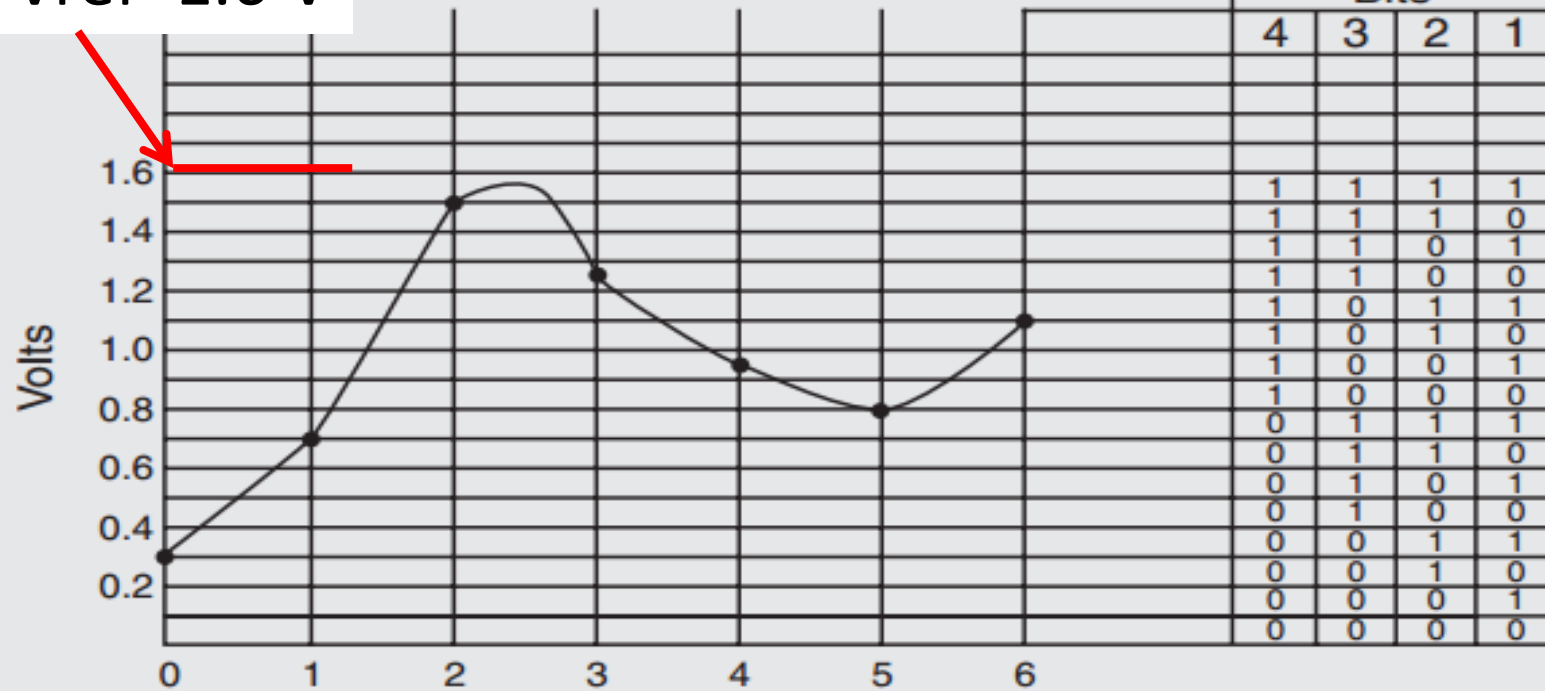
1023



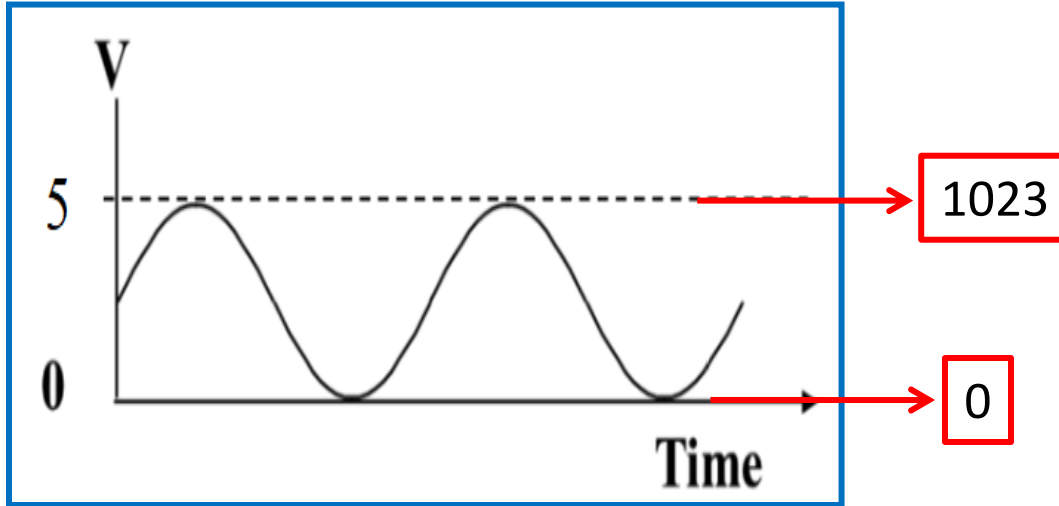
0

Example of a 4-bit ADC

Vref=1.6 V

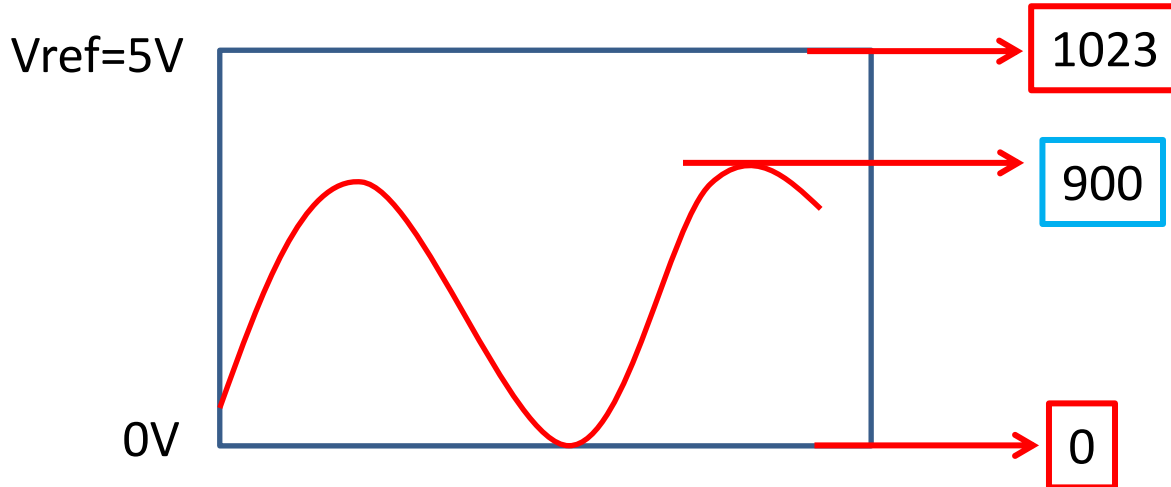


Arduino ADC circuit represents each sample by **10 bits**. So if we input 2 V to the AREF pin, ADC will output 1023 for 2V input voltage and 0 for 0V input voltage.



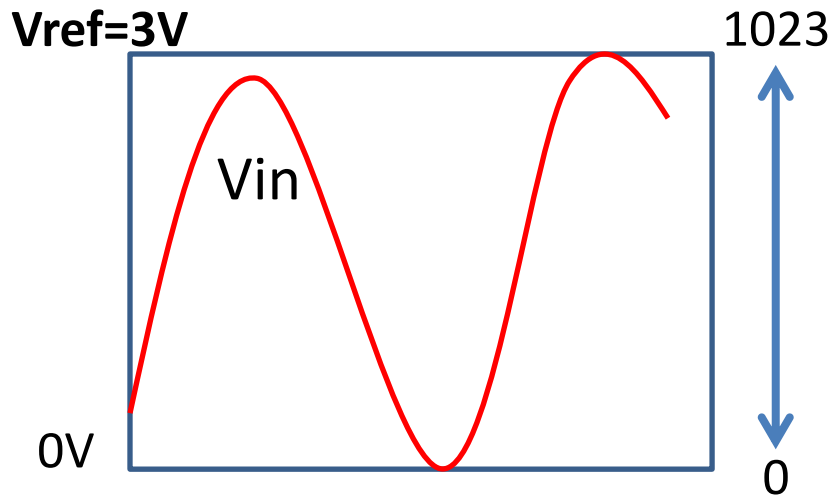
