

UN'ALTRA... RADIO-

Con questo articolo racconto “l’odissea” che ho dovuto affrontare per rispondere ad una banale domanda. Certo avrei potuto svolgere un’approfondita ricerca sul web ma sarebbe finito tutto in un attimo e non mi sarei divertito così.

Come suggerisce il titolo, in queste righe non parlerò di radiocomunicazioni anche se il quesito di partenza era ovviamente collegato al mondo OM.

Di seguito racconterò passo passo, tutto quello che ho fatto da 1 anno a questa parte (eh si! Mi è servito 1 anno per concludere) senza scendere troppo nei dettagli ma limitandomi semplicemente a descrivere l’avventura.

I materiali, le attrezzature e le procedure di cui sto per scrivere sono a titolo puramente **didattico**. Invito chiunque a **NON** considerare quanto scritto in questo pdf come un manuale.

NON MI ASSUMO NESSUNA RESPONSABILITÀ

P.S.: Se pensate che io sia pazzo, scriteriato, incosciente, carente in sicurezza, avventato, nerd... AVETE RAGIONE !!!

COME TUTTO EBBE INIZIO

La domanda

Come anticipato questa folle avventura è iniziata con una semplice domanda:
come è fatta l’antenna “gommino” del mio Baofeng ?

Lo giuro, ho cercato sul web (almeno 5 minuti su un solo sito) ed ho anche chiesto a vari colleghi radioamatori più esperti (1 solo, dopo la terza doppio malto) eppure... non ho trovato risposta. Allora mi sono detto: “però voglio vederlo con i miei occhi come’è fatta sta antenna!”.

Come procedere? L’unica possibilità è togliere la gomma protettiva intorno allo stilo cercando di non rovinare l’antenna vera e propria in modo da raggiungere l’elemento radiante.

Il problema è che mi dispiacerebbe rovinare irrimediabilmente l’antenna dell’unica radio palmare che ho, ci tengo ai miei apparati anche se “cinesate” (sono tirchio).

Uffa!! Potrebbero usare gomme trasparenti così da poterci vedere attraverso... oppure traslucide, così almeno illuminandola con una forte luce si potrebbe vedere l’ombra della struttura interna... Ci andrebbe una luce molto potente... in grado di oltrepassare la plastica ma non il metallo dell’elemento radiante... un po’ come una radiografia... UNA RADIOGRAFIA !!!!

Era il 17 luglio 2022 quando mi sono messo in testa di fare una lastra al baofeng.

Cercai subito qualcuno che mi potesse aiutare ma negli ospedali non è permesso fare radiografie a cose “non umane”. **Ho anche chiesto al radiologo che mi fece la lastra al dito, quando me lo sono quasi mozzato con la sega circolare....** Ma niente.

Quindi l’unica possibilità rimasta era quella di generare raggi X per conto mio.

Fortunatamente sono uno “scienziato dei materiali” (così dice il rettore di UniTO) e almeno teoricamente so come si producono i raggi X. A livello pratico però tra alta tensione, radiazioni ionizzanti ad alta energia, metalli tossici, componenti introvabili (solo per generare i raggi X!), poi bisogna “catturarli” in qualche modo.... Insomma mi resi subito conto della difficoltà di questo progetto ma nonostante questo, senza scoraggiarmi, mi risoltai le maniche e con l’obiettivo di spendere il meno possibile mi misi all’opera.

PRODURRE RAGGI X

I raggi X sono una porzione dello spettro elettromagnetico con energia e lunghezza d'onda ben più alte di quelle che un radioamatore è abituato a trattare. Con una frequenza di centinaia di PHz (10^{17} Hertz) e una λ di 10^{-9} m, i raggi X si posizionano ben oltre le Tremendously High Frequencies o THF (altro ambito estremamente interessante!).

Questi “raggi” vengono prodotti da elettroni veloci che, penetrando all'interno di un target metallico, rallentano perdendo energia sotto forma di radiazione X (radiazione di frenamento o Bremsstrahlung).

