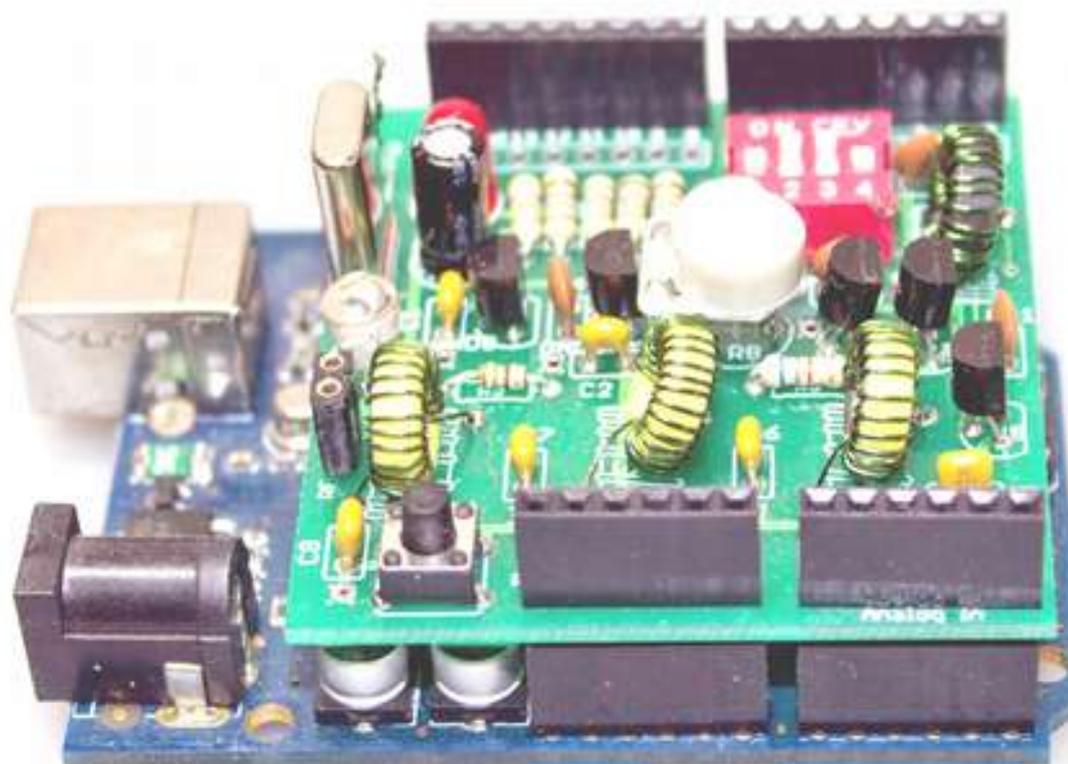




Introduzione

Arduino per Radioamatori

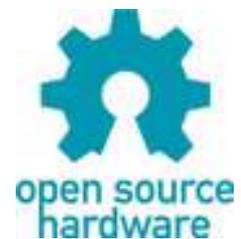




Open Electronics



*“Promoting the advancement
of radio art and science”*



*“Sharing knowledge to
the advancement
of software/hardware technology”*

Fondata nel 1998 da Bruce Perens, **K6BP**

*“The strategic marketing paradigm of Open Source
is a massively-parallel drunkard's walk
filtered by a Darwinistic process.”*

Bruce Perens, K6BP





Arduino nel mondo hamradio?



DIY

“If You Can't Open It,
You Don't Own It”
Maker's Motto



Commercial

- C'è posto per entrambi i mondi
- Un ritorno ad un radiantismo non solo operativo
- Verso prodotti commerciali anche Open Electronics
- Ibridazione, customizzazione ed estensione delle caratteristiche





Arduino: cos'è

- Una scheda a microcontroller
- Un insieme di tool
- Una community
- Un modello di marketing

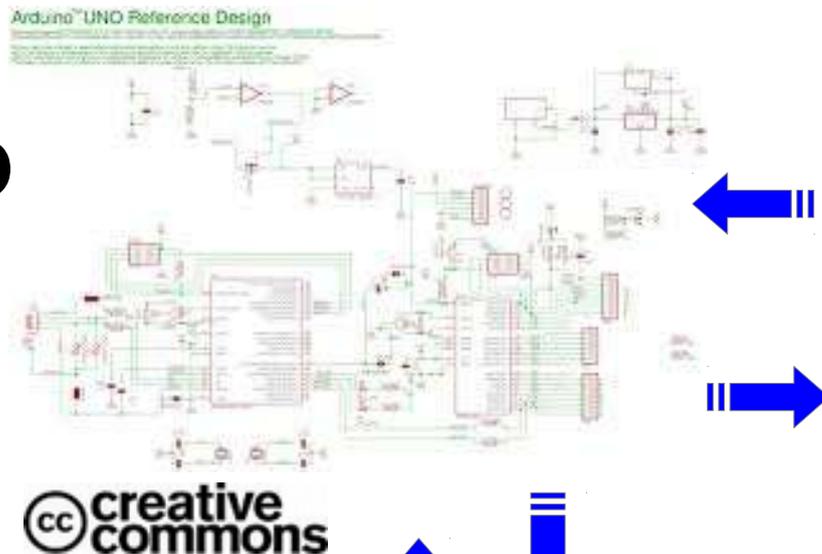




Un Ciclo Virtuoso

Makers Community

Arduino LLC



Ladyada, Adafruit LLC

Users Community



Arduino: più in dettaglio



- L'ambiente Arduino è sia una **architettura open-electronics** che una struttura di **astrazione dall'hardware** (hardware abstraction layer)
- La programmazione è **C/C++ basato sul framework "Wiring"** integrato nell'ambiente di sviluppo Arduino
- Permette un alto grado di **astrazione dall'hardware** con una programmazione ad alto livello.
- Lo stesso codice dovrebbe supportare **diversi microcontrollori** e anche **diverse schede** basate sullo "standard" Arduino
- La programmazione ad alto livello rende meno efficiente la generazione del codice macchina.
- Gli strumenti di debugging ufficiali sono poco potenti e primitivi.
- E' comunque possibile (quando necessario) introdurre codice a più a basso livello (per es. accesso diretto ai registri) fino al codice assembly direttamente nello sketch
- E' possibile usare ambienti **di sviluppo integrati specifici** di terze parti o del costruttore del microcontrollore come Atmel Studio.
- Le versioni base di Arduino sono **costose** e **non sufficientemente** robuste per un impiego per prodotti finiti essendo destinate allo scopo di **prototipazione/sviluppo rapido**





Arduino: la storia

Il nome Arduino: da Re Arduino d'Ivrea, incoronato re d'Italia nell'anno 1002.



Ivrea, Interaction Design Institute

Già 10 anni di vita!



Massimo Banzi, David Cuartielles,
Tom Igoe, Gianluca Martino,
David Mellis

TED

**Massimo Banzi: How Arduino is
open-sourcing imagination**

FILMED JUN 2012 • POSTED JUN 2012 • TEDGlobal 2012

WIRED

“Arduino: creare è un gioco da ragazzi”

<http://www.wired.it>



Da vari progetti Open Source: un ambiente interconnesso



- Processing (2001)
 - Ideato da MIT Media Lab
 - Linguaggio di programmazione per PC
 - Simile al C opera su piattaforma Java
 - Estremamente user-friendly, ricco di widget
 - Utile per l'interfacciamento con Arduino



- Wiring (2003)
 - Basato su Processing con target schede a MCU
 - "Sketching with hardware"

*Wiring Environment
+ linguaggio*



*C/C++ e Wiring
framework*



- Fritzing
 - EDA ideato da Postdam University (ancora versione beta)
 - Supporto alla progettazione dei collegamenti e del PCB
 - Estremamente user-friendly
 - Utile per documentazione e velocizzare l'apprendimento





Programmazione lato embedded

<http://arduino.cc/>



- Arduino IDE

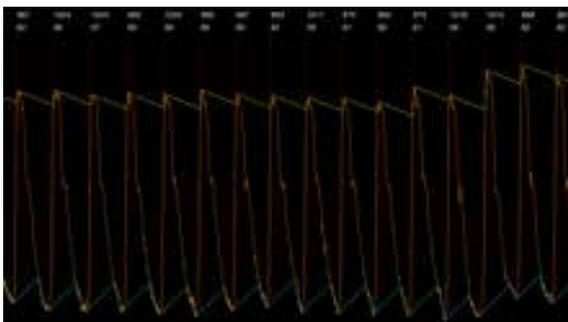


Programmazione lato PC

<http://processing.org/>



- Processing



"a tremendous platform for visualizing data"

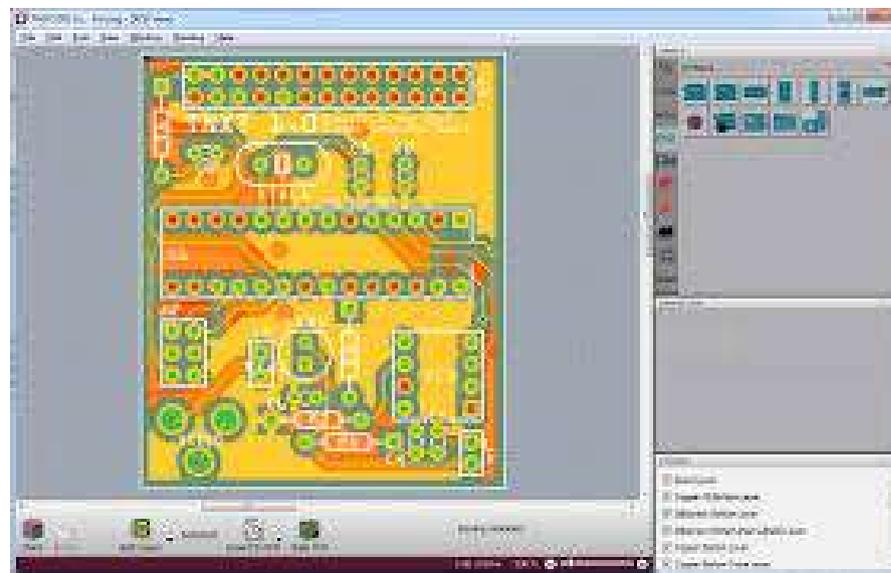
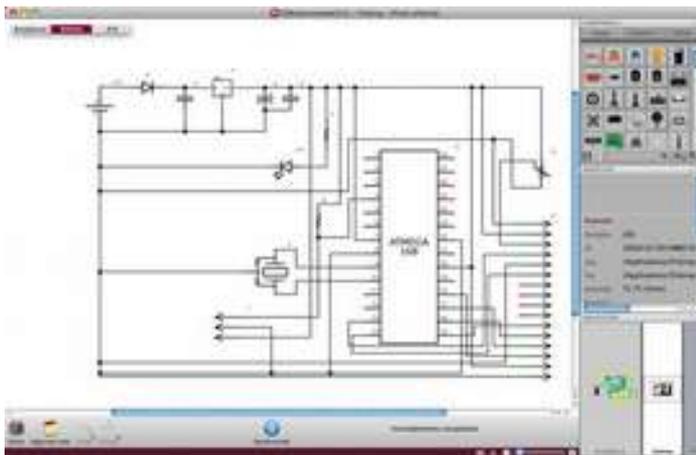


Schemi e layout

<http://fritzing.org/>



- Breadboard View – uso didattico
- Schematic capture
- PCB design
- 80% documentazione di uso Arduino