Using 10 bits ADC, an accuracy of 1 part in 1024 is assured.

Accuracy = $5V/1024 = 4.9mV$ for each step.



When a high precision (accuracy) is needed:

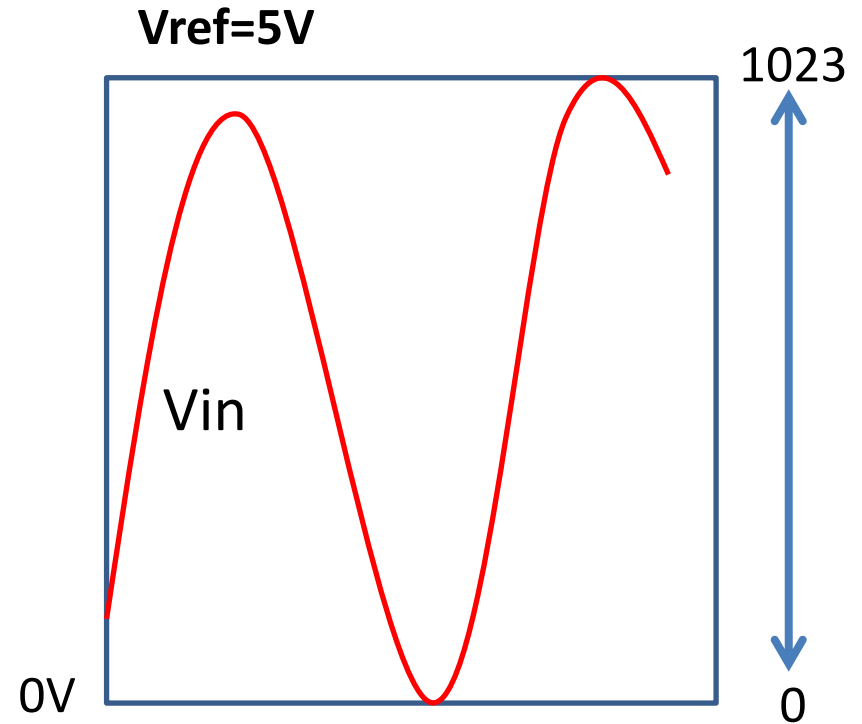
1- Decrease the reference voltage



We just need the function:
`analogReference(EXTERNAL);`

Accuracy= $3V/1024=$
2.9mV for each step.

2- Amplify the input signal



We need an amplifier circuit.

Accuracy= $5V/1024=$
4.9mV for each step.

