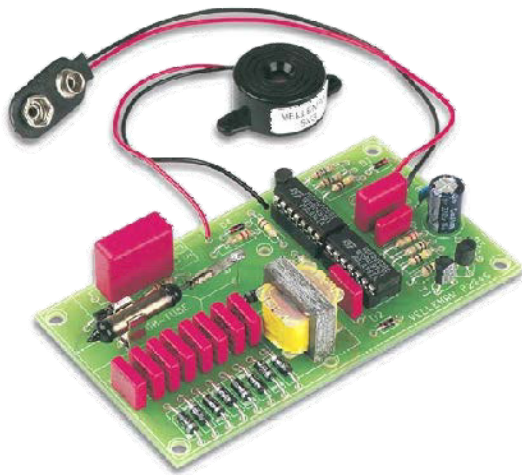


GEIGER-MULLER COUNTER

K2645



Provides an acoustic measurement
of radiation levels.



VELLEMAN NV
Legen Heirweg 33
9890 Gavere
Belgium Europe
www.velleman.be
www.velleman-kit.com

VELLEMAN KIT K2645

GEIGER-MULLER COUNTER

In general :

Radio-activity is more than a news-headline. It is around you, perhaps in your professional environment, perhaps by accidental infectious radiations, perhaps it is in your food. It can appear in places you think are unsuspecting, for instance in a hospital. You can't see it, you can't smell it, though it may be terribly dangerous. This Geiger-Muller Counter is a smart kit : it makes you hear radiations. The more dangerous they are, the more noise they make. The kit comes as a portable set with very low power consumption (200 micro-Amp). Under normal radiation conditions a 9V battery can keep it working continuously for at least 2 months.

The beeping speed of the buzzer increases when more radiations are captured. The kit is conceived for sensing the intensity of unnatural radiations.

The small pcb-size allows the kit to be mounted in a pocket box

Technical specification

- Supply : 9 V battery
- Extremely low current : maximum 200 microAmp at natural radiation conditions.
- Sensitive to gamma-rays and high-energy beta-rays.
- PCB dimensions : 54 x 99 x 25 mm

Assembling instructions

- Mount R1 to R3, 10M resistors (brown, black, blue)
- Mount R4 to R7, 100K resistors (brown, black, yellow)
- Mount R8 and R9, 1M resistors (brown, black, green)
- Mount R10 and R11, 220K resistors (red, red, yellow)
- Mount R12, 10K resistor (brown, black, orange)
- Mount C1, 220uF electrolytic capacitor. Mind the polarity !

- Mount C2, 100nF ➤ **(104) on tape !**
 - Mount C3, 1uF MKM capacitor
 - Mount C4, 1nF MKM capacitor
 - Mount C5 to C12, 33nF MKM capacitors
 - Mount C14, 47nF MKM capacitor
 - Mount C13, which may be either one big capacitor of 33nF/1000V or two capacitors of 47nF/400V in series
 - Mount D1 to D4, small signal diodes 1N914 or 1N4148. Mind the polarity ! Model 1n4148 may be colour coded (wide yellow band, brown yellow, grey). In this case, the wide yellow band should correspond to the mark on the printed circuit board. If the diode shows numbers only, the black band should correspond to the mark on the pcb.
 - Mount D5 to D14, 1N4007 type diodes. Mind the polarity !
 - Mount link J next to IC1
 - Mount a 14 pin socket for IC1 and IC2
 - Mount T1 to T3, BC557, 558, or 559 type transistors
 - Solder the black wire of the battery connector to "battery -", the red wire to "+"
 - Mount the transformer
 - Mount IC1, 40106 type, with the recess pointing to T3
 - Mount IC2, 4093 type, with the recess pointing to IC1
 - Mount G.M. tube : take away the small ribbon (if any) winded around the tube. The clip on the anode pin has to be pulled off (very gently !) from the tube. *Never solder directly to the tube !* Solder a short strip of wire (2cm) to the anode clip and connect it to point A on the PCB. Fit the tube socket on point K, and then break off the small tooth at one side of it (see figure). After soldering is done (and only then) you gently push the anode clip back on the tube and fit the tube carefully in its holder.
 - Fit the buzzer : solder red terminal to PCB point + B. Solder black terminal to PCB point -B.
- The buzzer is to be mounted above IC1 by 2 spacers and assorted nuts and bolts.