La sorgente

Il sistema consiste in un catodo a filamento di tungsteno che produce elettroni per effetto termoionico ed un anodo tipicamente in rame. Tra i due elettrodi vi è una differenza di potenziale nell'ordine di 30-100 kV in grado di generare il campo elettrico necessario per accelerare gli elettroni prodotti al catodo.

Il tutto è sigillato all'interno di un contenitore di vetro/quarzo in ambiente di alto vuoto dal quale fuoriescono soltanto i collegamenti elettrici per catodo ed anodo.

Ricorda qualcosa? Esattamente, è una valvola! Per questo motivo alcune grosse valvole erano coperte da un cilindretto metallico, anche loro generano raggi X.

— PRODUCT INFORMATION — Page 1 8-71

Diode **3DR3**

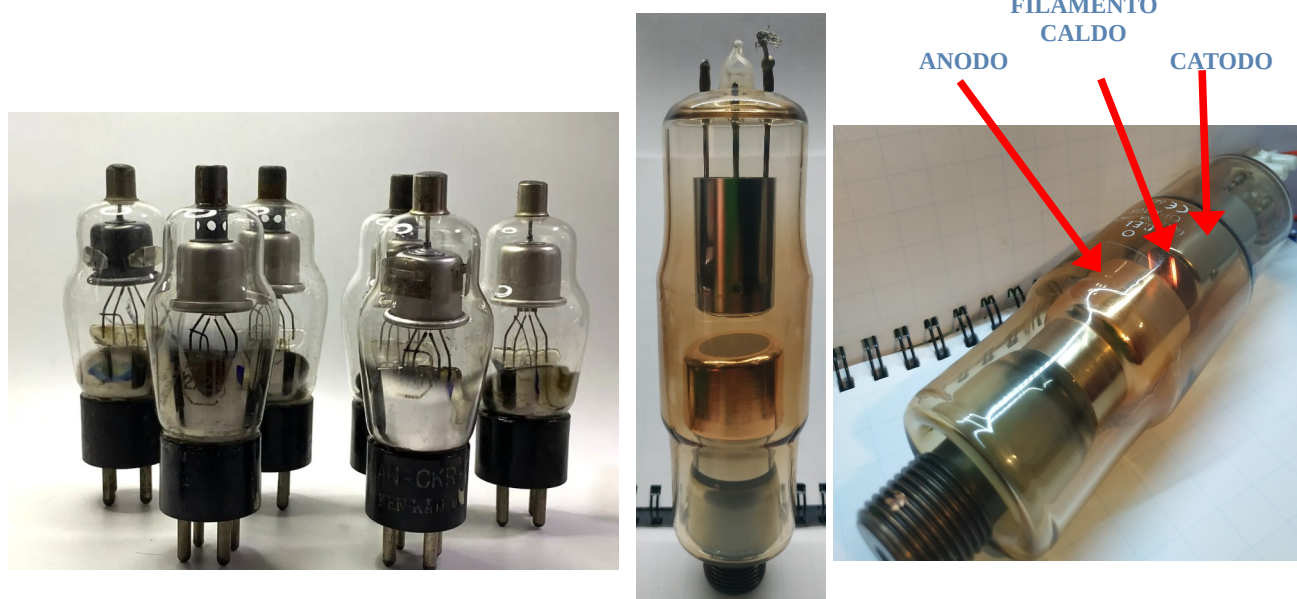
FOR TV HIGH-VOLTAGE RECTIFIER APPLICATIONS

■ COLOR TV TYPE ■ 30000 VOLTS DC ■ 2.0 MILLIAMPERES DC ■ X-RADIATION RATING

The 3DR3 is a heater-cathode type diode designed for use in color television receivers as the high voltage rectifier to supply power to the anode of the picture tube.

Features of the tube include a protective shield of X-radiation absorbing material to reduce the X-radiation output to very low levels even under failure mode conditions of equipment misadjustment and/or circuit failure mode operation.