Arduino Analog reference (AREF) pin:

This feature is useful:

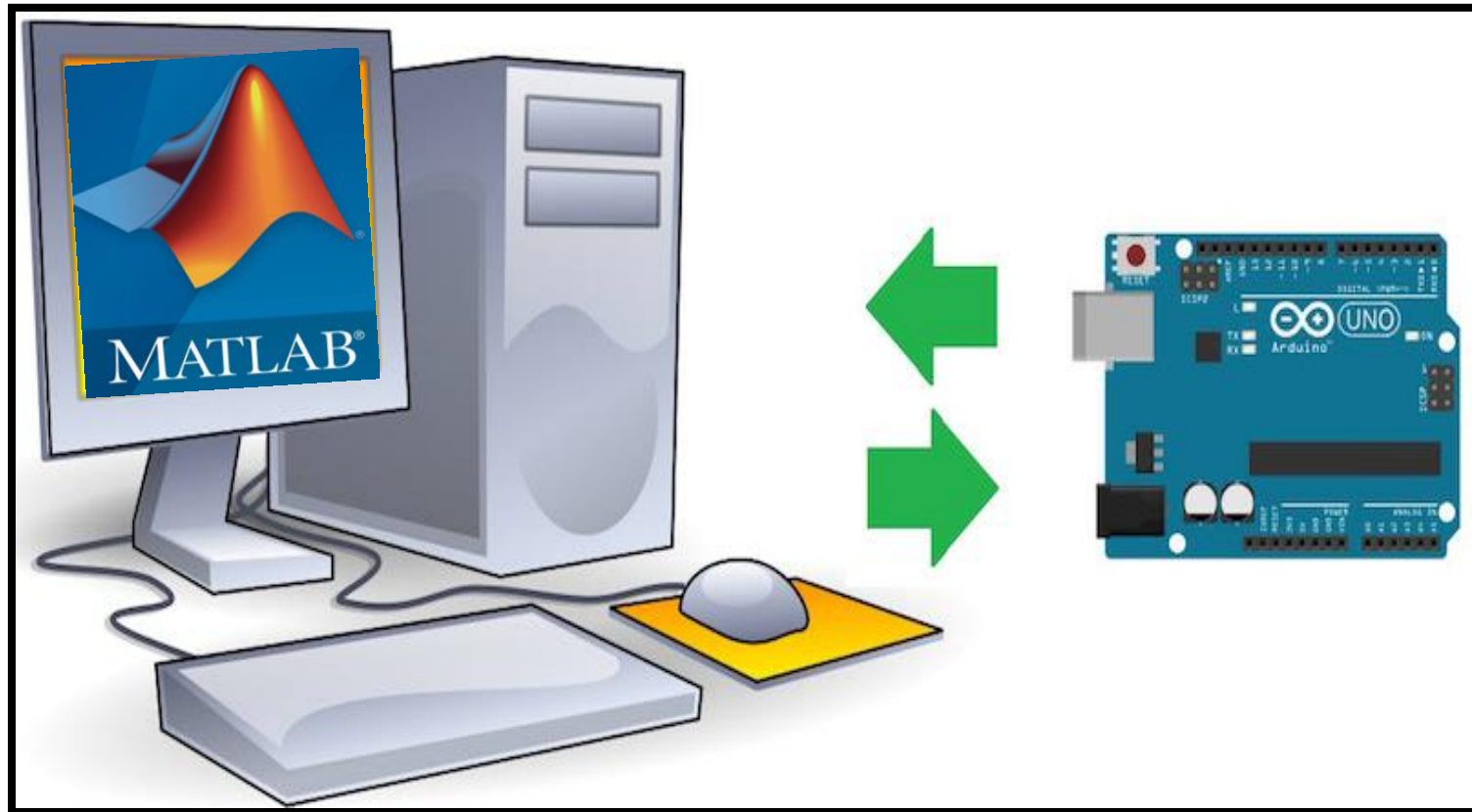
- When the sensor output is less than 5V
- When a high precision is needed.

For Arduino Uno only

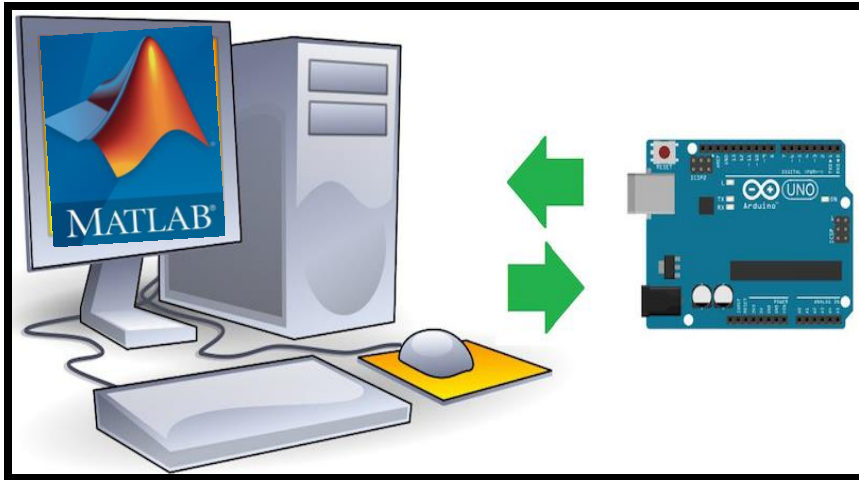
```
analogReference(DEFAULT); // VREF = 5V  
analogReference(EXTERNAL); // From ( 0 → 5V)  
analogReference(INTERNAL); // Equal to 1.1 volt.
```

Note: Some Arduino boards have a specific values.