How it works

N1 and N2 are the heart of a slow running oscillator. Every 10

seconds the output of N2 goes positive for a few hundreds of milliseconds. Only then the oscillator with N7 and N3 starts running. This signal goes via N8 and N9 to transistors T1 and T2. These are alternately switching the transformer coils, producing an AC-voltage at the secondary winding of the transformer. Finally a voltage multiplier (D5-D13, C5-C12) converts it to a very high DC voltage (600V). To power the tube continually there's a buffer capacitor C13.

Radio-active particles that reach the tube cause current peaks on R11 that trigger the monostable oscillator N6/N10, producing a 100mS beep.

On radio activity

3 different kinds of radiation are known : alfa-rays, beta-rays and gamma-rays.

1. Alfa rays are containing positive Helium nuclei. These particles appear to have strong ionising power with a short radiation zone. (only a few centimeter in open air and a few hundreds of millimeter in the human skin).

2. Beta-rays are negative electrons who leave the nucleus with the speed of light. Radiation area is 5 meter in open air and 1 cm in organic material.

3. Gamma-rays are electromagnetic rays, just like the light of the sun is electromagnetic. But gamma fotons have much more energy than visible light. Thats why this kind of radiation penetrates in most kind of materials. It requires leaden plates or concrete walls to stop them. X-rays are a "weak" kind of gamma-rays.

Every radioactive element (radionucleus) has its own specific half-life, i.e. the time it takes half of the atoms to become unhazardous isotopes. The different kinds of radioactive atoms have very different half-lives, going from 1 second to billions of years.

Kosmic rays and radioactive minerals in the earth are known as "natural radioactivity".

Scientific use of radioactivity has found applications in medicines, geological research, producing energy etc...

Every day patients are diagnosed and cured using irradiation equipment.

As most radioactive materials are artificial, the damage they may cause on long term is unknown. On rather short term, the consequence of being exposed depends on the energy of the radiation, the half-life of the particles, the kind of rays, and whether radiation comes from in- or from outside the body. Short exposure to Alfa and Beta rays from outside is not very harmful (only the skin is affected), but the same Alpha and Beta-rays can be very dangerous when captured by eating contaminated food or breathing the air. American researchers emphasize that a milligram Plutonium can cause lungcancer. Some elements accumulate in specific parts of the body, as e.g. IODINE 131 in the thyroid gland. Others can cause genetical damage.

Radiation is measured in doses: a dosis is the quant. of energy absorbed by the exposed materials, i.e. 'radiation absorbed dose' or R.A.D. One R.A.D. = 0.01 joule/kilogram. A "quality" factor needs to be introduced since R.A.D. is not directly related to the caused biological damage. The mathematic product of R.A.D. with this "quality" factor results in R.E.M. or Rontgen-equivalentman. For Beta and gamma rays the Q factor is 1, for Alfa-rays, protons and neutrons the Q factor is 10.

R.E.M., Millirem and Sievert (SV) are indicators of biological damage. 1SV = 100 REM. Natural radioactivity results in 100 Millirem/year. This is to be doubled by radiations caused by the industrial environment and radioactive fall out by rain and dust. The "International Commission on Radiological Protection, I.C.R.P." stated (1966) a maximum radiation of 500 Millirem/year for sensitive organics such as genitals and bone marrow.

Supposed an employee in a nuclear plant is working there 40 hours a week, he is allowed to be exposed at radiations of max. 150 Microrem/hour, as this already causes 300 millirem/year.