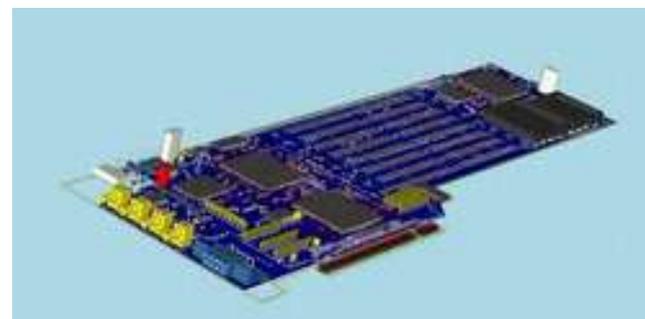


KiCAD

<http://www.kicad.org>



- Uso anche professionale
- Nessuna limitazione
- GPL

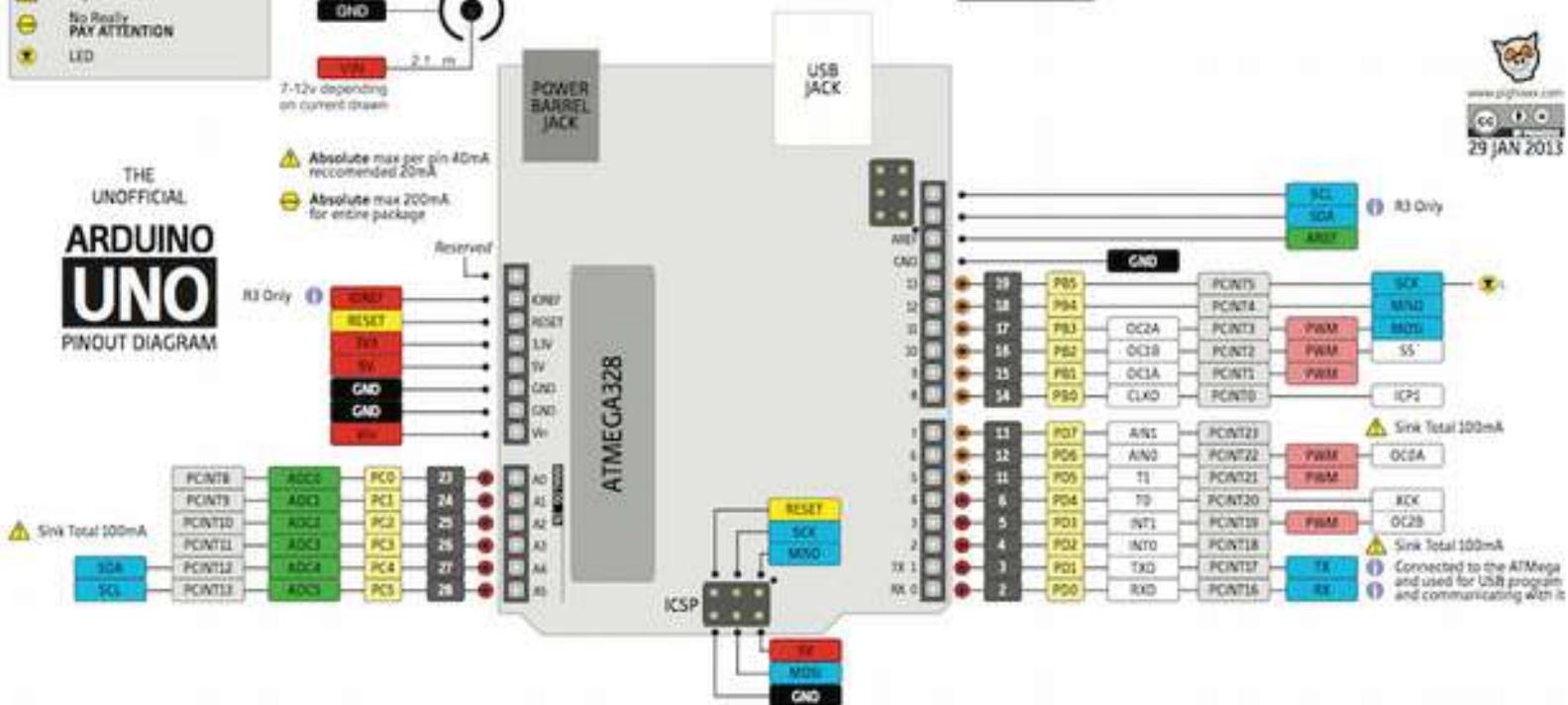
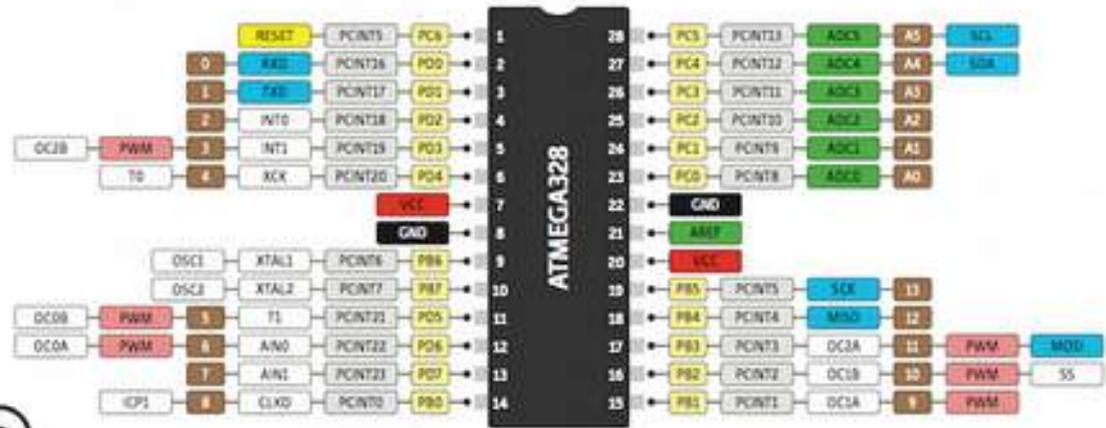


Le schede: Ufficiali, approvate e DIY



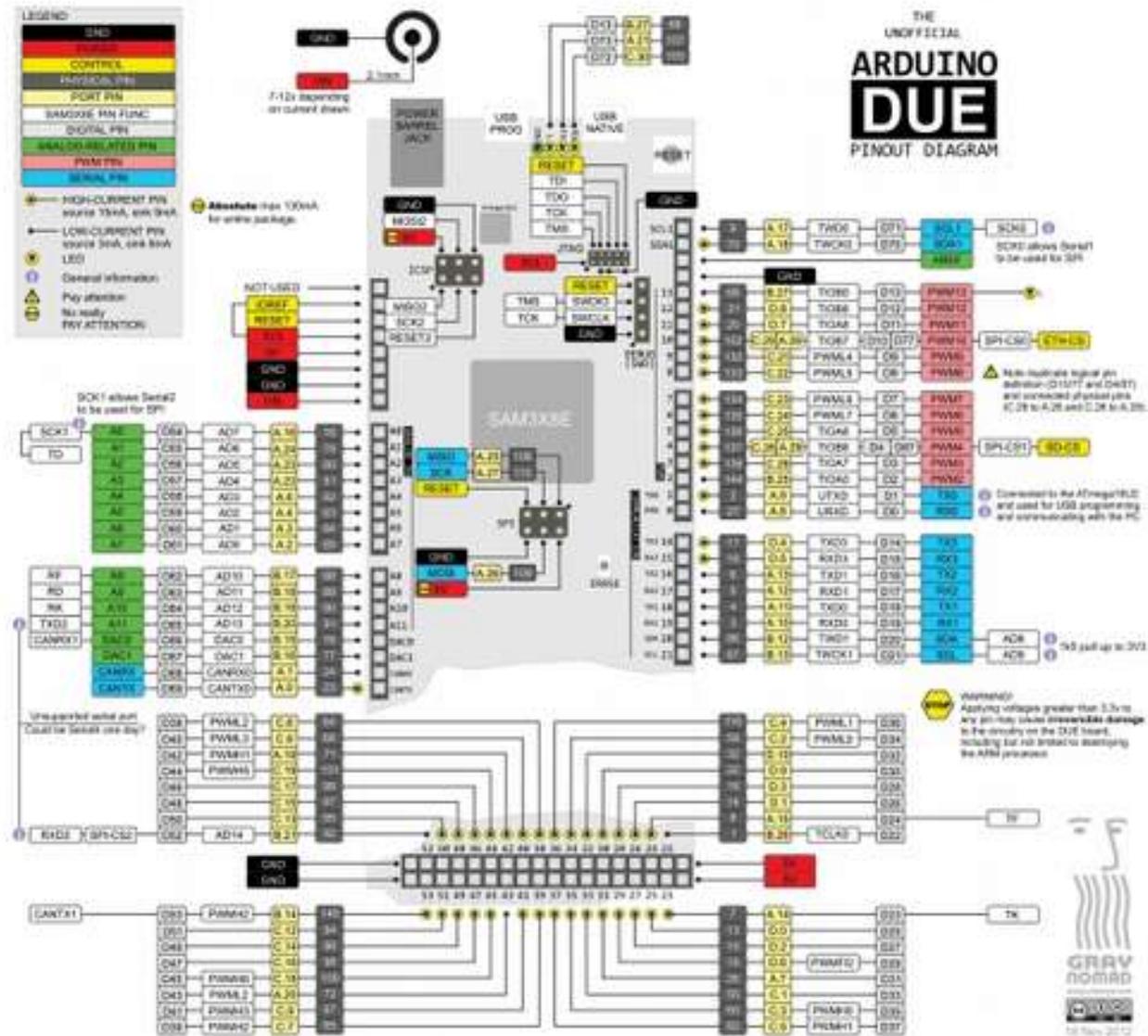


Arduino UNO





Arduino DUE





Schede Arduino Standard

Item	uC	Input Voltage	System Voltage	Clock Speed	Digital I/O	Analog Inputs	PWM	UART	Flash Space	Bootloader	Programming Interface
 Arduino Due	AT91SAM3X8E	7-12V	3.3V	84MHz	54*	12	12	4	512Kb	Due	USB native
 Arduino Leonardo	ATmega32U4	7-12V	5V	16MHz	20*	12	7	1	32Kb	Leonardo	USB native
 Arduino Uno - R3	ATmega328	7-12V	5V	16MHz	14	6	6	1	32Kb	Optiboot	USB via ATmega16U2
 RedBoard	ATmega328	7-15V	5V	16MHz	14	6	6	1	32Kb	Optiboot	USB via FTDI





Schede Arduino Standard

Item	uC	Input Voltage	System Voltage	Clock Speed	Digital I/O	Analog Inputs	PWM	UART	Flash Space	Bootloader	Programming Interface
 Arduino Pro 3.3V/8MHz	ATmega328	3-3.5 -12V	3.3V	8MHz	14	6	6	1	32Kb	AtmegaBOOT	FTDI-Compatible Header
 Arduino Pro 5V/16MHz	ATmega328	5 - 12V	5V	16MHz	14	6	6	1	32Kb	AtmegaBOOT	FTDI-Compatible Header
 Ethernet Pro (retired)	ATmega328	7-12V	5V	16MHz	14	6	6	1	32Kb	AtmegaBOOT	FTDI-Compatible Header
 Arduino Mega 2560 R3	ATmega2560	7-12V	5V	16MHz	54	16	14	4	256Kb	STK500v2	USB via ATmega16U2