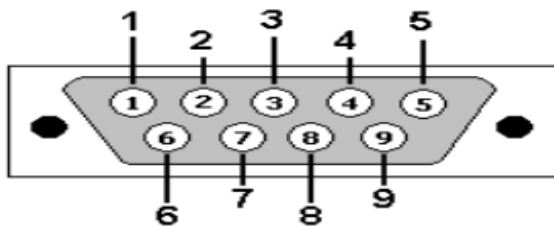
الهدف هو تطوير التجارب العملية في المختبرات
باستخدام المسيطر الدقيق (Arduino) مع
الحاسوب PC وبأقل تكلفة ممكنة.



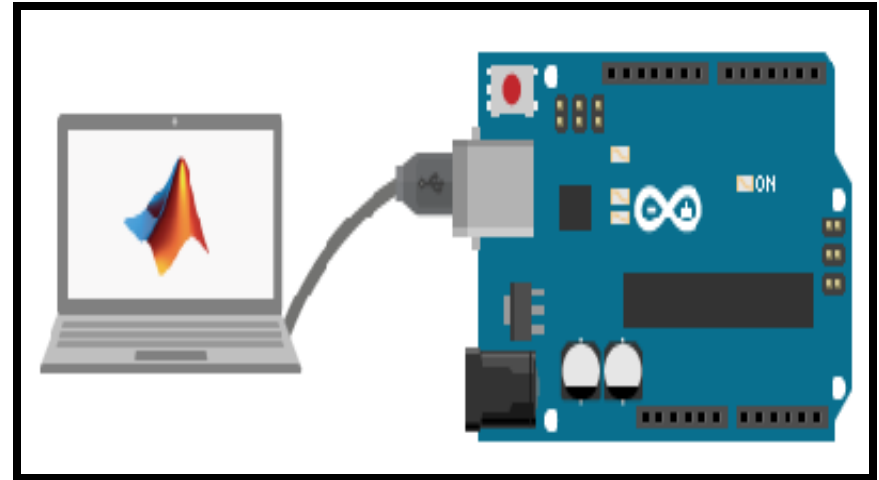
MATLAB with Arduino interfacing



1- Interface via DB9
Serial port



For educational purpose



2- Interface via USB port



Common interface

Understanding Serial communication using Arduino

Data type → byte

clock300 \$

```
// How to use TX pin with (Serial.write) funct:  
byte x=0;  
byte y=1;  
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
}  
void loop() {  
  Serial.write(x);  
  Serial.write(y);  
}
```

The frame consist of:

1. One start bit
2. 8-bit (data)
3. one stop bit.

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

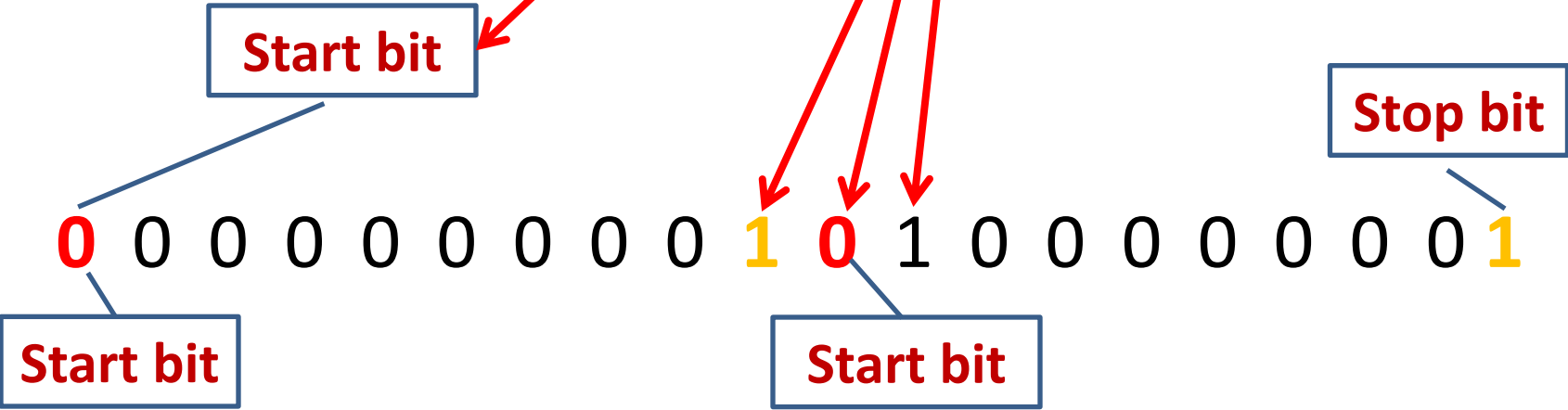
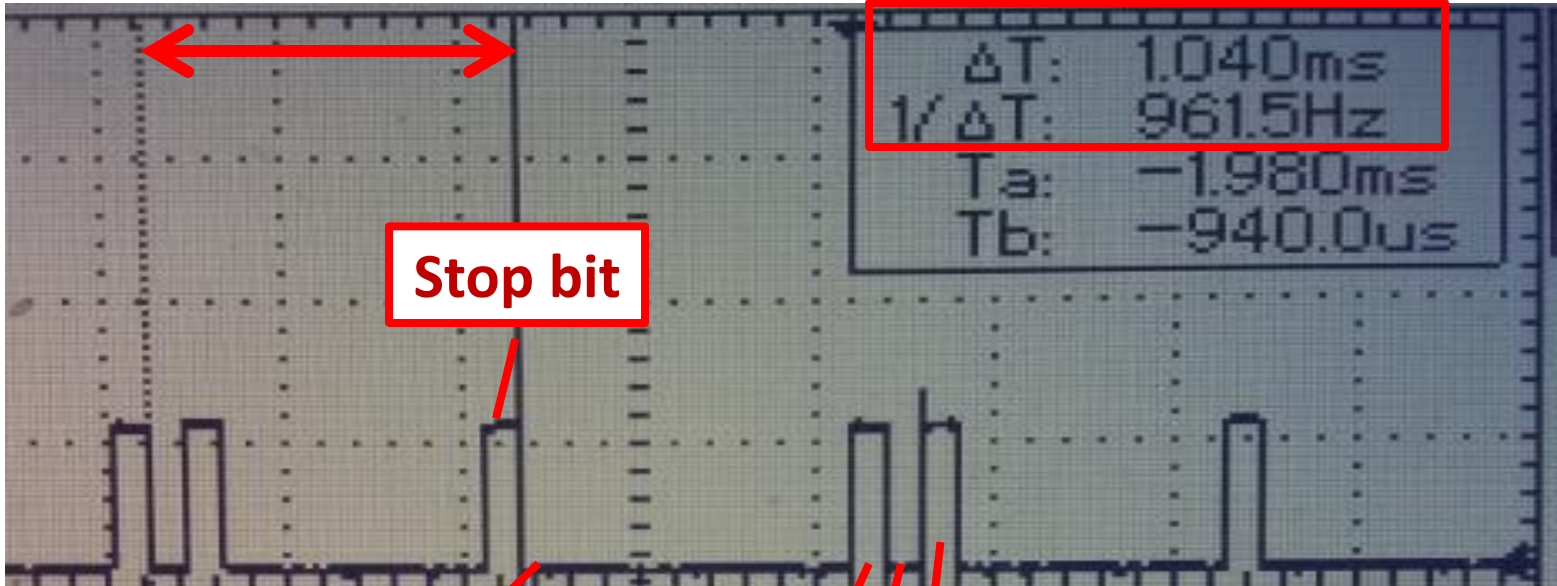
Start bit