Estratto del datasheet del diodo 3DR3. Viene espressamente indicata la caratteristica dello schermo protettivo in materiale assorbente per raggi X.



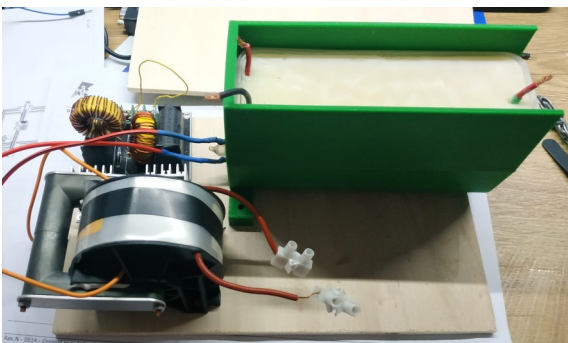
Paragone fra il raddrizzatore a mezz'onda 2X2A a sinistra ed un tubo radiogeno in centro. A destra il dettaglio del filamento caldo all'interno del tubo radiogeno.

L'alimentatore

Ottenuto il tubo radiogeno (niente dettagli, non è un manuale!) ho dovuto trovare un modo per alimentarlo. Riscaldare il filamento è facile, basta un piccolo trasformatore che eroghi un paio di ampere a 2-3 Volt. È la parte ad alta tensione ad essere problematica, soprattutto perché serve corrente continua...

Produrre 30-100 kV in corrente continua non è una passeggiata e tutti gli alimentatori pronti e finiti che si possono acquistare arrivano al massimo a 10 o 12 kV e comunque hanno un costo proibitivo. Qualche ricerca online per rispolverare le nozioni di elettrotecnica, un giro veloce su amazon, ebay e soprattutto aliexpress et voilà ! Sono subito pronto ad assemblare l'alimentatore HV.

Oscillatore royer, trasformatore ad alta tensione, diodi e condensatori HV, paraffina per isolare il tutto, interruttori, pulsanti, comoda valigetta in plastica, qualche stampa in 3D e nel giro di un paio di giorni ecco il risultato. Dal prototipo all'apparato finito.



In ordine, a partire dall'angolo in alto a sinistra: prototipo per testare la funzionalità del progetto (il rettangolo nero accanto alla batteria è un contatore geiger), test emissione raggi X, contenitore stampato in 3D per il voltage multiplier e il tubo radiogeno, particolare dell'alloggiamento del tubo radiogeno, valigetta in plastica che contiene tutti i componenti del dispositivo. L'interno (tranne il lato inferiore dal quale vengono emessi i raggi X) è rivestito di lamina di piombo spessa 3mm per limitare l'emissione X. Nella prima foto si può osservare lo schermo intensificatore aperto "a libro".

Rilevare la radiazione X

Una volta messa a punto la sorgente, rimane trovare un modo per visualizzare i raggi X.