Instructions for use

For every radioactive particle measured, the G.M. counter produces a beep. The speed of beeping indicates the intensity of radiation. Dividing the number of counted pulses (min. 50) by the measuring time gives you the count rate.

Use this rate (count/second) to read the exact radiation intensity from the tube's sensitivity curve. The longer the time you count the beeps, the more precise the measurement will be.

The characteristics of the tube have a tolerance of 10 %.

Example : a high radiation level is detected, 250 beeps in 100 seconds i.e. a count rate of 2.5 C/S. The tube curve shows now 1.0 Millirem/hour. You'd better get away from this dangerous radioactive source as soon as possible.

Every day use as a monitor :

- Under natural radiation conditions you won't hear more than a 10 beeps/minute (10-40 Microrrem/hour).
- When the buzzer starts beeping more than 20 times per minute the radiation level is unhealthy and precautions should be taken.

VELLEMAN KIT K 2645

GEIGER-MÜLLER-TELLER

Algemeen :

We worden allemaal geconfronteerd met radioactiviteit, niet enkel via de nieuwsmedia maar ook soms door beroep, besmettingen door ongevallen, medisch onderzoek, bestraalde voedingsmiddelen enz. Het is zelfs mogelijk, dat men onwetend aan een gevaarlijke stralingsintensiteit blootgesteld is op een ogenschijnlijk onschuldige plaats zoals bvb. op het werk, in het ziekenhuis, of zelfs thuis.... Het is verstandig een praktische Geiger-Müller-teller bij de hand te hebben. De VELLEMAN Geiger-Müller-teller met een duidelijke geluidsindicatie is een zeer efficiënt, gebruiksvriendelijk apparaat :

- zeer gevoelig voor niet-natuurlijke stralingsintensiteit
- de snelheid van het piepen van de buzzer is evenredig met het waargenomen stralingsniveau.
- uiterst laag stroomverbruik van max. 200 micro-Ampere bij natuurlijke achtergrondstraling; een 9 volt batterijtje is na 2 maand continu gebruik nog niet leeg.
- de print kan door zijn minieme afmetingen in een pocket formaat doosje gemonteerd worden en het kleine toestel kan overal worden meegenomen.

Technische gegevens

- voedingsspanning : 9 V batterij
- extreem laag stroomverbruik : maximaal 200 microAmp bij natuurlijke achtergrondstraling !
- gevoelig voor gammastraling en hoge energie bètastraling
- printafmetingen : 54x99x25 mm

Bouw

- R1 tot R3, weerstanden van 10M (bruin, zwart, blauw).
- Monteer R4 tot R7, weerstanden van 100K (bruin, zwart, geel).

- Monteer R8 en R9, weerstanden van 1M (bruin, zwart, groen).
- Monteer R10 en R11, weerstanden van 220K (rood, rood, geel)
- Monteer R12, weerstand van 10K (bruin, zwart, oranje).
- Monteer C1, elco van 220uF. Let op de polariteit!
- Monteer C2, 100nF ➡ **(104) op tape !**
- Monteer C3, MKM condensator van 1uF.
- Monteer C4, MKM condensator van 1nF.
- Monteer C5 tot C12, MKM condensatoren van 33nF.
- Monteer C14, MKM condensator van 47nF.
- Monteer C13, ofwel één grote condensator van 33nF/1000V ofwel twee MKM condensatoren van 47nF/400V in serie.
- Monteer D1 tot D4, kleinsignaaldiodes van het type 1N914 of 1N4148. LET OP DE POLARITEIT ! Het type 1N4148 is soms voorzien van een kleurcode (brede gele band, bruin, geel, grijs). In dit geval moet de brede gele band overeenkomen met het streepje op de print. Als de diode voorzien is van gewone cijferopdruk dan moet de zwarte band overeenkomen met het streepje op de print.
- Monteer D5 tot D14, 1N4007 vermogendiodes. LET OP DE POLARITEIT !
- Monteer een 14-pens voetje voor IC1 en IC2.
- Monteer de draadbrug J naast IC1.
- Monteer T1 tot T3, transistoren van het type BC557, 558 of 559 of eq.
- Soldeer de zwarte draad van de batterij-aansluiting aan "battery -" en de rode draad aan "batterij +".
- Monteer de transformator
- Plaats IC1, type 40106, in het voetje. De nok moet naar T3 gericht zijn.
- Plaats IC2, type 4093, in het voetje. De nok moet naar IC1 gericht zijn.
- Monteer de G.M.-buis : Mocht er rondom het buisje een zeer smal metalen lintje gewikkeld liggen, verwijder dit dan. *Soldeer nooit rechtstreeks aan de G.M.-buis !* Verwijder het smalle anodeclipje van de anodepen van de buis en soldeer aan dat clipje een stukje blanke draad van een 2-tal cm. Dat stukje