Stop bit

Start bit

Stop bit

Delta T=1.04msec/10 → baud-rate=9615≈9600b/s



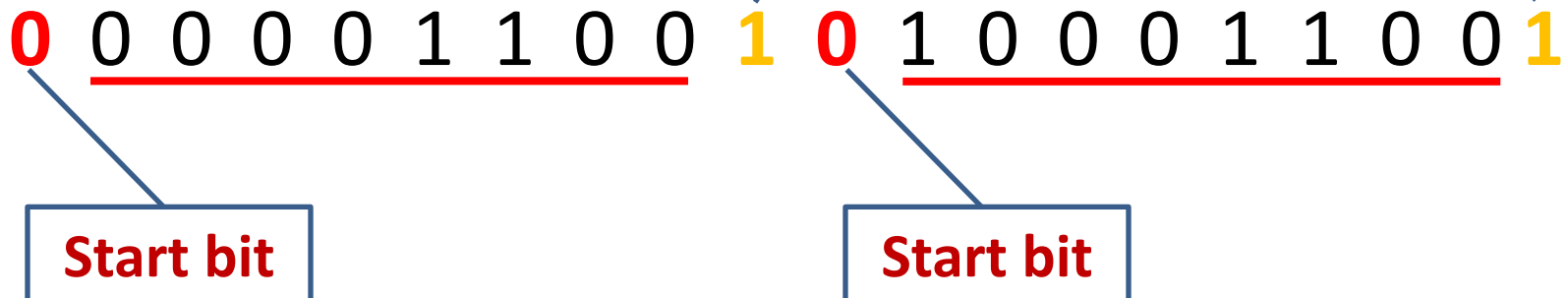
Understanding Serial communication using Arduino

Data type → char (ASCII)

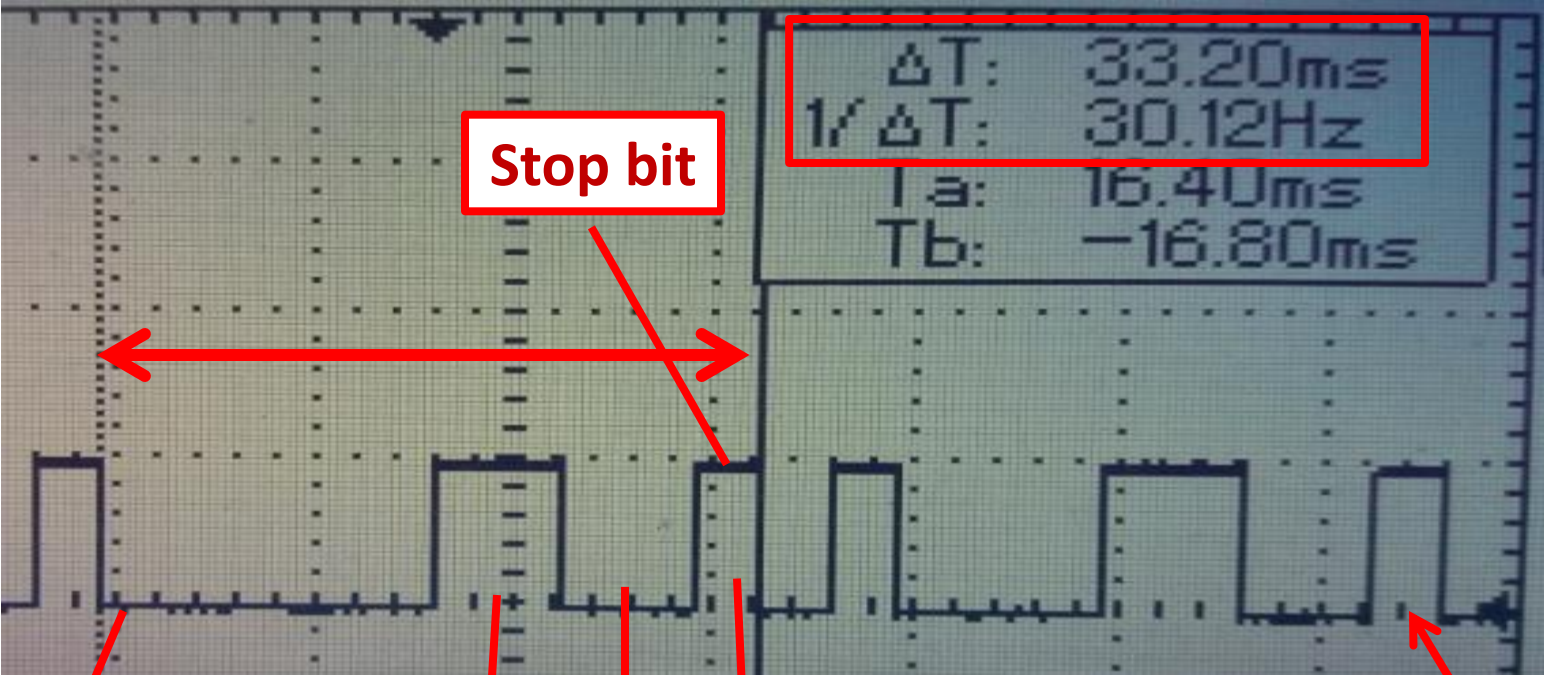
```
// How to use TX pin with (Serial.write) funct.  
char x='0';  
char y='1';  
void setup() {  
  Serial.begin(300);  
}  
void loop() {  
  Serial.write(x);  
  Serial.write(y);  
}
```