Schede Arduino Mini

Item	uC	Input Voltage	System Voltage	Clock Speed	Digital I/O	Analog Inputs	PWM	UART	Flash Space	Bootloader	Programming Interface
 Arduino Mini 05	ATmega328	7-9V	5V	16MHz	14	6	8	1	32Kb	AtmegaBOOT	Serial Header
 Arduino Pro Mini 3.3V/8MHz	ATmega328P	3.3V - 12V	3.3V	8MHz	14	6	6	1	32Kb	AtmegaBOOT	FTDI-Compatible Header
 Arduino Pro Mini 5V/16MHz	ATmega328	5 - 12V	5V	16MHz	14	6	6	1	32Kb	AtmegaBOOT	FTDI-Compatible Header
 Arduino Fio	ATmega328P	3.3V - 12V	3.3V	8MHz	14	8	6	1	32Kb	AtmegaBOOT	FTDI-Compatible Header or Wireless via XBee ¹
 Mega Pro Mini 3.3V	ATmega2560	3.3-12V	3.3V	8MHz	54	16	14	4	256Kb	STK500v2	FTDI-Compatible Header
 Pro Micro 5V/16MHz	ATmega32U4	5 - 12V	5V	16MHz	12	4	5	1	32Kb	DiskLoader	Native USB





Arduino con CPU Linux Embedded

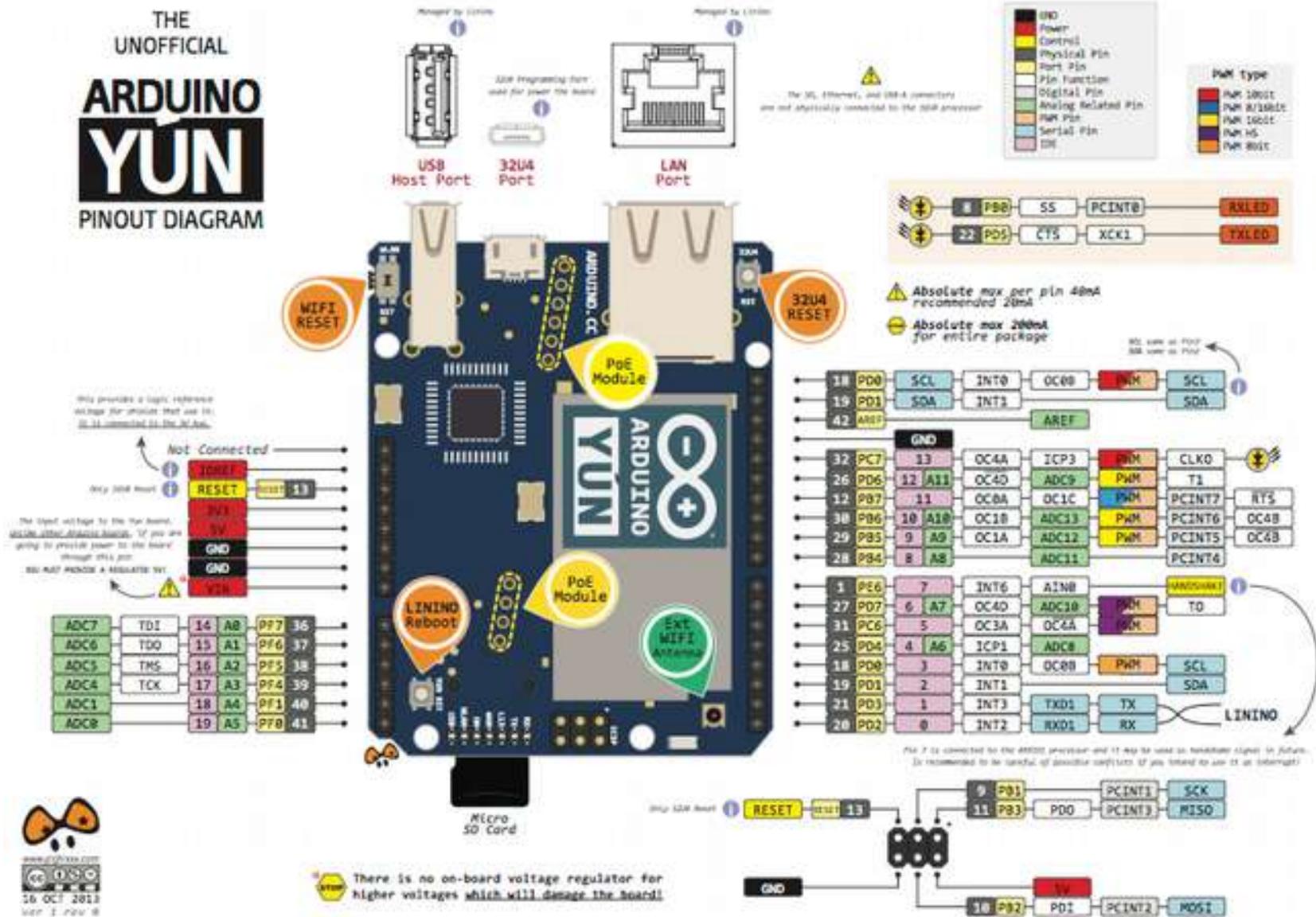
- Accoppiata CPU **Embedded Linux** + **MCU** Atmel
 - Compatibili al 90% con i precedenti
 - Pronti per l'**Internet of Things**
 - Si avvicinano a Raspberry PI come applicazioni, mantenendosi però **orientati anche al controllo elettronico a basso livello**
-
- Arduino Yun (32U4 + AR 9331)
 - Arduino TRE (32U4 + Sitara ARM Cortex A8)





Arduino Yun

THE UNOFFICIAL ARDUINO YUN PINOUT DIAGRAM



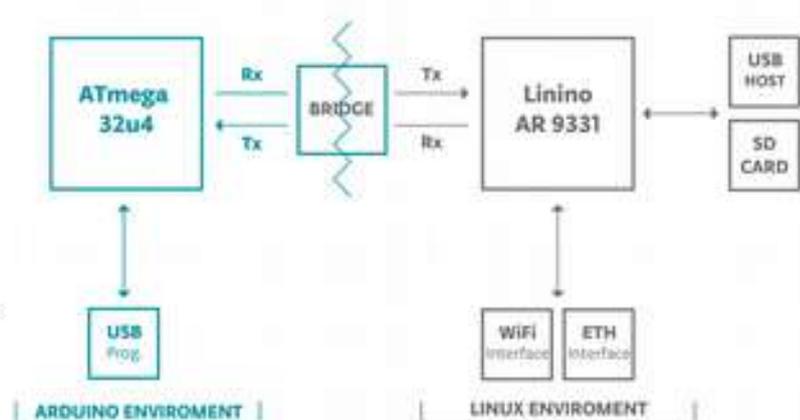
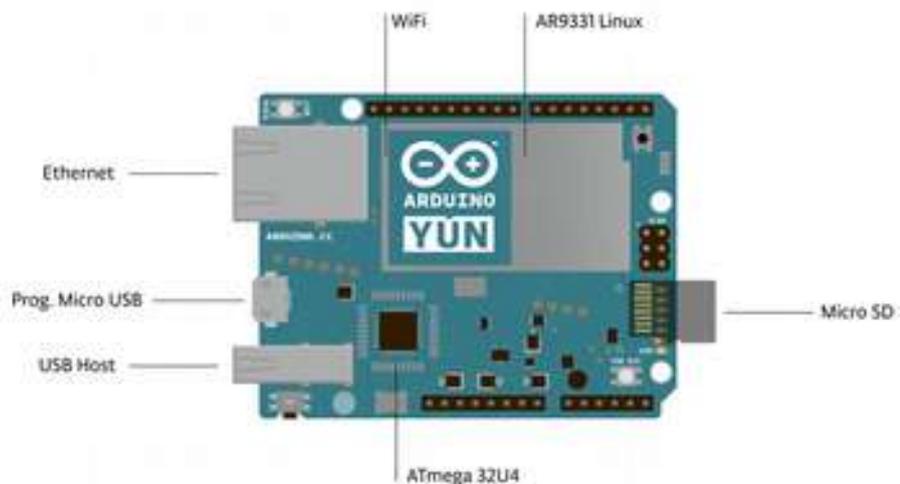


Arduino Yùn



Yùn = Internet + Arduino → “Internet of Things”

“cloud”
(in
mandarino)



MCU simile a Leonardo ma la seriale 1 è riservata per comm con il SoC AR 9331

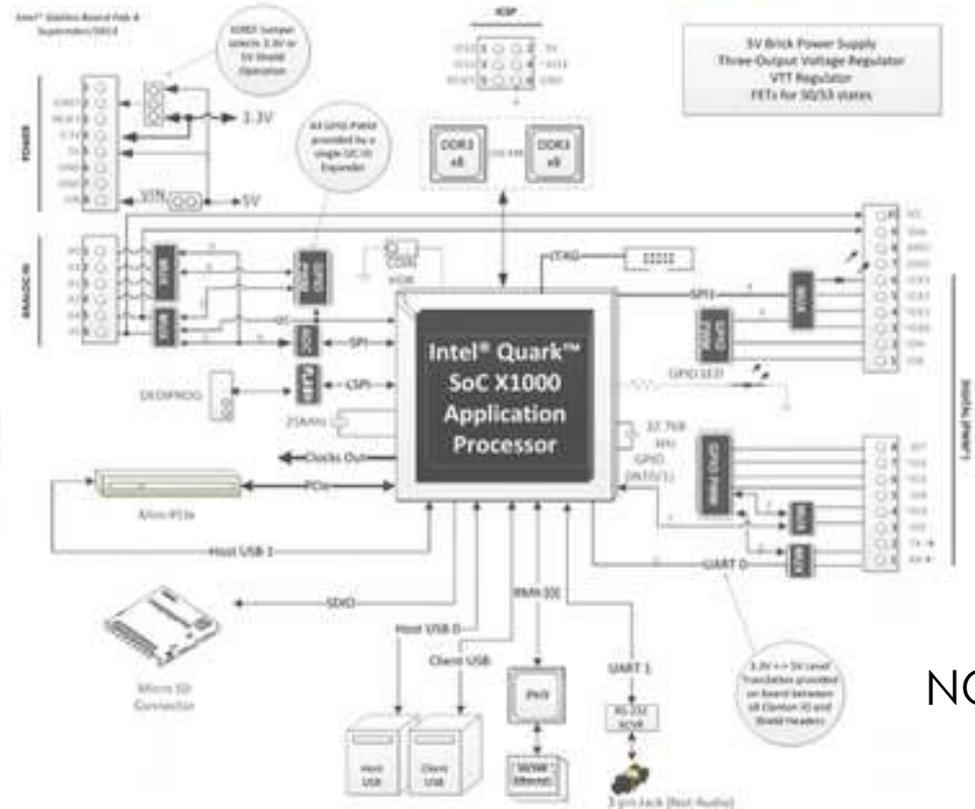




Linux Embedded Board

Intel Galileo

(Arduino Certified)



- SoC Intel Quark X1000 400 MHz
- CPU x86 compatible, low power for Internet of things
- ACPI, PCI Express, Ethernet, USB, UART, RS-232, RTC

NOV 2013

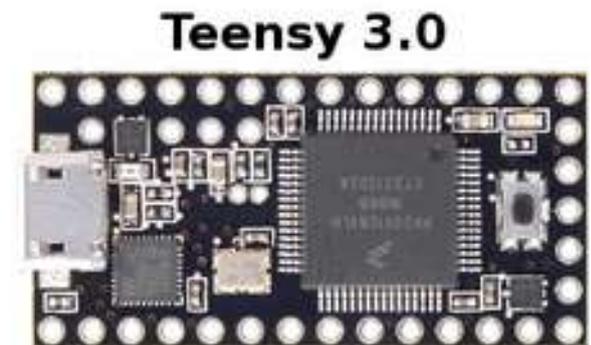


Alternative: Teensy

Key Features:

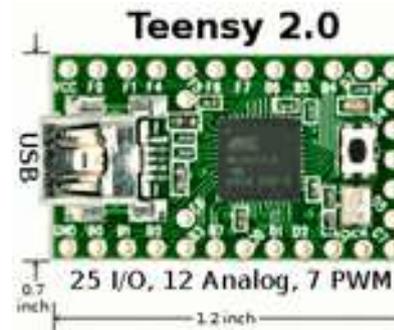
- USB can be any type of device
- AVR processor, 16 MHz
- Single pushbutton programming
- Easy to use Teensy Loader application
- Free software development tools
- Works with Mac OS X, Linux & Windows
- Tiny size, perfect for many projects
- Available with pins for solderless breadboard
- Very low cost & low cost shipping options

Specification	Teensy 2.0	Teensy++ 2.0	Teensy 3.0	Teensy 3.1
Processor	ATMEGA32U4 8 bit AVR 16 MHz	AT90USB1286 8 bit AVR 16 MHz	MK20DX128 32 bit ARM Cortex-M4 48 MHz	MK20DX256 32 bit ARM Cortex-M4 72 MHz
Flash Memory	32256	130048	131072	262144
RAM Memory	2560	8192	16384	65536
EEPROM	1024	4096	2048	2048
I/O	25, 5 Volt	46, 5 Volt	34, 3.3 Volt	34, 3.3V, 5V tol
Analog In	12	8	14	21
PWM	7	9	10	12
UART,I2C,SPI	1,1,1	1,1,1	3,1,1	3,1,1
Price	\$16.00	\$24.00	\$19.00	\$19.80



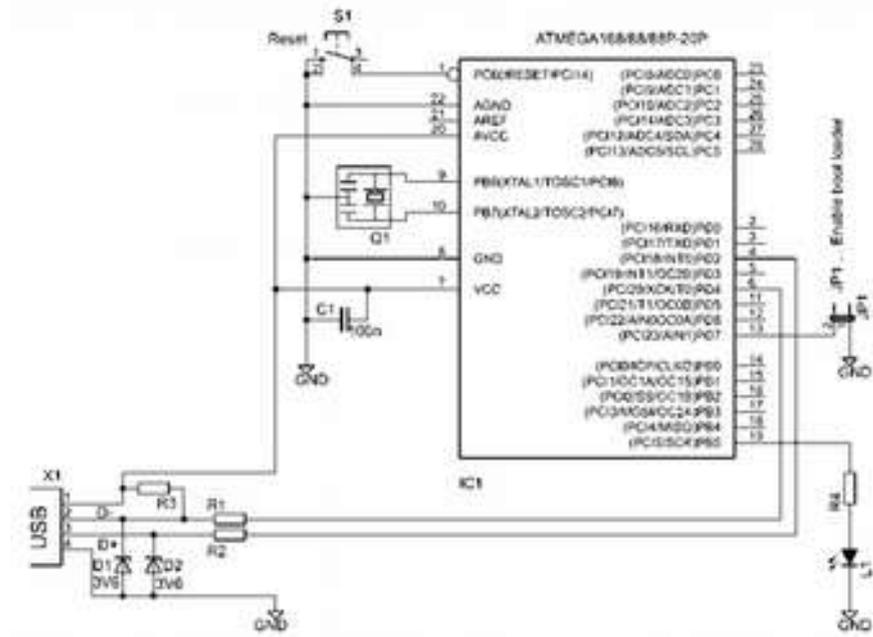
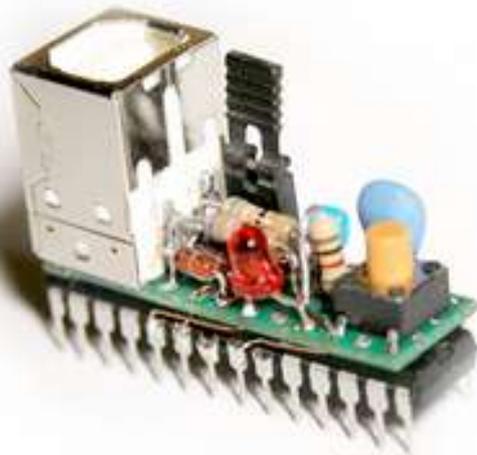
Software Development Tools

- WinAVR C compiler
- Teensyduino, add-on per Arduino IDE.



Arduino minimale e fatto-in-casa

One Chip (sized) Arduino



Kimio Kosaka

http://make.kosakalab.com/arduino/obaka/project-5/index_en.html

USBaspLoader (2 kB)
Non è necessario un chip FTDI!

<http://www.obdev.at/products/vusb/usbasploader.html>





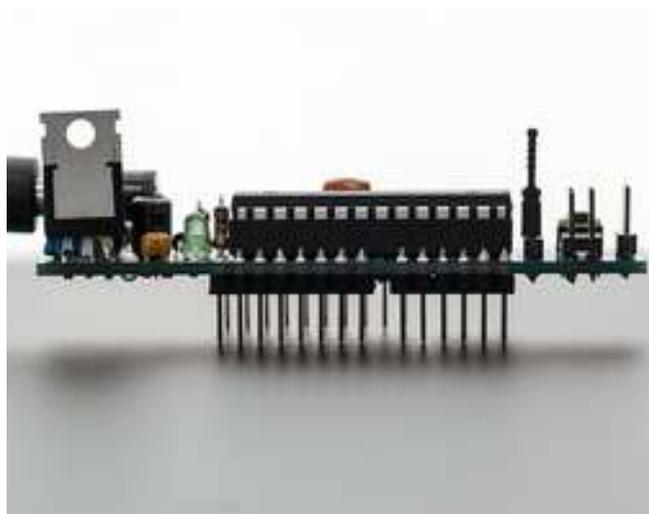
Altre Versioni



- **Arduino at Heart:** qualsiasi prodotto con MCU supportato dall' IDE di Arduino che su richiesta del fabbricante può essere marchiato "Arduino at Heart" previo pagamento di una piccola royalty.

- **Arduino clone:** copie franche delle schede originali ma costruite da altri fabbricanti con minime modifiche e marchio diverso.
- **Arduino approved/certified/compatible:** prodotti approvati per l'uso con l'IDE Arduino e compatibili con alcuni shield originali.

- Ruggeduino
- Luigino
- Thinduino
- Ardweeny
- Boarduino
- Olimexino
- Meaple Leaf
- Hamstack



Adafruits: Boarduino. Arduino compatibile per uso su breadboard.





Programmazione, sketch, librerie e configurazione

```
10 // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards
11 // give it a name:
12 int led = 13;
13
14 // the setup routine runs once when you press reset:
15 void setup() {
16   // initialize the digital pin as an output.
17   pinMode(led, OUTPUT);
18 }
19
20 // the loop routine runs over and over again forever:
21 void loop() {
22   digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH
23   delay(1000);             // wait for a second
24   digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by m
25   delay(1000);             // wait for a second
26 }
27
```





Processo di generazione del codice

- Controllo del codice e riadattamento
- Compilazione con avr-gcc
- Generazione dei file oggetto
- Linking
- Upload del codice hex con AVRDUDE





Le due vie alla programmazione di Arduino

• Base

- IDE di Arduino
- Librerie già pronte
- Progetti già pronti da modificare
- Alto livello

Hobbisti e anche utenti “non tecnici”

• Avanzata

- IDE e compilatori a discrezione
- Debugging
- **Compatibile con librerie già pronte e progetti già pronti da modificare**
- By-pass di funzionalità per accedere a basso livello
- **Uso completo delle funzionalità e prestazioni della MCU**
- HW già pronto solo da acquistare e standardizzato

Prototipazione, ricerca, sperimentazione.





Librerie Arduino

Core Distribution Libraries

EEPROM
SD cards

GSM
WiFi
Ethernet

LiquidCrystal
TFT

Stepper
Servo

SPI
Wire (TWI and I2C)
SoftwareSerial

Audio*
Scheduler*
USBHost*

NewSoftSerial
OneWire
Webduino
Sserial2Mobile
X10
Xbee
SerialControl

FFT
Tone
TLC5940
IRRemote

Keypad

FT-857D
RTTY

Messenger

Arduino Community Libraries





Esempi sketch

```
#include <Arduino.h>

void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop()
{
  dah(); dit(); dah(); dit();
  space();
  dah(); dah(); dit(); dah();
  space(); space();
}
```

```
void dit()
{
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(100);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(100);
}
```

```
void dah()
{
  digitalWrite(13, HIGH);
  delay(100*3);
  digitalWrite(13, LOW);
  delay(100);
}
```

```
void space()
{
  delay(100);
}
```





Esempi sketch

ryryry.ino:

```
#include <RTTY.h>

void setup()
{
  RTTY.attach(9,3);
}

void loop()
{
  RTTY.tx("CQ DX");
}
```

↓
aFSK RTTY
sul pin 9
(salvo armoniche!)



RTTY.cpp

RTTY.h:

```
...
class RTTY5
{
public:
  RTTY5();
  void attach(int pina, int pinb);
  void tx(char * string);
private:
  void rtty_txbyte(char c);
  void rtty_txbit(int bit);
};
...
```

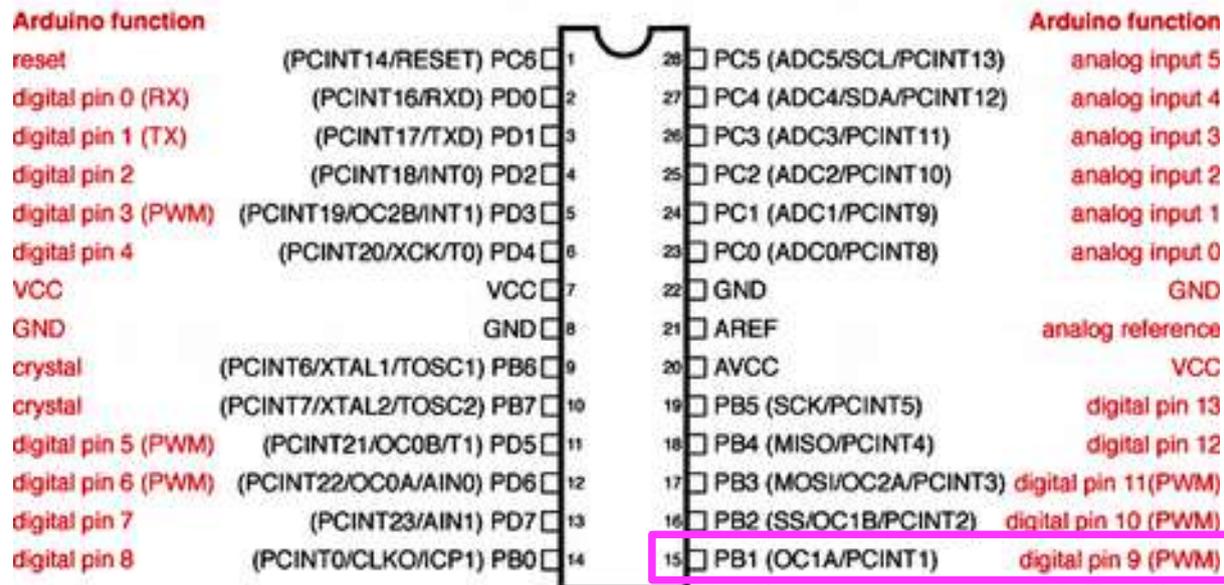
RTTY.cpp:

```
...
void RTTY5::rtty_txbit(int bit)
{
  if(bit)
  {
    // high
    tone(pa, 2295, BAUD_RATE*1000);
  }
  else
  {
    // low
    tone(pa, 2125, BAUD_RATE*1000);
  }
  delayMicroseconds(BAUD_RATE);
}
...
```

Tone.cpp



Mappa dei pin su Arduino



Digital Pins 11, 12 & 13 are used by the ICSP header for MISO, MOSI, SCK connections (Atmega168 pins 17, 18 & 19). Avoid low-impedance loads on these pins when using the ICSP header.