draad wordt dan aan "A" op de print gesoldeerd. Op de plaats met printopdruk "K" wordt het metalen houdertje voor de buis bevestigd en vast gesoldeerd. Het kleine tandje moet afgeknipt worden zodat het straks het aanbrengen van de buis niet verhindert (zie fig.). Schuif voorzichtig het anodeclipje over de anode en duw dan voorzichtig het buisje in de houder.

- Monteer de buzzer : Soldeer het rode draadje van de buzzer aan " + B" en het zwarte aan "-B". Bevestig de buzzer op de print boven IC1 d.m.v. de 2 afstandsbusen en de erbij horende moertjes en boutjes.

Belangrijk :

Wees voorzichtig met het hoogspanningsgedeelte, aanraking ervan is niet direct levensgevaarlijk maar zeker niet plezierig. Let op, na het afschakelen van de batterij kan het vele minuten duren alvorens de hoogspanning is verdwenen! Versneld ontladen kan door eerst C1 (elco 220uF) en daarna C13 (hoogspanningscondensator) te overbruggen met een weerstand van enkele kilohms.

Werking

Rond N1 en N2 is een traaglopende oscillator opgebouwd. Om de zowat 10 seconden verschijnt een positieve puls met een duur van een 100-tal milliseconden op de uitgang van N2. Enkel gedurende die positieve puls is de rond N7 en N3 opgebouwde oscillator actief. Dit oscillatorsignaal van enkele KHz wordt dan met N8 en N9 naar de transistoren T1 en T2 doorgegeven. Deze transistoren schakelen om beurten een van de trafospoelen. Daardoor wordt er aan de secundaire van de transfo een wisselspanning opgewekt, door de spanningsvermenigvuldiger (D5-D13, C5-C12) omgevormd wordt naar een zeer hoge gelijkspanning (ca 600 volt). De buffercondensator C13 zorgt ervoor dat de G.M.-buis gevoed blijft gedurende de pauses.

Telkens er een radioactief deeltje in de buis dringt, komt er een korte stroomstoot door de buis op gang. De stroomstoot brengt een positieve spanningspuls over R11 teweeg, waardoor de monostabiele opgebouwd rond N6 en N10 getriggerd wordt. Dit veroorzaakt een bieptoonje van ca 100ms lang.

Radioactiviteit

Men onderscheidt 3 soorten radioactieve straling : alfastraling, bètastraling en gammastraling.

1. Alfastraling bestaat uit positief geladen Heliumkernen. Deze deeltjes hebben een sterk ioniserende werking met een zeer korte stralingswijdte; in de lucht dringen ze maar enkele centimeter door en in organisch weefsel slechts enkele honderste millimeter.

2. Bètastraling bestaat uit negatief geladen elektronen, die de atoomkern verlaten met een snelheid die in de buurt ligt van de lichtsnelheid; daarom kan de stralingswijdte in de lucht tot een 5-tal meter en in organisch materiaal tot 1 centimeter bedragen.