The frame consist of:

1. One start bit
2. 8-bit (data)
3. one stop bit.



$\Delta T = 33.2\text{msec}/10 \rightarrow \text{baud-rate} = 301 \approx 300\text{b/s}$



Start bit

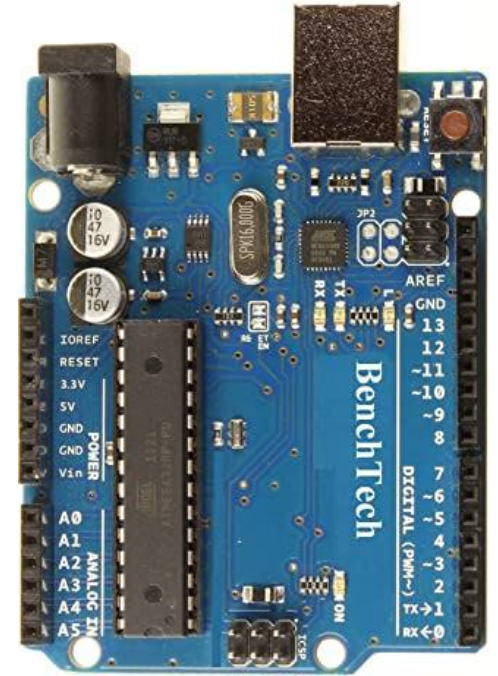
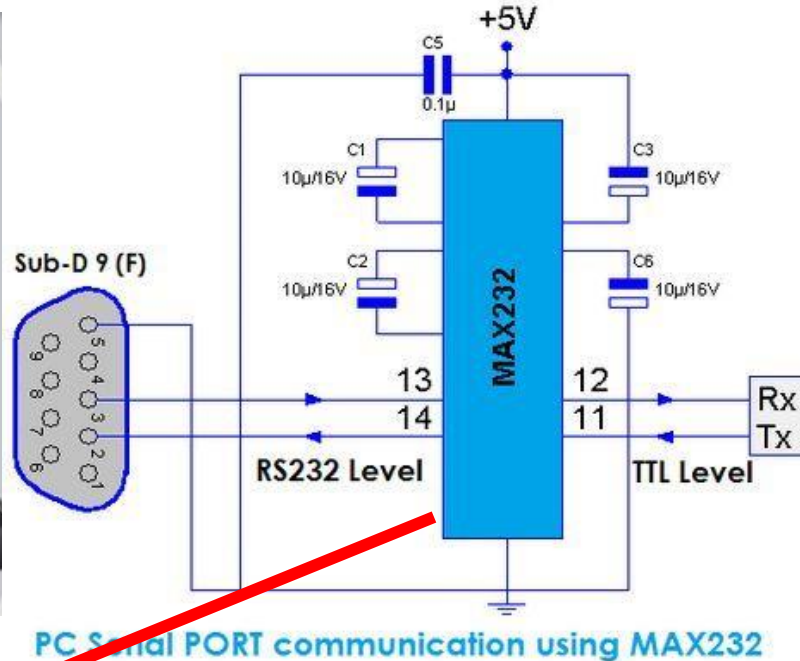
Stop bit

