

Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 3.0 Italia. Per leggere una copia della licenza visita il sito web <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/it/> o spedisci una lettera a Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.



## LICEO SCIENTIFICO STATALE "LORENZO MASCHERONI"

24124 BERGAMO (BG) Via A. Da ROSCIATE, 21/A

Tel. 035-237076 - Fax 035-234283

e-mail: [BGPS05000B@pec.istruzione.it](mailto:BGPS05000B@pec.istruzione.it)

sito internet: <http://www.liceomascheroni.it>

Cod.Mecc.BGPS05000B Cod.Fisc.95010190163



### PERCORSO E DESCRIZIONE ESPERIMENTI "QUANTE ONDE HAI IN TASCA"

notizie e possibili esperimenti con il dispositivo wifi-arduino: indagine con rilevatore wireless programmato con Arduino Nano ( perchè risponde ai requisiti=corretto numero di pins, alimentazione, regge l'interfaccia con un display e con la scheda wireless scelta) -ricerca campi wifi ( programmata dai ragazzi è dotata di un display a basso consumo di energia). Il rilevatore lavora su canali wireless 2-4 Ghz ( si evidenzia un picco di intensità in quale canale) e si **possono rilevare telefoni in modalità hotspot wifi** ( bisogna chiedere ai visitatori di accenderli senza fasi notare). La frequenza di aggiornamento è ogni 1s ( forse ultimamente è stata migliorata). Si può, poi, rilevare l'interazione della scheda con il forno a mw( microwaves) ...vedere con continuare l'interazione nell'evoluzione del percorso, chiedendo a Marco quali altre funzionalità della scheda si possono mettere in evidenza

→ onde elettromagnetiche: vedi schede apposite

#### 2. rocchetto di Rumkhorff

**COME FUNZIONA IL VOSTRO CELLULARE? CON LE ONDE ELETTROMAGNETICHE... AVETE MAI SENTITO PARLARE DI ONDE ELETTROMAGNETICHE? SAPETE COME SI PRODUCONO ? AVETE MAI VISTO ESPERIMENTI CHE LE RILEVINO?**

- scarica se collegato a batteria;
- se allontanano i poli dello spinterometro x vedere interazione della scarica SI INDEBOLISCE
- con fiamma della candela ( ionizzazione dell'aria che facilita la Riaccensione) la scarica tra i due elettrodi si riattiva, MA ALLORA NELL'ARIA CONTINUA A SUCCEDERE QUALCOSA ANCHE SE NON SI VEDE LA SCARICA... regione ionizzata...
- riaccensione della stessa con la scarica una volta spenta ( sfrutta l'energia termica ad essa associata alla scarica), ma ancora calda.  
Scarica aumenta di intensità se si avvicina la candela.
- collegamento con oscilloscopio per osservazione del segnale della scarica ( decremento logaritmico). Vera ipotesi di Hertz. ONDE ELETTROMAGNETICHE
- che segnali posso produrre? Switch del circuito sulla tastiera e produzione delle scariche "cantanti"

**3. ANTENNA E RADIO. MA SE IO ALLUNGO IL SECONDO POLO del rocchetto ( spinterometro) trasformandolo in un'antenna...l'aria circostante continuerà a ionizzarsi? Proviamo.....come posso rilevare questa ionizzazione? Provo ad affacciare un altro polo "allungato" come un'altra antenna**

Ruolo del ricevitore: collegamento del rocchetto con un'antenna; un interruttore per la produzione di segnali in alfabeto Morse; sento la scarica del segnale in Morse sul rocchetto

**d.** attivazione del circuito LC ( l'antenna ) e rilevazione delle onde elettromagnetiche con una radio. Ricerca della frequenza tramite variazione della resistenza (Non sarebbe coinvolta anche la capacità?) sull'emettitore ( manopola) e sul ricevitore ( sulle onde corte, spettro molto ampio).