3. Gammastraling is evenals zonlicht een elektromagnetische straling. Echter zijn de Gamma-fotonen heel wat energierijker dan fotonen uit het zichtbaar spectrum. De straling dringt daarom gemakkelijk door de meeste materialen heen. Slechts dikke loden platen of meters dikke betonnen wanden kunnen in voldoende mate bescherming bieden tegen de energierijke gammastraling. Röntgenstraling is een vorm van energiearme gammastraling.

Elk radioactief element (radionuclide) heeft een eigen halveringstijd, de tijd die nodig is opdat de helft van de atomen van dat element tot ongevaarlijke isotopen vervallen zijn. De verschillende radioactieve atoomsoorten hebben zeer uiteenlopende halveringstijden, variërend van fracties van een seconde tot miljarden jaren. Er bestaat zowel natuurlijke als kunstmatige radioactiviteit. Natuurlijke radioactiviteit komt voor onder de vorm van kosmische straling en radioactieve minerale stoffen in de bodem. Radioactiviteit kan ook kunstmatig opgewekt worden : bvb. in Röntgenapparatuur.

De aanwending van radioactiviteit heeft veel nieuwe perspec-

tieven geopend voor de geneeskunde, het materialenonderzoek, het bodemonderzoek, de energievoorziening, de nijverheid enz. In moderne ziekenhuizen worden elke dag patiënten onderzocht en verpleegd door het toepassen van nucleaire medische technieken. Bij het gebruik van radioactiviteit is het gevaar voor het vrijkomen van straling, hoe miniem ook, steeds aanwezig. De meeste radioactieve stoffen komen in de natuur niet voor, waardoor hun biologisch schadelijke werking op lange termijn onvoldoende gekend is. De stoffen verschillen onderling in schadelijkheid door hun halveringstijd, de aard van straling (alfa, beta of gamma) en de energie van de uitgezonden deeltjes. De schade zal veel ernstiger zijn wanneer het lichaam van binnenuit dan van buitenaf bestraald wordt. Kortstondige uitwendige blootstelling aan Alfa-en Betastraling is niet erg schadelijk; hooguit kan de huidoppervlakte beschadigd raken. Echter zullen Alfa- en Betastralers in het lichaam opgenomen door de ademhaling of de voeding, onherstelbare schade aanrichten. Volgens Amerikaanse onderzoekers kan een milligram plutonium in de longen longkanker verwekken. Bepaalde radioactieve elementen hebben een voorkeur voor bepaalde organen en blijven zich daar ophopen, zoals bvb. Jodium-131 dat schildklierkanker kan veroorzaken en Strontium-90 dat botkanker en leukemie kan uitlokken. Bepaalde radioactieve elementen kunnen de geslachtsklieren schaden en genetische schade berokkenen. Om een radioactieve stof naar schadelijkheid te beoordelen is de stralingsactiviteit veel belangrijker dan de massa. Stralingsdosis is de hoeveelheid stralingsenergie die de bestraalde materie per kg absorbeert. De eenheid van stralingsdosis is de rad (radiation absorbed dose), $1 \text{ rad} = 0.01 \text{ joule/kilogram}$. De stralingsdosis in rad houdt echter niet direkt verband met de berokkende biologische schade daarom is er een 'kwaliteitsfactor' ingevoerd. Het wiskundig produkt van de stralingsdosis in rad met die kwaliteitsfactor geeft het dosisequivalent in 'rem' (röntgen equivalent man). De kwaliteitsfactor is 1 voor Bèta- en Gammastraling en is 10 voor Alfastraling, neutronen en protonen. De rem, mrem (milli-rem) en Sievert (Sv) geven een maat voor de biologische schadelijkheid van de straling. $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.