Arduino framework

```
pinMode(9, OUTPUT);  
...  
digitalWrite(9, HIGH);
```

PIN 9 → PB1

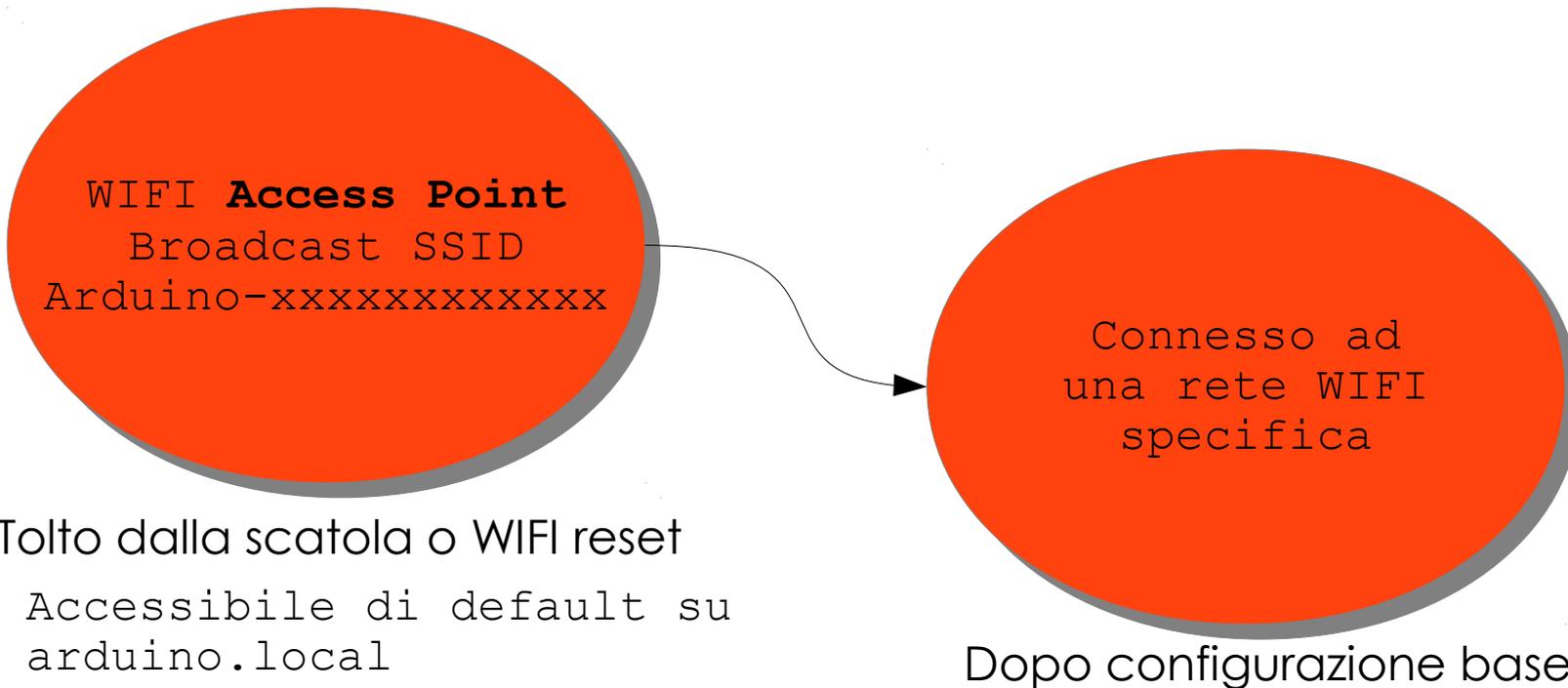
AVR C code

```
DDRB |= B00000010;  
...  
PORTB |= B00000010;
```





Configurazione Yun



```
# ssh 192.168.240.1
```

Oppure con
Interfaccia Web

- WIFI
- Ethernet
- miniCOM

```
# ifconfig eth0
```





Yun: Tool gestione Linino



- Qualsiasi emulatore di terminale (da Linux)
- PuTTY: client TELNET, SHH (da Windows)
- WinSCP: FTP, SFTP, SCP (da Windows)
- Arduino IDE 1.5 (beta)





Yun: Linino UCI

- Unified Configuration Interface

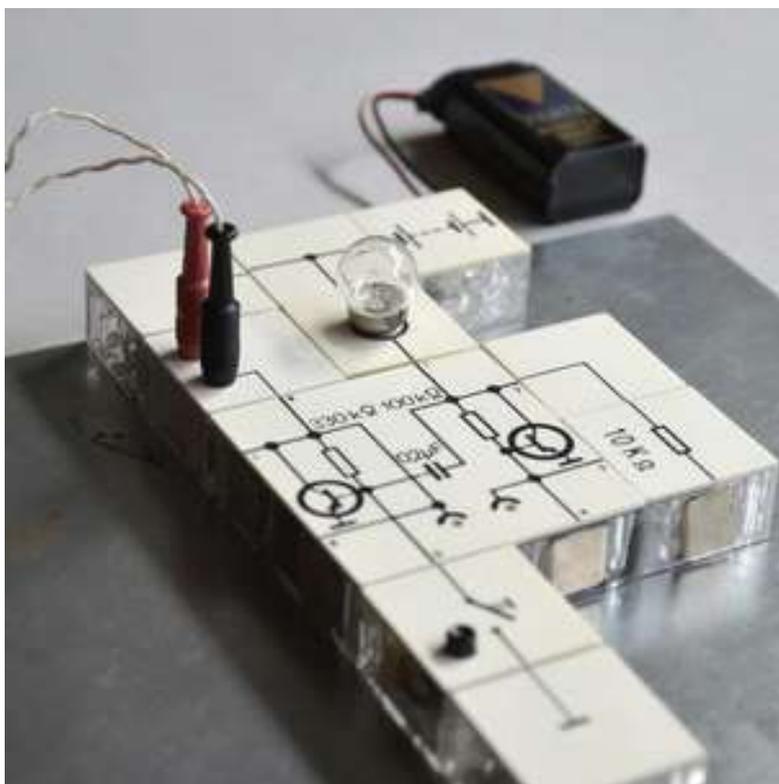
uci files in /etc/config:

```
arduino  
dhcp  
dropbear  
firewall  
fstab  
luci  
network  
system  
ubootenv  
ucitrack  
uhttpd  
wireless
```

<http://linino.org>



Arduino: un sistema “modulare”



Braun Lectron, 1967

- Moduli HW: shields
- Moduli FW: sketch e librerie
- Snippets rilasciati dalla community

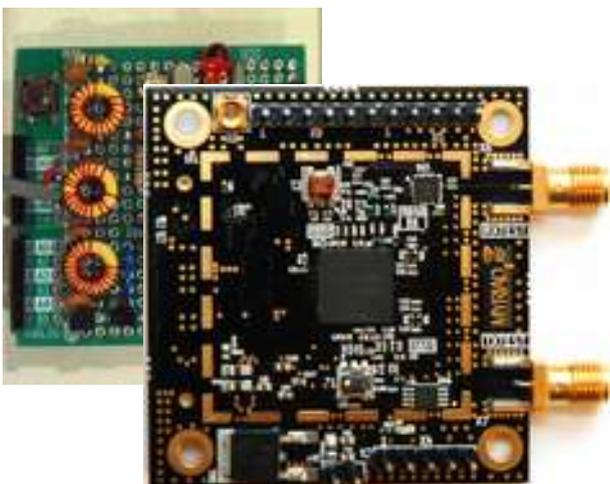


Shield



<http://www.shieldlist.org>

... controllo motori DC, RC servo, stepper, WiFi, display LCD, Ethernet, CANBus, Bluetooth, XBee, gestione memorie, matrici a LED, relay, GPS, prototipazione rapida ...



Shield radio

- **Shield: daughter board impilabili su Arduino**
- **Modularità**
- di terze parti o customizzati



Myriad RF

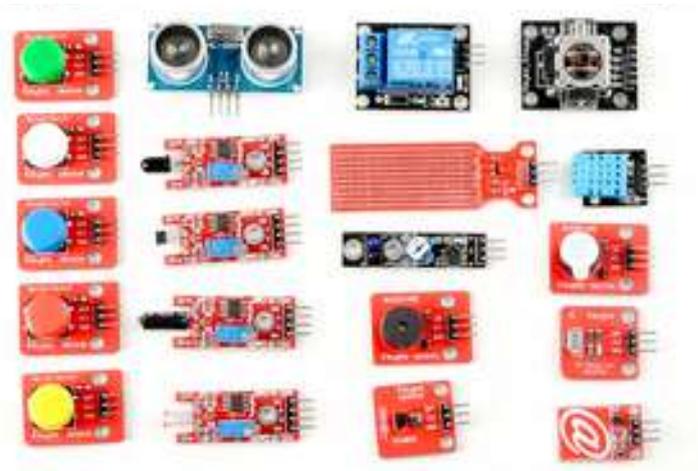
Open-source FP-RF

<http://myriadrf.org>





Mini-moduli pronti da montare



Sensori di distanza a US, microfonici, IR, relay ecc.



LED allarme, fotodiodi, pulsanti, potenziometri, sensori di temperatura, fotoresistenze.





Librerie Arduino

Core Distribution Libraries

EEPROM
SD cards

GSM
WiFi
Ethernet

LiquidCrystal
TFT

Stepper
Servo

SPI
Wire (TWI and I2C)
SoftwareSerial

Audio*
Scheduler*
USBHost*

NewSoftSerial
OneWire
Webduino
Sserial2Mobile
X10
Xbee
SerialControl

FFT
Tone
TLC5940
IRRemote

Keypad

FT-857D
RTTY

Messenger

Arduino Community Libraries





Applicazioni Ham Radio



W1AW, ARRL Headquarter

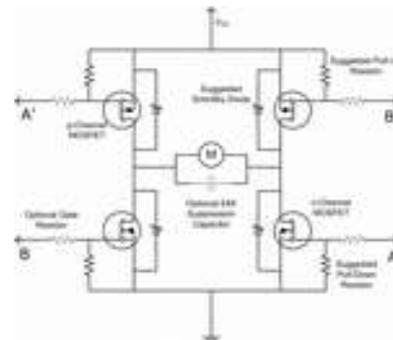




Principali funzioni svolte da Arduino in applicazioni OM

Gestione di segnali per controllo motori

- Rotori d'antenna
- Rotori per condensatori variabili in retroazione su ROS



“Cascata”
Leigh, WA5ZNU

Generazione di segnali e ricezione digitale (audio)

- Keyer con funzionalità avanzate
- Modulatori FSK e per semplici modi digitali con DDS
- Audioprocessing: modi digitali

Interfacciamento con moduli e/o PC

- Gestione ricetrasmittitori attraverso seriale o porte proprietarie
- Gestione moduli e schede a RF o per applicazioni specifiche tramite SPI, I2C
- Gestione moduli per applicazioni di controllo motori avanzate, su CAN bus
- Comunicazione con moduli Ethernet e WiFi 802.11g
- Uso su reti TCP/IP, webserver