**e.** emissione di suoni su scala musicale pigiando gli interruttori collegati alle differenti resistenze  
**ASPETTI STORICI NASCITA TELEGRAFO E RADIO: SAPETE COSA STIAMO FACENDO? QUELLO CHE FECE GUGLIELMO MARCONI QUANDO inventò....**

#### **4. CIRCUITO LC OSCILLANTE.**

##### **PROVIAMO A CAPIRE COME SI GENERA QUELLA SCARICA CHE PRODUCE L'ONDA ELETTROMAGNETICA**

**circuito oscillante:** chiusura alternata con commutatore del circuito dapprima in carica del condensatore, poi in scarica dello stesso sull'induttanza e osservazione del segnale all'oscilloscopio: è onda smorzata esponenzialmente  $x$  perde in potenza nel tempo. ( batteria 12 V auto, con 7,2 A corrente , si sfrutta 1V vedi quanto scritto dietro al circuito dal prof. )

#### **5. triodo/ campo elettrico/ magnetico**

##### **SIETE CONVINTI CHE ABBIAMO GENERATO ONDE ELETTROMAGNETICHE?**

##### **PROVIAMO A VEDERE QUALI CARATTERISTICHE HANNO? SARANNO DAVVERO ELETTRO- MAGNETICHE?**

Per avere onde persistenti ci vuole un circuito oscillante continuo con frequenza precisa e costante → **triodo oscillatore** ( sfrutta un potenziale acceleratore di placca fissato. Accensione del generatore e poi del circuito del triodo, posto sul treppiede).

**a. rilevazione del campo elettrico** generato dal triodo attraverso una lampadina al neon

**b. rilevazione del campo magnetico** attraverso una sonda ( filo elettrico sagomato a spira circolare e collegato ad una lampadina di automobile che si accende  $x$  sfrutta la corrente indotta che vi si genera) ( 500 V di tensione sul triodo, quindi attenzione!) Questo circuito, così strutturato emette onde sui 5MHz, ovvero di lunghezza d'onda di 60 m

**c. linee di forza concatenate e correnti indotte:** accensione di un circuito secondario interfacciato, collegato con una lampadina ad incandescenza: si accende quando le linee di forza del primario ( quello col triodo) si concatenano con le spire dell'induttanza del secondario. Trasporto di energia sull'onda em.

**d. osservazione all'oscilloscopio** del segnale emesso dal triodo attraverso una spira che rileva le onde e la variazione del campo elettrico nel tempo: segnale costante

**e.** interfaccia con secondario con LC (solenoidale e condensatore variabile), tubo al neon: variando la capacità, si accende il tubo al neon, quindi viene raggiunta la corretta frequenza di **risonanza tra i due circuiti**. In ricezione, quindi, questa corrente genera nel secondario un adeguato potenziale di eccitazione ai capi del neon. Si osservano **nel neon onde stazionarie**.

##### **f. PROVIAMO A FINGERE DI ARROTOLARE UN'ANTENNA SU QUESTO TUBO LUNGO E VEDIAMO COME SI COMPORTANO IL CAMPO ELETTRICO E IL CAMPO MAGNETICO**

**fili di Lecher:** Un tubo di ombrellone con arrotolati 20 m di filo di rame coperto di cotone. Con frequenza di 5Hz si evidenzia 1 quarto d'onda. Con frequenza di 15MHz ( ottenuta commutando il condensatore sul circuito del triodo) si evidenziano 3 quarti d'onda. Con la sonda doppia ( led per il campo elettrico, montato nella stessa struttura con una spira collegata ad una lampadina) si evidenziano i massimi (1 nel primo caso di 5 Hz, tre nel secondo caso- ma non ne sono sicura di averli contati- ) del campo elettrico e magnetico sfasati di  $\pi/2$ .

##### **ADESSO CI CREDETE CHE ESISTONO LE ONDE ELETTROMAGNETICHE? MA CI SONO SOLO QUELLE DELLA RADIO?**

**BREVISSIMA PRESENTAZIONE TEORICA DELLO SPETTRO ELETTROMAGNETICO E**

## ENUCLEAZIONE DELLE MICROONDE, RANGE E FREQUENZA-LUNGHEZZA D'ONDA

7. microonde: presentazione sul funzionamento( magari riuscire a trovare un vecchio forno non funzionante con un magnetron da mostrare!)