Door de natuurlijke radioactiviteit worden we per jaar met om en bij de 100mrem belast. Tellen we hierbij de vrijgekomen straling door de nijverheid en de radioactieve fall-out door de regen en het stof in de lucht, dan komen we globaal aan een kleine 200 mrem of 2 mSv per jaar.

De internationale commissie 'ICRP' (International Commission on Radiological Protection) heeft in 1966 de maximum toegelaten stralingsdosis voor gevoelig weefsel (beendermerg, geslachtsorganen) op 500 mrem per jaar vastgelegd. Zo zal bvb. een werknemer die in een kerncentrale 40 h per week doorbrengt gemiddeld slechts mogen bloot staan aan 150 microrem per uur, omdat hij hierdoor reeds belast is met 300 millirem per jaar.

Gebruik

De G.M.-teller produceert voor elk radioactief deeltje dat de G.M.-buis binnenvalt een korte buzzerpiep. De snelheid van het piepen zal praktisch recht evenredig verlopen met de stralingsintensiteit. Om die intensiteit te bepalen, telt u minstens een 50-tal pulsen en deelt dat aantal door de erbij verstreken duur in seconden. Met de bekomen telverhouding in count per seconde (count/s) kan met behulp van de buiskarakteristiek het stralingsniveau worden afgelezen. De nauwkeurigheid van de gemeten dosis hangt af van de buistolerantie (10%), en het aantal getelde pulsen. Voorbeeld : er werd een zeer hoge stralingsintensiteit waargenomen, de buzzer heeft gedurende 100 seconden 250 maal gepiept. Dit stemt overeen met een telverhouding (count rate) van 2.5 count/s. In de karakteristiek stemt dat overeen met 1.0 millirem per uur (mrem/h). Bij een meting van dergelijk gevaarlijke stralingsintensiteit moet men op veilige afstand van de piepende buzzer en radioactieve bron verwijderd zijn!

Praktisch gebruik als alarmmonitor :

- bij de altijd aanwezige maar relatief ongevaarlijke natuurlijke radioactiviteit (tussen 10 en 40 microrem per uur) zal de buzzer gemiddeld niet meer dan een 10-tal keer per minuut piepen.
- Zodra de buzzer gemiddeld een 20-tal keer per minuut piept

(100-tal microrem per uur) is het stralingsniveau niet meer gezond te noemen en dient men veiligheidsmaatregelen te nemen.

KIT VELLEMAN K2645

COMPTEUR GEIGER-MULLER

Généralités

Nous sommes tous confrontés, non seulement par les médias mais parfois également de par notre profession, avec la radioactivité, avec des contaminations résultant d'accidents, des examens médicaux, des produits d'alimentation irradiés, etc. Il se peut même qu'on soit exposé, à son insu, à une intensité de rayonnement dangereuse en un endroit apparemment innocent, comme p.ex. à son travail, à l'hôpital, même chez soi.... Aussi est-il sage d'avoir sous la main un compteur Geiger-Müller pratique. Le compteur Geiger-Müller de VELLEMAN pourvu d'une indication sonore très claire est un appareil facile à l'usage et particulièrement efficace :

- très haute sensibilité a toute intensité de rayonnement non naturelle;
- la vitesse du signal de l'avertisseur sonore est proportionnelle au taux de rayonnement perçu;
- consommation de courant fort peu élevée, d'un maximum de 200 micro-Ampère lors d'un rayonnement de fond naturel; une petite pile de 9 volt n'est pas encore déchargée après un usage continu de 2 mois;
- grâce à ses dimensions minimales, la plaquette peut être montée dans une petite boîte de format de poche et le petit appareil peut donc être emporté partout.