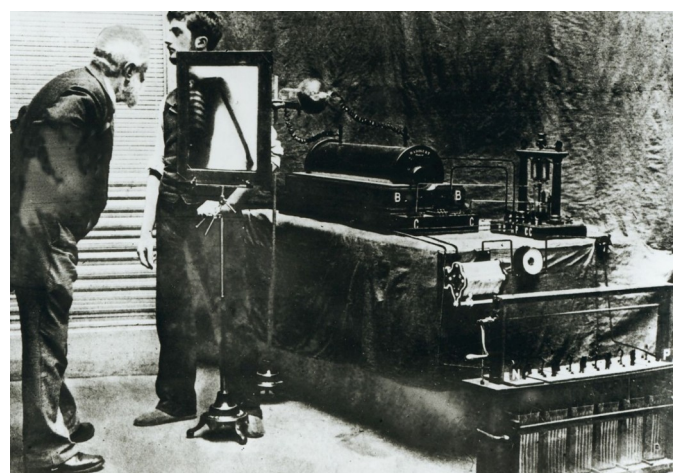
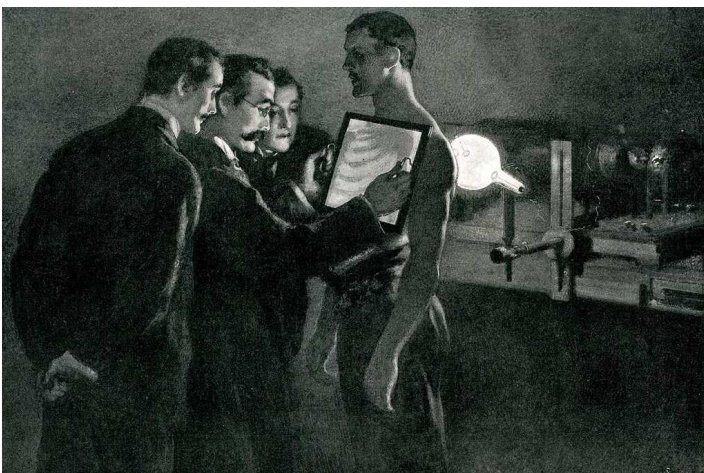
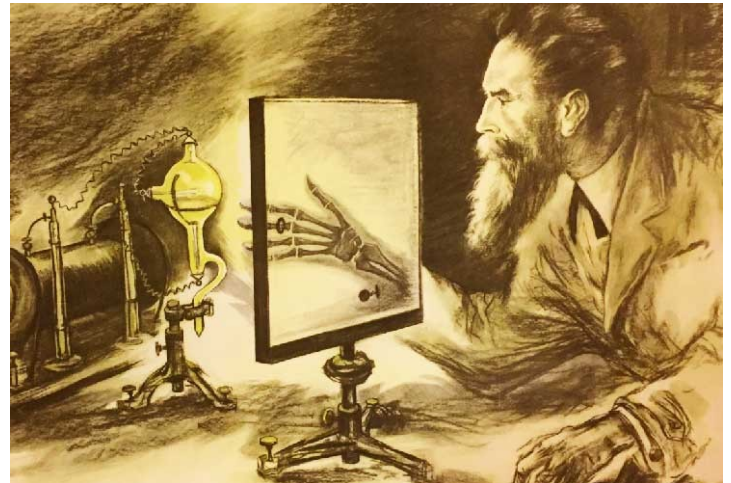
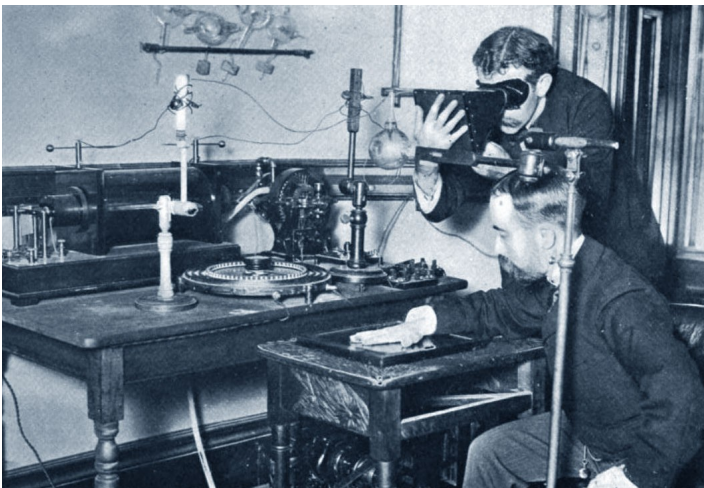
Sia i nostri occhi sia le più comuni telecamere/webcam non sono in grado di “vedere” energie così alte e non possono quindi essere usati a questo scopo. Per ovviare a questo inconveniente, esistono dei particolari materiali chiamati fosfori (gli stessi delle lampade fluorescenti) costituiti da ossidi di terre rare come l’ossi-solfuro di Gadolinio (Gd_2O_2S), l’ossi-bromuro di Lantanio ($LaOBr$) o il tungstato di Calcio ($CaWO_4$) i quali, grazie al fenomeno della fluorescenza, riescono ad emettere luce visibile se colpiti da radiazione X.