- a. **caratteristiche delle microonde** con l'apparecchiatura che le genera e riceve: cosa le scherma ( mano, metallo, rifratte dall'acqua come la luce, lente di cera, POLISTIROLO, LEGNO )
- b. **misura della lunghezza d'onda** delle mw, interfacciando il dispositivo di sopra con un amperometro ( partendo dal massimo registrato e misurando dopo quanti cm si registra il minimo di corrente ( che quindi è un nodo). Questa sarà  $L/4$  e si misura pari a 0,7cm (Errore lettura 0,1 cm). Poiché i dati tecnici forniscono 1kHz come frequenza dell'apparecchio, si deduce che la  $L(=$ lunghezza d'onda) è 2,8 cm ( calcolare l'errore propagato), che risponde al range delle mw.

### 8. MA SIAMO SICURI CHE IL FORNO A MICROONDE DAVVERO LAVORA NELLE MICROONDE? PROVIAMO A MISURARLE CON UN ESPERIMENTO

misura dello stesso fenomeno con il **pane nel microonde**. I punti di bruciatura ( identificabili come i massimi della potenza, ovvero sedi di ventre e cresta si trovano a CIRCA 6 cm, che quindi è la lunghezza d'onda, circa di distanza. Supponendo data la frequenza dichiarata dal costruttore che è 2450 Mhz, supposta vera la velocità della luce, la lunghezza d'onda conseguente è di 12,3 cm, compatibile con le lunghezze d'onda dei forni a mw. DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DELL'ONDA---> C

### 10 PERCHÈ IL MW HA EFFETTI SOPRATTUTTO SULL'ACQUA E NON SU POLISTIROLO O LEGNO O CARTA? Presentazione del PHET COLORADO SU MW, DA SCARICARE!

come lavora sui cibi, aiutati di presentazione (Phet Colorado e animazione INFN) : azione sull'acqua e sui grassi, applicazione all'ebollizione dell'acqua e cubetto ghiaccio

### 9. Ma ci saranno davvero i campi elettromagnetici dentro il MICROONDE COME NELLA SEZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE? PROVIAMO A RILEVARLE CON UN NEON

rilevazione delle onde emesse all'esterno con lampada neon (non dovrebbe se è una gabbia di Faraday) e dentro con beker e lampada neon ( forno a 90 W potenza, pochissimi secondi, appena si accende aprire sportello e interrompere per evitare scoppio neon

**e fuori dal forno?** ( Potremmo costruire un rivelatore del campo elettromagnetico ad altissima frequenza generato dal forno a microonde: un dipolo lungo 6,1 cm ( $\lambda/2$ , una striscia di piastra per circuito stampato), un diodo al germanio a punta di contatto e due piccoli induttori ( $X_L = \omega \cdot L = 150 \text{ Ohm}$  se  $L = 10 \text{ nH}$ ) per impedire che il segnale a radiofrequenza venga cortocircuitato dallo strumento di misura, Oppure potremmo usare quello costruito. La sensibilità di questo sistema di rivelazione è molto alta: circa  $100 \mu\text{W}$  a fondo scala.

una lampada fluorescente che, dentro un forno a microonde, immersa in acqua e senza fili, si accende. Pur essendo l'acqua il migliore assorbitore dell'energia del campo elettromagnetico alla frequenza di 2,4 GHz, il campo all'interno della cavità del forno è così intenso che anche in una massa di acqua avvengono fenomeni di ionizzazione a valanga del gas all'interno della lampada.)

11. **MA CHE RELAZIONE HANNO LE MICROONDE CON I TELEFONI?** interazione con il telefono chiamato su rete telefonica, bluetooth acceso e wifi (videochiamata). Stesso check con la carta stagnola e telefono.. che misurano campo emesso dal telefono

volete davvero vedere se c'è un campo elettromagnetico? Possiamo produrre una scarica come quella che avete visto all'inizio del percorso col rocchetto di Rumkhorff?