Données techniques

- Alimentation : pile de 9V
- Consommation de courant extrêmement basse : 200 microAmp au maximum lors d'un rayonnement de fond naturel!
- Sensibilité aux rayonnements gamma et aux rayonnements bêta de haute énergie.
- Dimensions de la plaquette : 54x99x25 mm

Montage

- Montez R1 à R3, résistances de 10M (brun, noir, bleu)
- Montez R4 à R7, résistances de 100K (brun, noir, jaune)
- Montez R8 et R9, résistances de 1M (brun, noir, vert)
- Montez R10 et R11, résistances de 220K (rouge, rouge, jaune)
- Montez R12, résistance de 10K (brun, noir, orange)
- Montez C1, condensateur électrolytique de 220uF. Attention à la polarité !
- Montez C2, 100nF $\odot$ (104) Sur la bande !
- Montez C3, condensateur MKM de 1uF
- Montez C4, condensateur MKM de 1nF
- Montez C5 à C12, condensateurs MKM de 33nF
- Montez C14, condensateur MKM de 47nF
- Montez C13, un seul condensateur de 33nF/1000V, ou deux condensateurs de 47nF/400V montés en série
- Montez D1 à D4, diodes à faible signal du type 1N914 ou 1N4148. Attention à la polarité ! Le modèle 1N4148 est pourvu, dans certains cas, d'un code couleurs (large bande jaune, brun, jaune, gris). Dans ce cas, la large bande jaune doit correspondre au trait sur le circuit imprimé. Si la diode est pourvu d'un code chiffré ordinaire, la bande noire doit correspondre alors au trait sur le circuit imprimé.
- Montez D5 à D14, diodes du type 1N4007. Attention à la polarité !
- Montez un support à 14 broches pour IC1 et IC2
- Montez la pontage J à côté de IC1
- Montez T1 à T3, transistors du type BC557, 558 ou 559 ou eq.
- Soudez le fil noir du connecteur pour batterie à "battery -", et le fil rouge à "battery +"
- Montez le transformateur
- Placez IC1, du type 40106, dans le support, l'encoche dirigée vers T3
- Placez IC2, du type 4093, dans le support, l'encoche dirigée vers IC1
- Montez le tube G.-M. : enlevez, le cas échéant, le petit ruban métallique qui enveloppe le tube. Enlevez la fiche de l'anode

du tube. *Ne soudez JAMAIS directement au tube !* Soudez un petit bout de fil dénudé de 2 cm à la fiche anode. Ce bout de fil est ensuite soudé au point "A" de la plaquette. Le support métallique du tube est fixé et soudé à l'endroit portant l'indication "K". Coupez le petit dent du support (voir figure). Glissez prudemment la fiche sur l'anode et enfoncez avec précaution le tube dans le support.

- Montez l'avertisseur sonore : Soudez le fil rouge à " + B" et le fil noir à "-B". Fixez l'avertisseur sonore sur la plaque au-dessus de IC1 au moyen des 2 entretoises et des écrous et chevilles correspondants

Fonctionnement

Un oscillateur à très basse fréquence est monté autour de N1 et N2. Toutes les 10 secondes environ, une impulsion d'une durée d'à peu près une dixième de seconde, apparaît à la sortie de N2. L'oscillateur monté autour de N7 et N3 fonctionne uniquement au cours de cette impulsion. Le signal de quelques KHz à la sortie de N3 est ensuite transmis par N4, N8 et N9 vers les transistors T1 et T2. Ces transistors couplent alternativement une des bobines du transfo, produisant ainsi une tension alternative au secondaire pendant ces 100 msec. Cette tension est transformée en une tension continue fort élevée (600V) par le multiplicateur (D5-D13, C5-C12). En l'absence de la tension alternative, le condensateur-réservoir C13 assure l'alimentation du tube G.-M. A chaque fois qu'une particule radioactive pénètre dans le tube, une courte impulsion de courant passe dans le tube. Cette impulsion de courant engendre une impulsion positive sur R11, ce qui actionne le multivibrateur monostable situé autour de N6 et N10, produisant un beep de 100ms.