Fortunatamente sono riuscito a trovare uno “schermo intensificatore”, una sorta di libro dotato di due fogli ricoperti di fosfori (vedi immagini precedenti).

Anche se grazie a questi fosfori, i raggi X diventano luce verde (ben visibile sia ad occhio nudo che con una telecamera), l’intensità di questa luce è molto bassa.

Ovviamente osservare il tutto ad occhio nudo è da escludere **TASSATIVAMENTE** per evitare di assumere dosi elevate di radiazioni ionizzanti (anche se agli albori della radiologia era l’unico modo) ma l’osservazione “digitale” richiede una telecamera con la possibilità di regolare manualmente il bilanciamento del bianco e i tempi di esposizione, telecamera che non ho :(Usare lo smartphone da risultati scadenti.

Eppure anni fa le radiografie erano su pellicola non su CD... posso tornare all’analogico...
E’ tempo di andare a luci rosse !!



Serie di esempi di utilizzo dei raggi X quando ancora non si conosceva la loro pericolosità per la salute.

La camera oscura

Recuperate delle [lastre ancora da impressionare](#) ed uno schermo intensificatore, si trattava semplicemente di allestire la cantina come una vera camera oscura.

Vaschette di plastica per i bagni di sviluppo, lampada inattinica, contenitori vari per i liquidi di sviluppo, pinze, acqua a volontà, insomma è tutto pronto per giocare al piccolo chimico.

Per gli appassionati di fotografia analogica ecco i chimici (ricetta personale, fatene buon uso) ed i tempi che ho utilizzato:

Pre-ammollo: Acqua deionizzata	3 minuti a 23°C
Sviluppo: (per 1L soluzione pronta all'uso): <ul style="list-style-type: none">• 3,5g p-amminofenolo• 40g Carbonato di sodio• 60g Solfito di sodio• 15g Acido ascorbico• 2g Bromuro di potassio Portare a volume con acqua deionizzata	3 minuti a 23°C, agitazione costante
Stop: Soluzione al 2,5% di acido citrico + 3 gocce di detersivo per piatti	30/40 secondi a 23°C
Fissaggio: (per 1L di soluzione da diluire 1+4) <ul style="list-style-type: none">• 280g Tiosolfato di sodio• 35g Solfito di sodio Portare a volume con acqua deionizzata	2/3 minuti a 23°C
Lavaggio finale: lavaggio finale in abbondante acqua corrente	5 minuti
Asciugatura: all'aria	24 ore

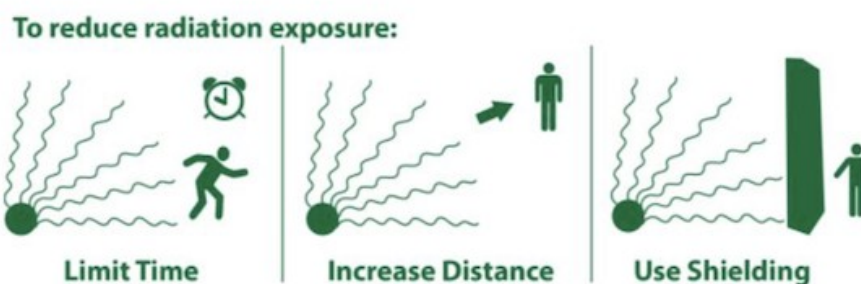
Il tempo di esposizione è stato di 5 secondi con una distanza dalla sorgente di circa 40cm.

Non ho potuto misurare l'intensità della radiazione emessa perché entrambi i contatori geiger a mia disposizione sono andati fuori scala (> 99,999 mSv/h).