0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 0 1

Start bit

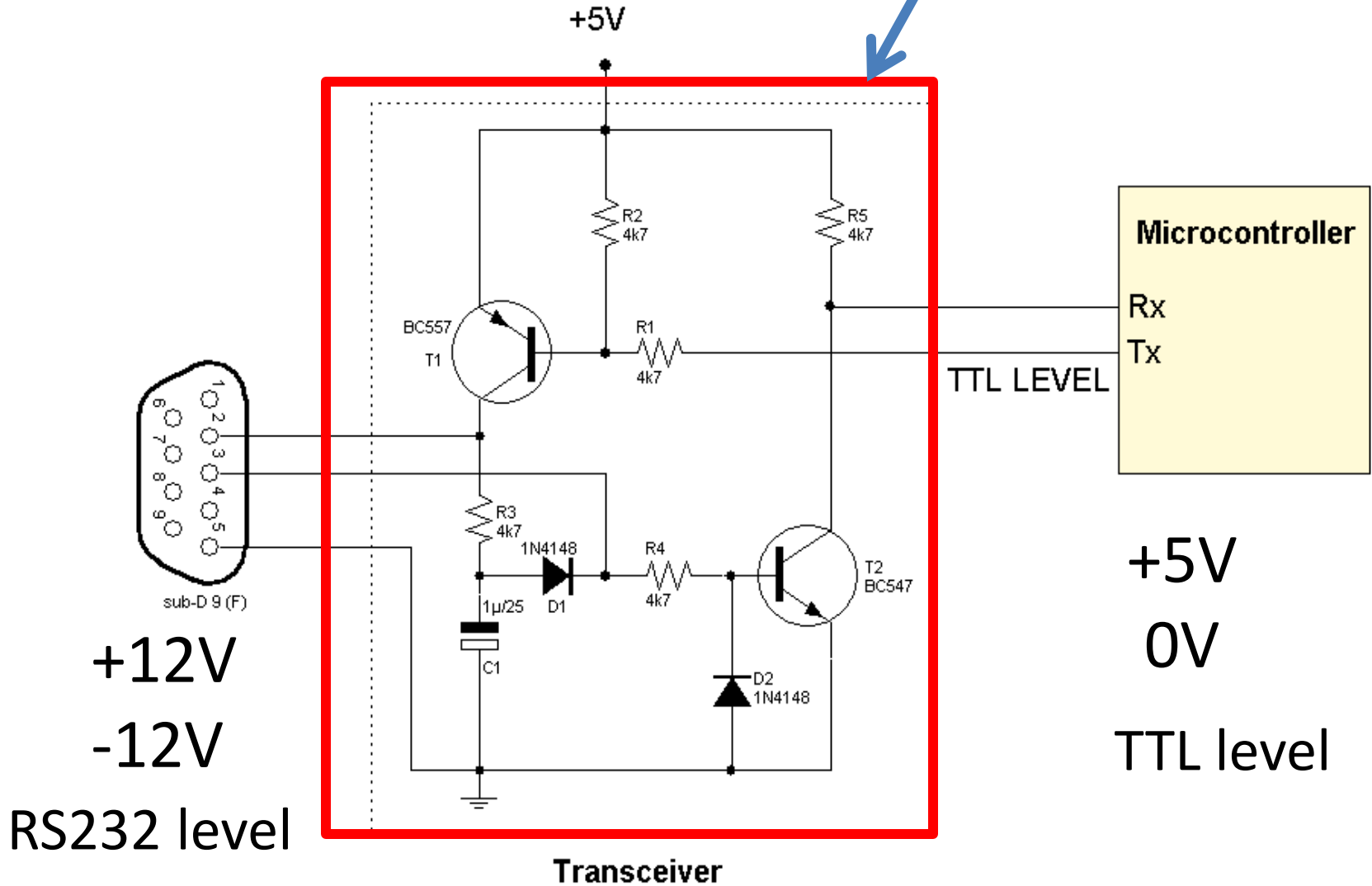
Start bit

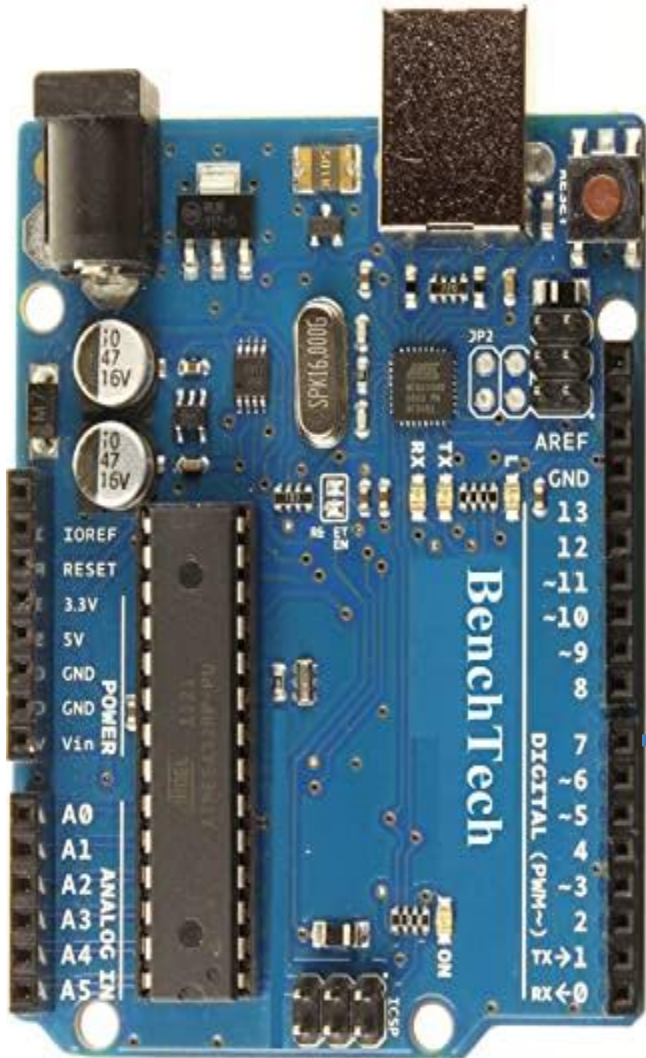
٢- كيفية استخدام لوح Arduino لعمل تجارب توضح مفاهيم أساسية للعديد من المواد العلمية النظرية.