Moduli RTX

Moduli QRSS

Moduli APRS

Moduli misure automatiche

Internet / Cloud

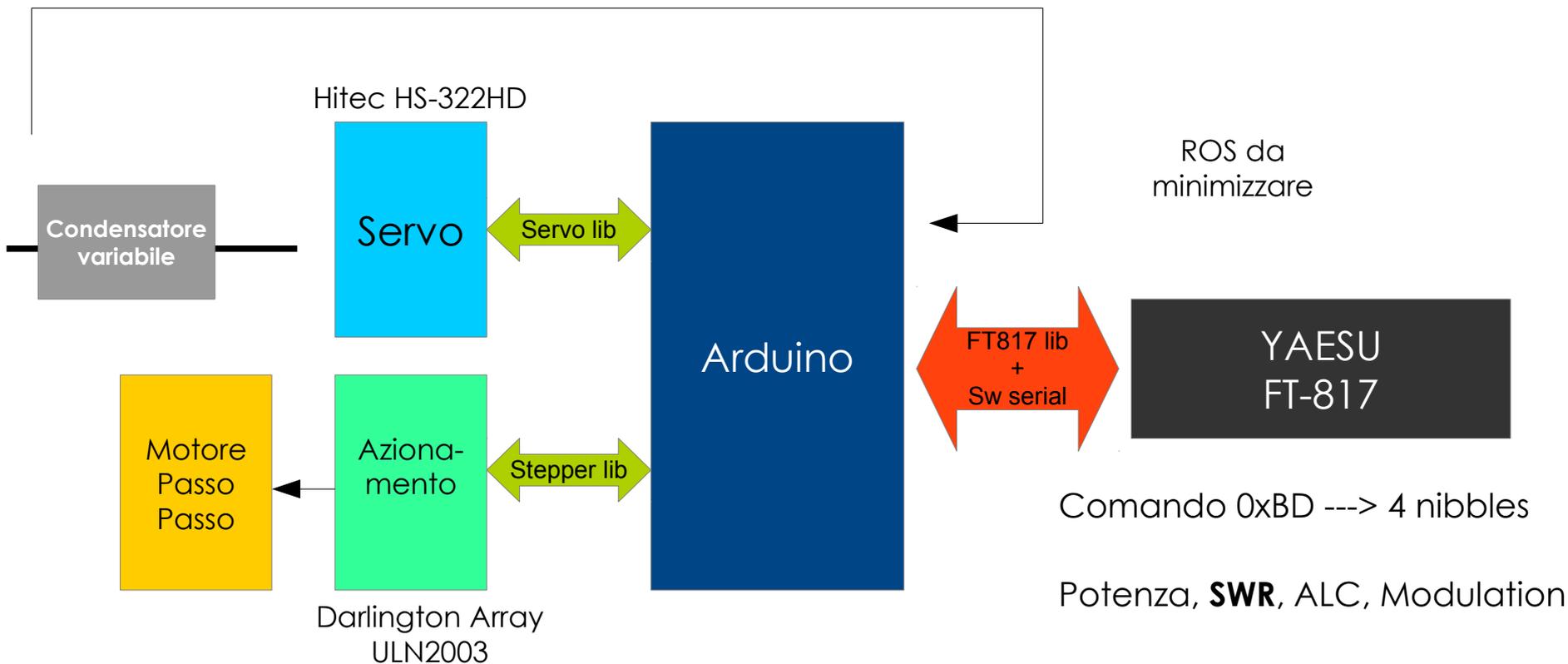
... DITUTTO !!!





Applicazioni

Accordatore Loop Magnetico



http://www.ka7oei.com/ft817_meow.html

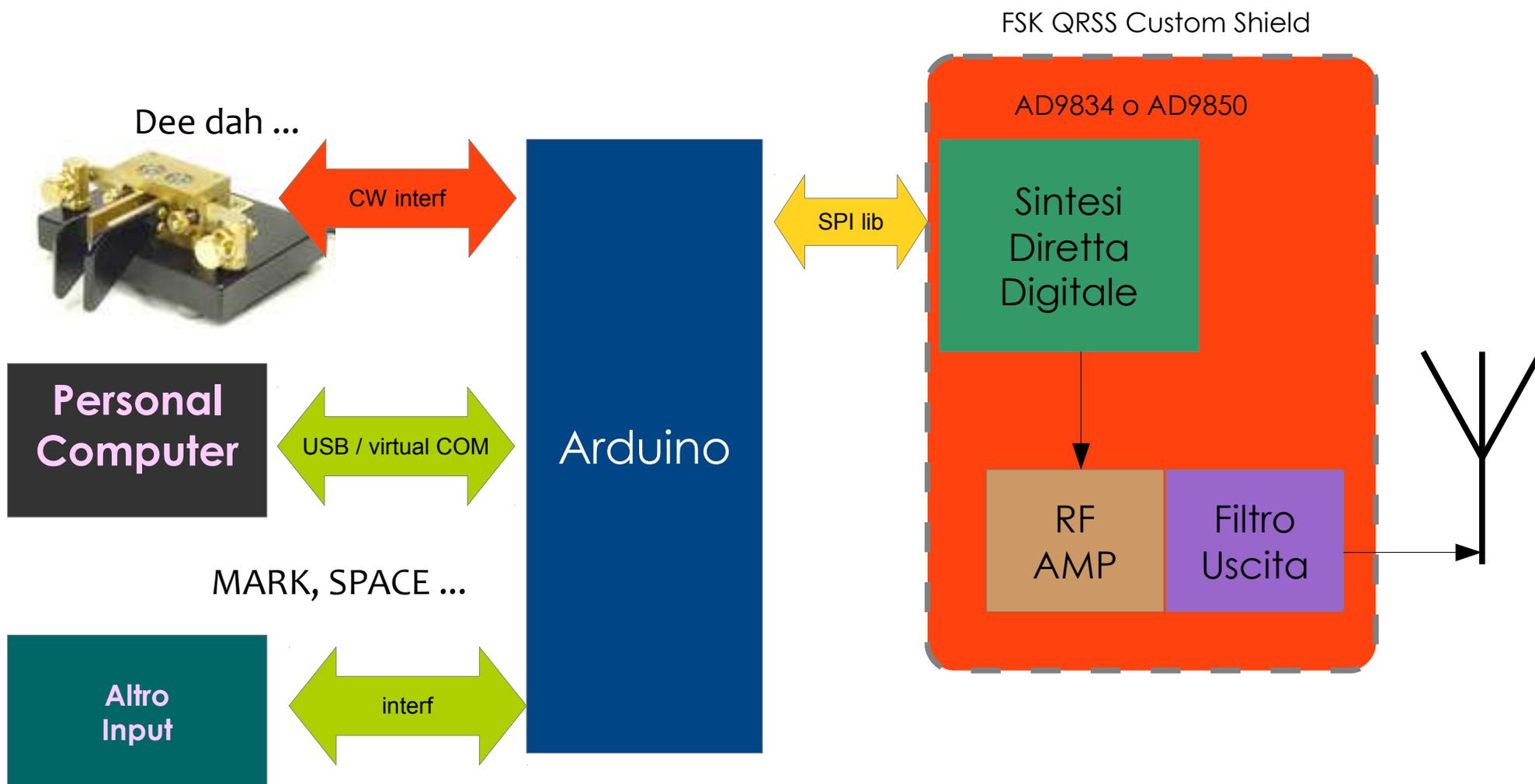
<http://code.google.com/p/ft-817-automatic-loop/>





Applicazioni

Trasmittitore FSK per QRSS

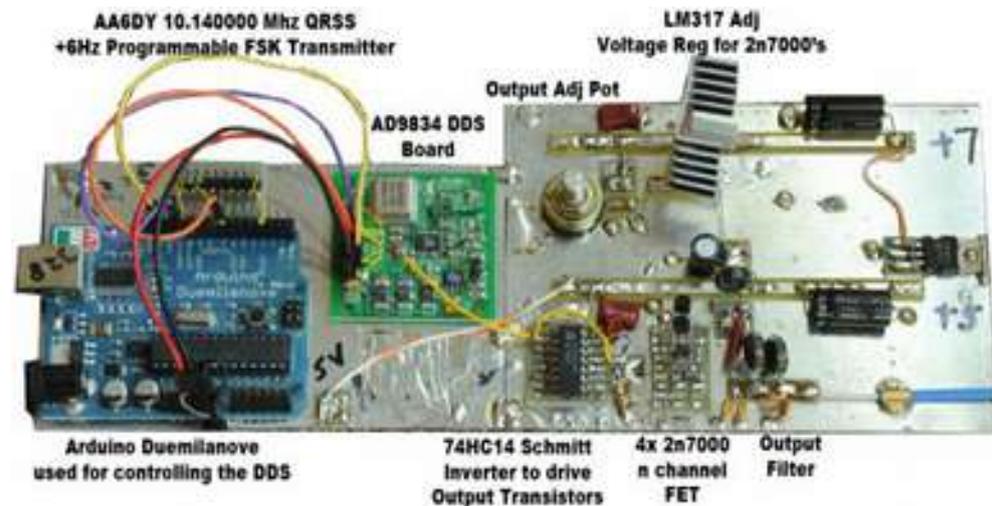


... dal web ...



- 10.140 MHz
- Shield per QRSS con FSK CW (F1A)
- Realizzata su ProtoShield (Sparkfun.com)

- Interfacciamento SPI
- con Direct Digital Synthesizer AD9834



Michael Seedman, AA6DY - Highland Park, IL <http://aa6dy.com>



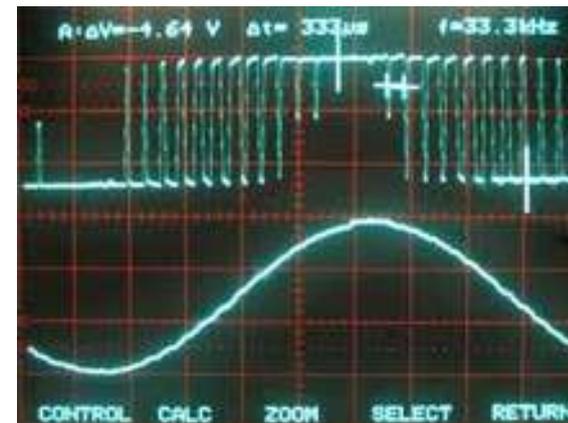


Applicazioni

Generazione di portanti audio

con Sintesi Digitale Diretta tramite PWM

- Generazione di portanti audio a 2000-3000 Hz
- Possiamo evitare l'uso di un IC ad-hoc per la generazione
- Usiamo la periferica di Atmega328: compare/timer/counter per generare un PWM a duty cycle variabile in forma sinusoidale
- Per questo è più agevole by-passare il controllo dei timer di Arduino (non usare analogWrite)
- Impostando opportunamente i registri di configurazione della periferica è possibile avere un periodo del clock al timer pari a 1/16 MHz
- E' possibile controllare il decadimento del segnale CW evitando quindi i click



Nanokeyer di N6SN, Bud Tribble

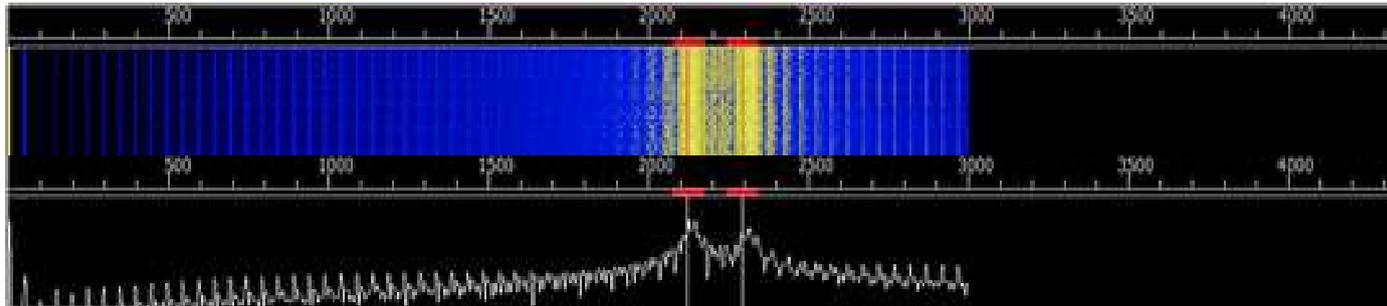
Sperimentazione!