Radioprotezione

Proprio perché i contatori geiger andavano in saturazione ho dovuto essere molto cauto in modo da minimizzare al massimo se non eliminare l'esposizione alla radiazione X, non soltanto per me ma anche per eventuali "curiosi" o "passanti" nelle vicinanze. La cantina è sicuramente il luogo migliore. Fortunatamente la mia "pertinenza polifunzionale" confina solamente con un'altra cantina ed è circondata da muri portanti di cemento armato inoltre gli scaffali e la porta metallica fungono da ulteriore schermo.

Come tutte le radiazioni elettromagnetiche, l'intensità dell'esposizione segue la legge del quadrato inverso ed è quindi sufficiente allontanarsi dalla sorgente per limitare drasticamente l'entità dell'esposizione.



Cartello che ricorda le 3 regole fondamentali per ridurre l'esposizione alle radiazioni ionizzanti.

In conclusione: porta chiusa, cavo con pulsante di accensione di una decina di metri, ingresso al locale cantine interdetto a chiunque per i 5 secondi di esposizione, contatore geiger che non rileva particolari radiazioni se non quelle naturalmente presenti (la radiazione di fondo in cantina era leggermente più alta di quella naturale, ci sarà un accumulo di gas radon. Per fortuna la bocca di lupo è sempre aperta!), c'è tutto... a no!! **Mai** lasciare la pellicola sensibile ai raggi X nella stessa stanza della sorgente.

Ora è davvero tutto pronto?

No! manca l'estremo sistema di sicurezza che non può mancare.

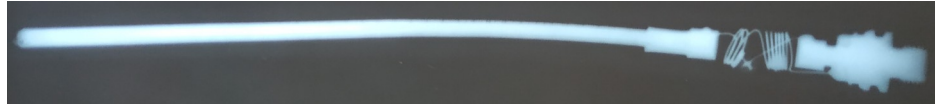
Il camice di piombo.



A sinistra, un PZJ intento a radioprotettersi.

MA QUINDI !!!???

Finalmente ecco i risultati.

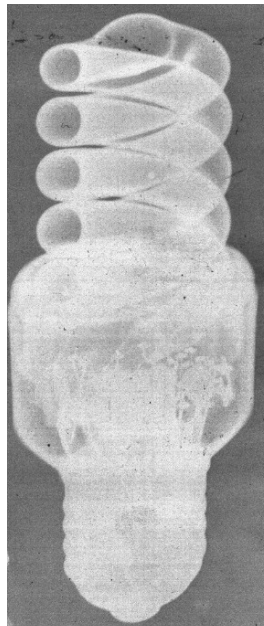
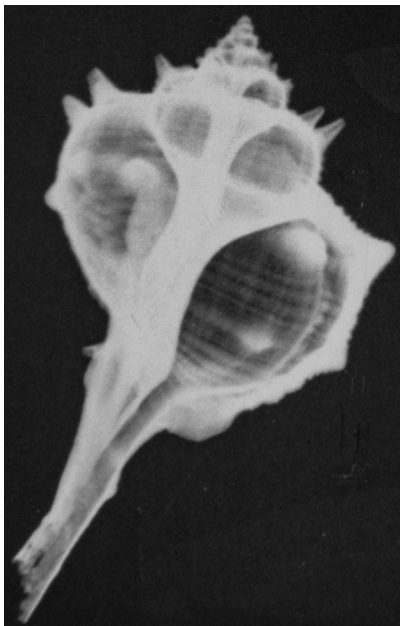


A sinistra il baofeng nella sua “nudezza” e a destra il gommino originale.

Ovviamente, essendo “ombre”, gli oggetti che hanno uno spessore importante risulteranno i più sfocati ai bordi. Non è facile azzeccare i tempi di esposizione corretti in base alla densità del materiale ed è ancora più complicato fare delle buone foto in controluce delle varie lastre...