The IC **MAX-232** is used to:
Convert the voltage from TTL level (5V) to RS232 level ($\pm 12V$) and vice versa.

IC MAX-232 → Equivalent circuit





Untitled3*

n2.m

powerMeet.m

Untitled3*

+

```
s=serial('com1','baudrate',300);
```

```
fopen(s);
```

```
s.DataTerminalReady = 'off';
```

```
while strcmp(s.pinstatus.DataSetReady,'off')
```

```
    fwrite(s,a,'uint8');
```

```
end
```

```
s.DataTerminalReady = 'on';
```

```
fclose(s);
```

DTR

DSR

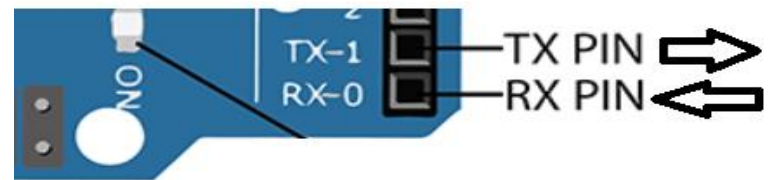
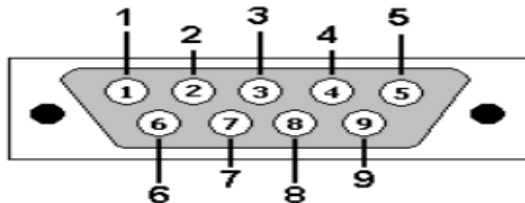
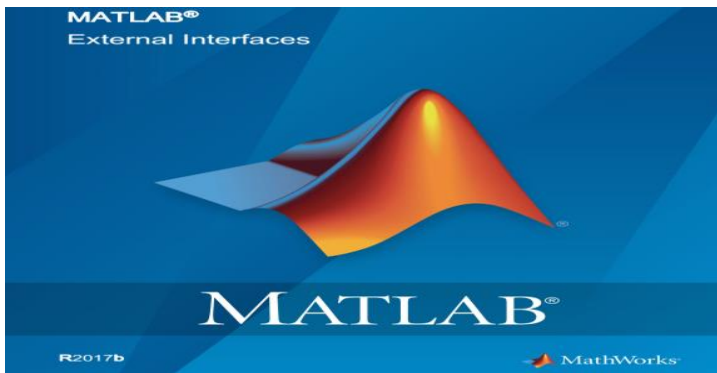
Understanding Serial communication between PC and Arduino (handshake)

```
int PIN = 8 , POUT = 7;
void setup() {
pinMode(PIN, INPUT);      // I/P PIN connect to DTR (O/P)
pinMode(POUT, OUTPUT);    //O/P PIN connect to DSR (I/P)
Serial.begin(300);} // set the speed between Arduino and PC at 300Bit/sec
void loop() {
w: if (digitalRead(PIN) == 1)goto w; // wait MATLAB open serial port
delay(1000);
w1: if (digitalRead(PIN) == 0)goto w1; // wait for an acknowledgment
digitalWrite(POUT, HIGH);      // MATLAB wait this signal (DSR)
w2:if (digitalRead(PIN) == 1)goto w2; // Test serial port pin (DTR)
digitalWrite(POUT, LOW); // (DSR) Tell MATLAB program to end
Serial.end();}
```

Understanding Serial communication between PC and Arduino (handshake)

```
untitled3*
n2.m  x powerMeet.m  x  Untitled3*  x  +
s=serial('com1','baudrate',300);
fopen(s);
s.DataTerminalReady = 'off';
while strcmp(s.pinstatus.DataSetReady,'off')
fwrite(s,a,'uint8');
end
s.DataTerminalReady = 'on';
fclose(s);
```

```
int PIN = 8 ,POUT = 7;
void setup() {
pinMode(PIN, INPUT);      // I/P PIN connect to DTR (O/P)
pinMode(POUT, OUTPUT);   //O/P PIN connect to DSR (I/P)
Serial.begin(300);} // set the speed between Arduino and PC at 300Bit/sec
void loop() {
w: if (digitalRead(PIN) == 1)goto w; // wait MATLAB open serial port
delay(1000);
w1: if (digitalRead(PIN) == 0)goto w1; // wait for an acknowledgment
digitalWrite(POUT, HIGH);      // MATLAB wait this signal (DSR)
w2:if (digitalRead(PIN) == 1)goto w2; // Test serial port pin (DTR)
digitalWrite(POUT, LOW); // (DSR) Tell MATLAB program to end
Serial.end();}
```





إن الفائدة من عمل نماذج عملية محلية للتجارب هو:

وفائدة معنوية:

حيث تظهر الفائدة المعنوية للطالب بشكل أكبر عندما يرى ويستخدم أشياء تم جمعها وتنفيذها محليا.

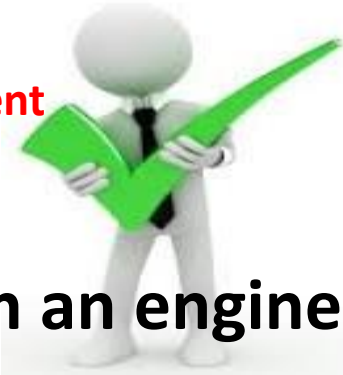
وفائدة علمية:

إن محاولة تطبيق ما يمكن من المادة العلمية النظرية عمليا، تجعل التدريس أفضل للطلبة عند عرض المادة داخل المحاضرة.

فائدة مادية:

وهي المساهمة في تعويض بعض الأجهزة والمعدات المختبرية التي فقدت.

Student



I am an engineer