<http://hamradioprojects.com/authors/wa5znu/+nanokeyer/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Bud_Tribble

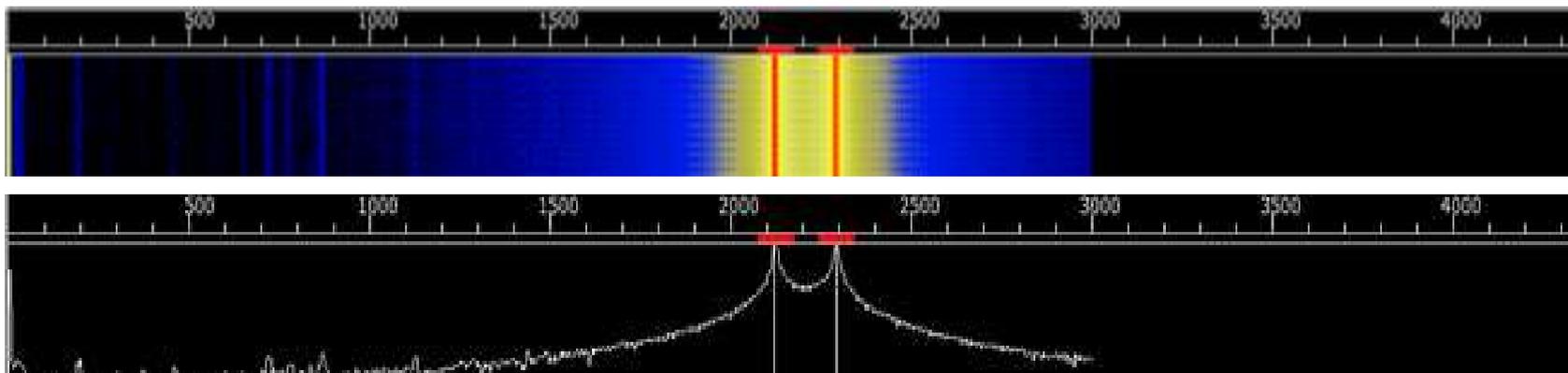


Applicazioni RTTY



- Usando le librerie: RTTY modificata e Tune

ONDE QUADRE (esempio visto)



Spettri audio del segnale generato.

Esperimenti ricezione, eseguiti con fldigi di <http://www.w1hkj.com>

Codice disponibile agli interessati

- Usando la libreria RTTY modificata e una DDS (usando i registri dei timer in modo avanzato)
- Segnale audio sinusoidale senza armoniche realizzato con una onda quadra a frequenza ultrasonica con D.C. variabile opportunamente (DDS con PWM)

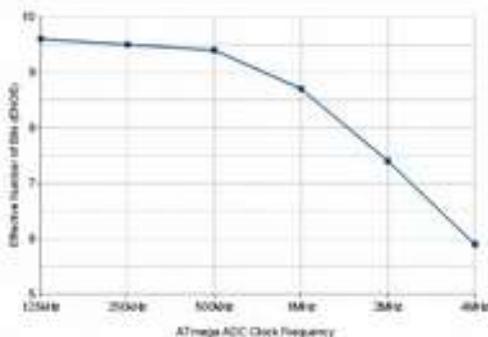




Applicazioni

Processing sul segnale audio

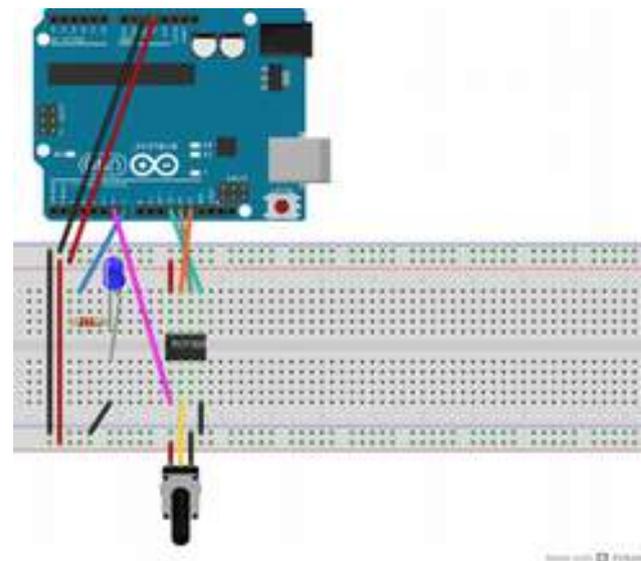
- Gli ADC della MCU di Arduino sono semplici e non sono progettati per l'audio
- Di default campiona a circa 9600 Hz. E' possibile far lavorare l'ADC fino a 1 MHz ottenendo frequenze di campionamento di 77 kHz. Incrementando la frequenza dell'ADC la risoluzione viene compromessa.



- Nonostante questo è possibile campionare a 40 kHz un solo canale con discreti risultati.
- E' possibile usare un componente esterno come Microchip MCP3002 Dual Channel 10-Bit A/D Converter con interfaccia SPI arrivando a frequenze di campionamento di 200 kHz.

<http://www.openmusiclabs.com/>

<http://interface.khm.de/>



Applicazioni:

- Demodulazione audio segnali in uscita da ricevitore SSB eventuale decodifica: RTTY... PSK31 (?)
- Prestazioni difficilmente comparabili con una buona scheda audio, ma possibile uso anche in assenza PC...

Sperimentazione!





"A radio in which some or all of the physical layer functions are software defined"



SDR Forum and IEEE

RX SDR con Arduino?

Direct sampling

RF

High Performance
Software Defined Radio
openhpsdr.org, tapr.org

Direct Conversion
Quadrature
Sampling (DCQS)

baseband

Esempi: SoftRock
Lite, EZCAP DVB-
T/FM/DAB ...

Digital Baseband

Esempi: FLEXRadio
SDRs, USRP, HPSDR,
AMRAD Charleston
SDR, DSP-IP

IF

Fonte: F. Doremberg N4SPP http://www.nonstopsystems.com/radio/frank_radio_sdr.htm

Arduino UNO: troppo lento anche per processare i segnali I e Q.

Con tecniche avanzate è possibile usarlo per audio processing (con poche pretese)

- Arduino DUE (SAM₃X8E)
- Olimexino (STM₃₂F103)

Full audio 20 kHz real time processing capable!

Sperimentazione di semplici algoritmi per SDR





Applicazioni: tracker con APRS



Arduino
UNO

TTL 9600 bps
NMEA protocol

Modulo
GPS



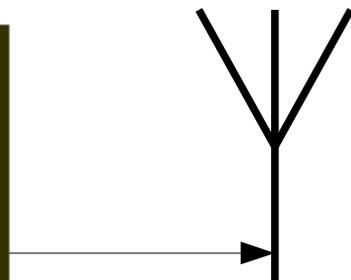
AINs

Sensori

Temp.: LM60

~OUT

Filtro
&
TX



Reg. livello aFSK

```
DJ700-11>APRS,WIDE2-1:/  
113801h  
4957.60N/  
00811.98E  
0000/000/  
A=000895/Ti=58/Te=107/V=8439  
Klaus JN49CX via Trackuino
```