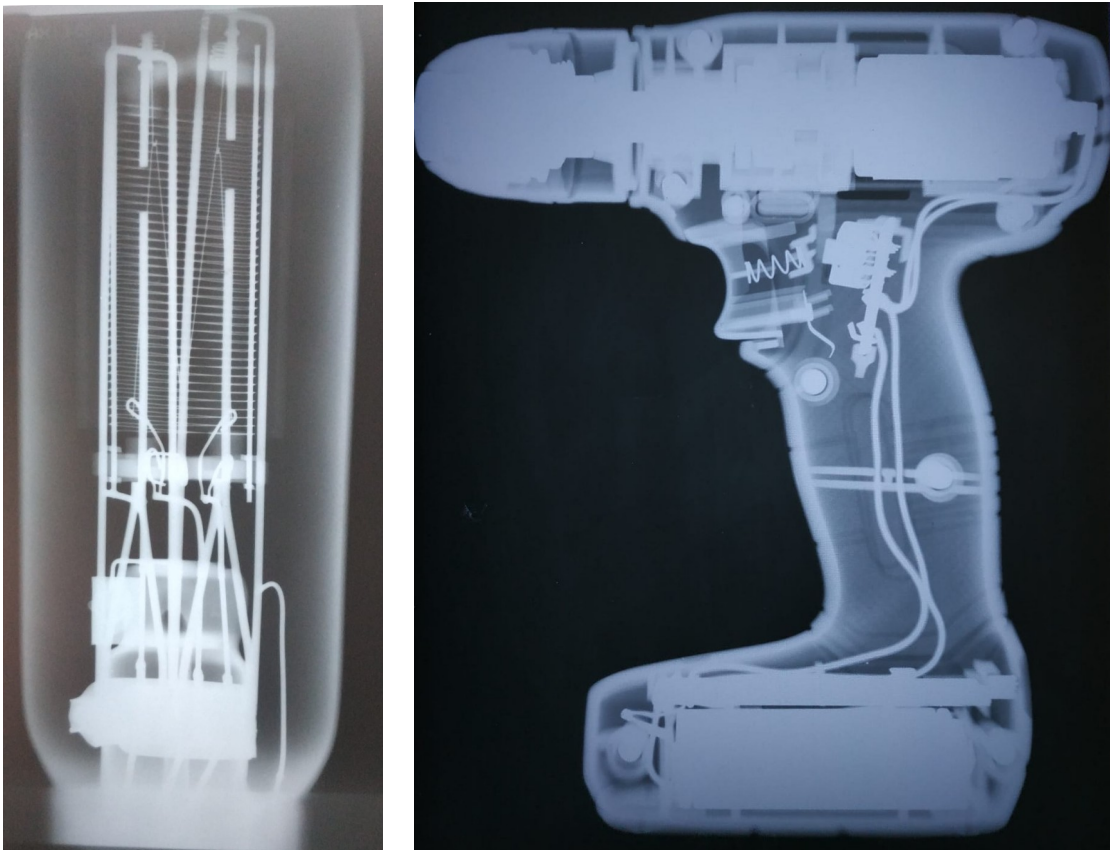
In ogni caso dopo 1 anno di preparazione direi che i risultati sono stati più che buoni!

Di seguito alcune radiografie di oggetti vari. HEI! Il set-up è pronto e funzionante, perché limitarsi al portatilino?



Da sinistra verso destra: conchiglia trovata al mare, lampadina a fluorescenza, trota salmonata del supermercato (eviscerata e surgelata).

Ora i due soggetti che ritengo i più “radiogenici”. Vedere apparire queste immagini nella vaschetta con il liquido di sviluppo è stato davvero affascinante!



A sinistra una valvola aggiungere sigla valvola, a destra un avvitatore a batteria.

Per concludere questo articolo vorrei lasciare il lettore con due domande:

**Chi è il soggetto della foto di copertina?
Sai riconoscere tutti gli oggetti presenti in questa radiografia?**