12. CON DOCENTE PRESENTE (NON SO SE FARLO, SFRUTTA LA IONIZZAZIONE PRODOTTA DAL

CAMPO EM DENTRO AL MW, MA è DAVVERO SPETTACOLARE..... ) Introdotto nel forno uno stuzzicadenti di legno che era stato bruciato con la fiamma di un accendisigari e con ancora un po' di brace all'estremità. L'energia dell'intenso campo elettromagnetico dentro la cavità del forno provoca la ionizzazione a valanga dell'aria, e si formano delle palle di plasma che vagano per il forno. Questo fenomeno ricorda molto le descrizioni degli **ubiqui fulmini globulari**, la cui esistenza e causa non sono chiare...RIPROPRRE ANCHE CON UVA

### 13. IL TELEFONO E LE MICROONDE FANNO DAVVERO MALE?

POSSO CUOCERE COL TELEFONO? NO PERCHE' POTENZA BASSA, FARE ESPERIMENTO POP CORN impossibile cuocere con il telefono che ha potenza bassa, 2W, MENTRE FORNO a microonde ha potenza elevata 2 MW

## FINE

# TOTALE GUIDE COINVOLTE PER OGNI GIRO: 12

## SITOGRAFIA

l. plasma nel micro con un acino d'uva e fulmini globulari

<http://www.scienceinschool.org/2009/issue12/microwaves>

m. scoppiamo un pop corn chiamando contemporaneamente quattro telefoni disposti a croce attorno al chicco a dimostrazione che concentrando il campo di quattro cellulari, di vecchia costruzione, quindi con l'intensità di campo elettromagnetico è sufficiente er trasformare in vapore l'acqua conteuta nel chicco fino a podurre pressioni di 7 atm.

Sicurezza dei cellulari con mw:

<http://www.ntu.edu.sg/home/eylu/fdtd/phone0.htm>

By conducting experiments at varying field frequencies and sample thicknesses, they realised that thin samples exposed to low-frequency electric field heating can have a considerably higher mobility and reactivity than samples exposed to standard heating, even if they are at the exact same sample temperature. They also found that at frequencies exceeding several megahertz and for samples thicker than one millimetre, the type of heating used does not have a significant impact on the level of molecular mobility and reactivity, which is mainly dependent on the sample temperature. In effect, the configurational temperatures will only be marginally higher than the real measurable temperature.

Previous studies were mostly fundamental in nature and did not establish a connection between microwaves and mobile phone heating effects. These findings imply that for heating with microwave or cell phone radiation operating in the gigahertz frequency range, no other effect than a temperature increase should be expected.

Since the results are based on averaged temperatures, future work will be required to quantify local overheating, which can, for example, occur in biological tissue subjected to a microwave field, and better assess the risks linked to using both microwaves and mobile phones.

<http://phys.org/news/2011-11-extraordinary-effects-microwave-mobile.html>

Read more at: <http://phys.org/news/2011-11-extraordinary-effects-microwave-mobile.html#jCp>

sitografia:

<http://it.m.wikihow.com/ControllareseilTuoMicroondeEmetteRadiazioni>

<http://www.professionistiscuola.it/eletricitaemagnetismo/laboratoriopoverolagabbiadi-faradayedilcellulare.html>

[http://www.prirodopolis.hr/daily\\_phy/pdf/experimentsOvenMicrowaves.pdf](http://www.prirodopolis.hr/daily_phy/pdf/experimentsOvenMicrowaves.pdf)

<http://www.ntu.edu.sg/home/eylu/fdtd/phone0.htm>

<http://phys.org/news/201111extraordinaryeffectsmicrowavemobile.html>

<http://www.scienceinschool.org/2009/issue12/microwaves>

Microonde esperimento scuola x onde elettromagnetiche

<http://www.scienceinschool.org/2009/issue12/microwaves>

<http://www.scienceinschool.org/2009/issue12/microwaves>

<http://www.juliantrubin.com/topicprojects/cellphoneprojects.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=FIKeFdDI49k>

[http://www.museodifisica.it/ITA/htm/exhibit\\_alta\\_frequenza.htm](http://www.museodifisica.it/ITA/htm/exhibit_alta_frequenza.htm)

**Fine? Pop corn col micro per tutti?**