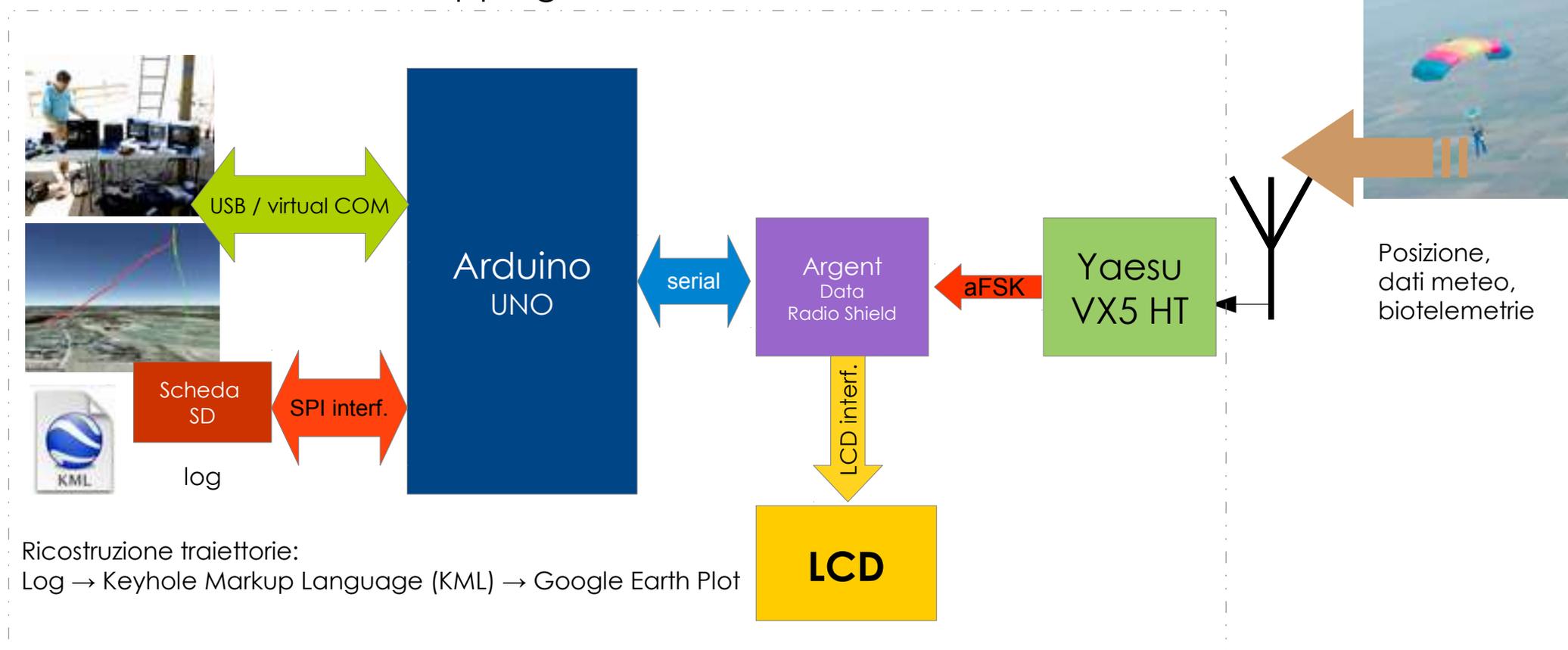
<http://www.kh-gps.de/trackuino.htm>



Applicazioni: logger con APRS



Stazione alla Dropping Zone



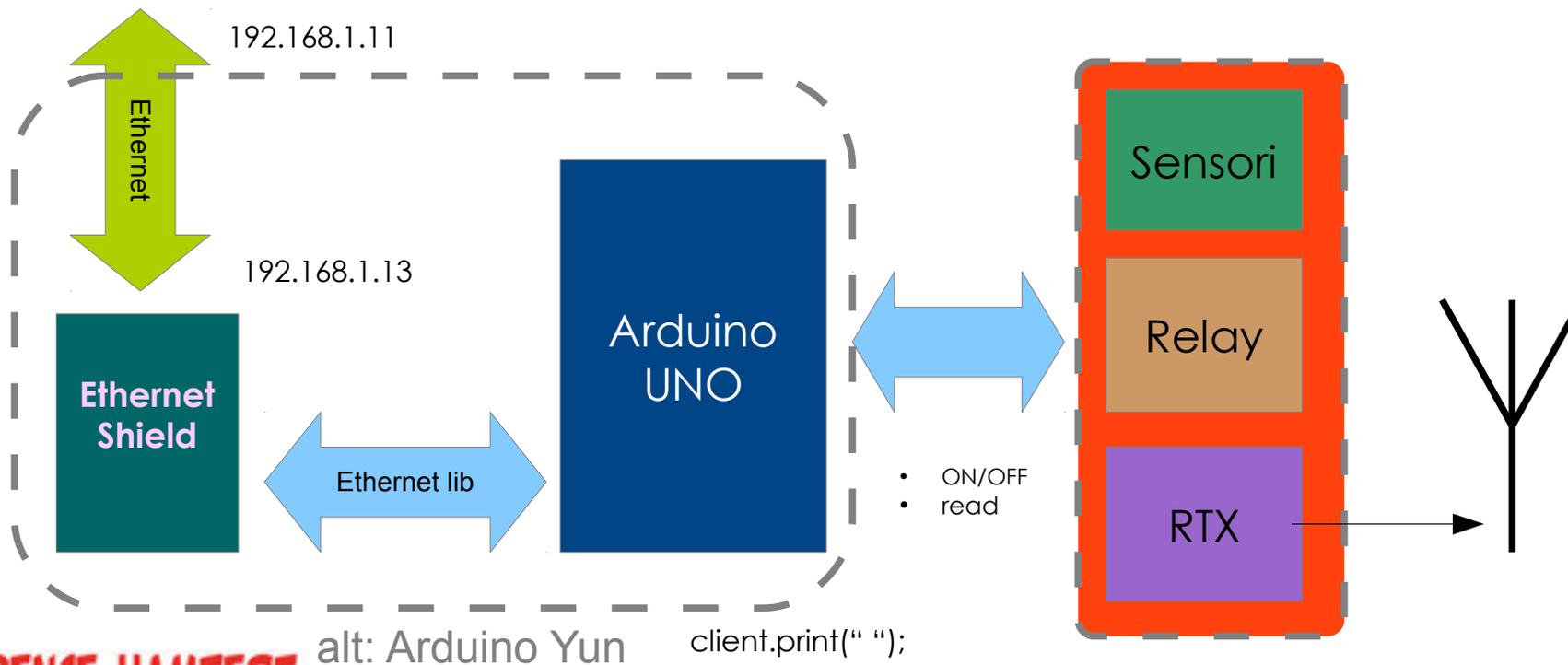
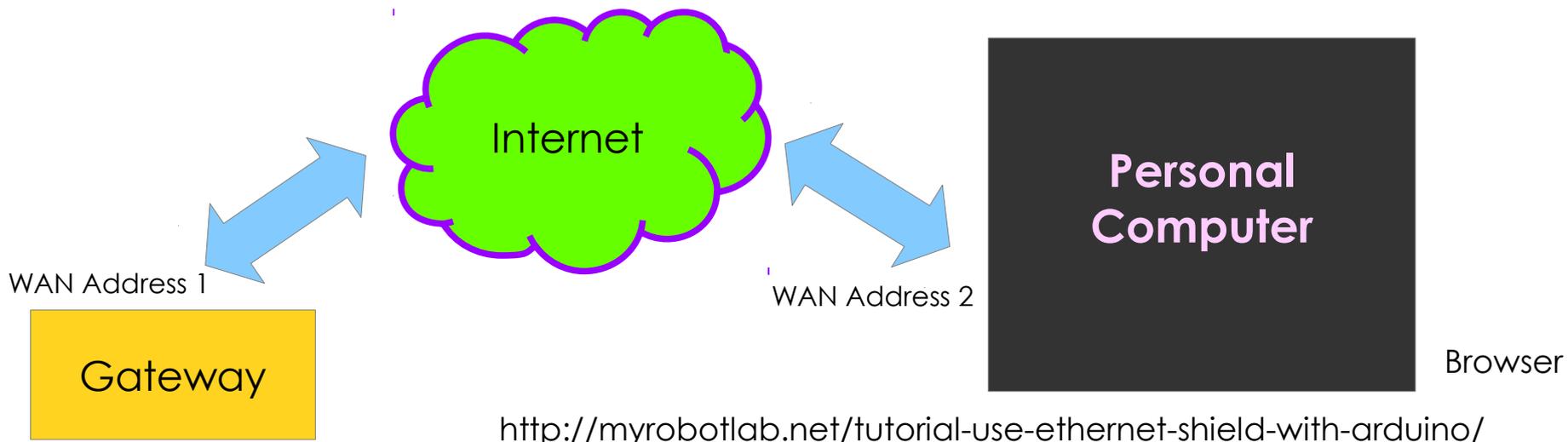
Ricostruzione traiettorie:
Log → Keyhole Markup Language (KML) → Google Earth Plot

Fonti: Michael D. Pechner, NE6RD, Mark Meltzer, AF6IM
<http://parachutemobile.org>



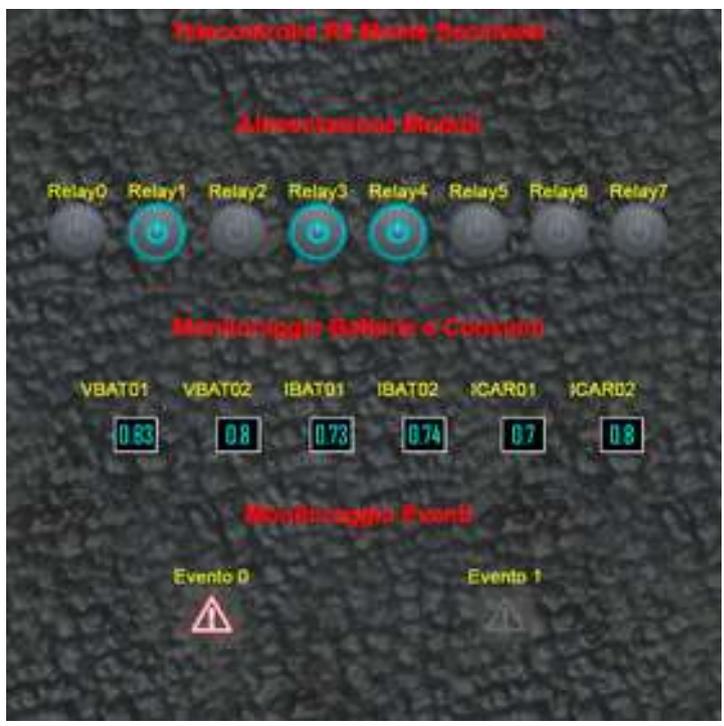
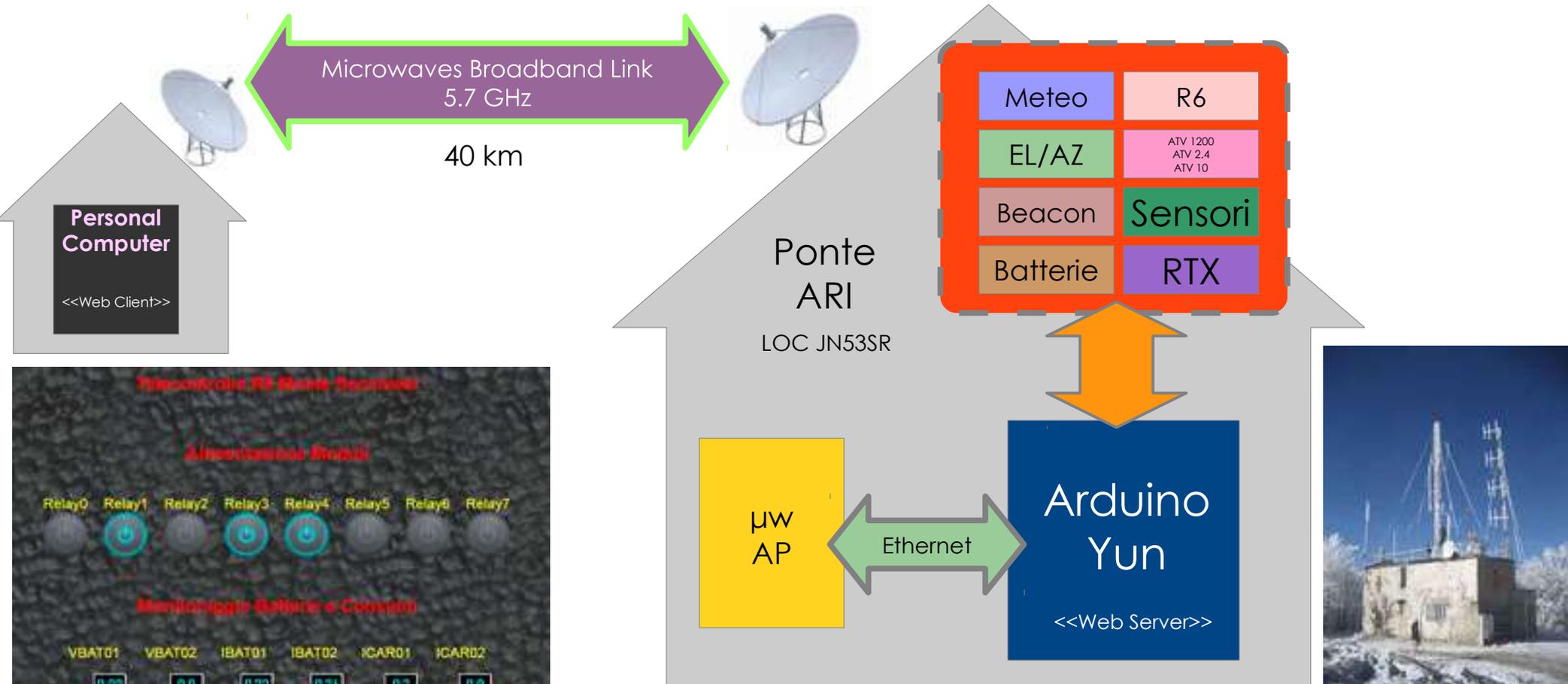


Applicazioni Controllo remoto su Internet





Applicazioni: Telecontrollo Moduli-Batterie-Sensori per Stazione Remota



Monte Secchieta
Quota 1450

Sistema di telecontrollo in sperimentazione, realizzato da I5XFD Franco, IK5FGJ Raffaele, IZ5IPB Fabio e IW5EKN Francesco.





Web consigliato

Imparare
Arduino

- <http://forum.arduino.cc>
- <http://scuola.arduino.cc/>
- <http://learn.adafruit.com>
- <http://www.open-electronics.org>



- <http://www.amrad.org>

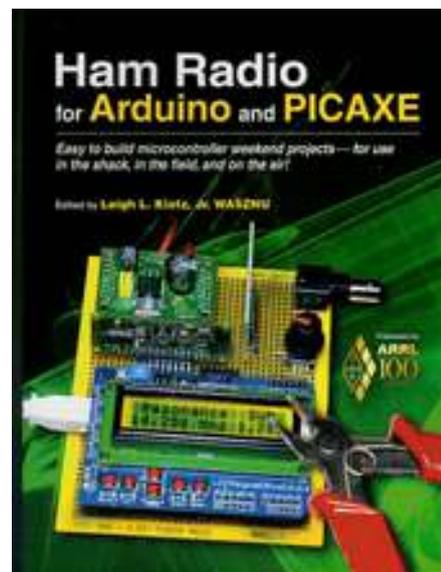
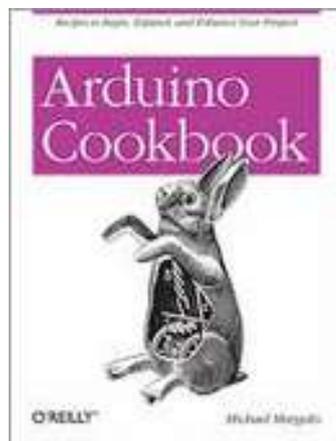
Community di
Sperimentazione

Associazione affiliata
ARRL





Libri Consigliati





73

iw5ekn@qsl.net