Radioactivité

Il existe trois types de rayonnement radioactif : le rayonnement alpha le rayonnement bêta et le rayonnement gamma.

1. Un rayonnement alpha consiste en noyaux d'hélium chargés positivement. Ces particules ont une activité fort ionisante à petite portée; elles ne pénètrent l'air que de quelques centimè-

tres et un tissu organique de quelques centièmes de millimètre seulement.

2. Un rayonnement bêta consiste en électrons chargés négativement qui quittent le noyau atomique à une vitesse qui se rapproche de la vitesse de la lumière. Ainsi la portée peut s'élever jusqu'à environ 5 mètres dans l'air et jusqu'à 1 cm dans une matière organique.

3. Tout comme la lumière du soleil, le rayonnement gamma est un rayonnement électromagnétique. Les photons gammas sont cependant bien plus riches en énergie que les photons du spectre visible. C'est pourquoi le rayonnement pénètre facilement la plupart des matériaux. Seules des plaques de plomb épaisses ou des parois en béton de plusieurs mètres d'épaisseur peuvent offrir une protection suffisante contre le rayonnement gamma riche en énergie. Un rayonnement X est une forme de rayonnement gamma pauvre en énergie.

Tout élément radioactif (radionuclide) a un temps de bipartition propre : la durée nécessaire à la désintégration en isotopes inoffensifs de la moitié des atomes contenus dans cet élément. Les différentes espèces nucléaires radioactives ont des temps de bipartition fort divergents, variant de fractions de seconde à des milliards d'années.

La radioactivité peut être tant naturelle qu'artificielle. La radioactivité naturelle apparaît sous la forme de rayonnement cosmique et de matières minérales radioactives présentes dans le sol. L'application de la radioactivité artificielle a ouvert de nombreuses nouvelles perspectives à la médecine, à l'examen des matériaux, à la prospection, à l'approvisionnement en énergie, à l'industrie, etc. Chaque jour des patients d'hôpitaux modernisés subissent des examens et reçoivent des soins relevant de l'application de techniques médicales nucléaires.

L'utilisation de la radioactivité rend toujours présent le danger d'émanations radioactives, aussi minimes soient-elles. La plupart des matières radioactives n'apparaissent pas dans la nature; aussi leur effet biologiquement nocif à long terme est-il insuffisamment connu. Les matières ont un nocivité différente, suivant leur temps de bipartition, la nature du rayonnement (alpha, bêta ou gamma) et l'énergie des particules émises.

L'atteinte sera beaucoup plus importante lorsque l'organisme est irradié de l'intérieur que de l'extérieur. Une brève exposition externe à un rayonnement alpha et bêta n'est pas fort nuisible; la surface de la peau peut tout au plus être atteinte. Des rayons alpha et bêta absorbés dans l'organisme par la respiration ou par l'alimentation occasionneront cependant des dommages corporels irréparables. Selon des chercheurs américains, un milligramme de plutonium peut entraîner le cancer du poumon. Certains éléments radioactifs ont une préférence pour certains organes et s'y accumulent, tels que p.ex. jodium 131, agent du cancer de la glande thyroïde, et Strontium 90 qui peut causer le cancer des os et la leucémie. Certains éléments radioactifs peuvent nuire aux glandes génitales et entraîner des lésions génétiques.

L'activité de rayonnement est bien plus importante que la masse quand il s'agit d'évaluer la nocivité d'une matière radioactive. La dose de rayonnement est la quantité d'énergie de rayonnement absorbée par kg de matière irradiée. L'unité de dose de rayonnement est la rad (radiation absorbed dose), $1 \text{ rad} = 0.01 \text{ joule/kg}$. La dose de rayonnement exprimée en rad n'est toutefois pas en corrélation directe avec les dommages biologiques occasionnés; aussi un "facteur qualitatif" a-t-il été introduit. La multiplication de la dose de rayonnement en rad avec ce facteur qualitatif donne l'équivalent de dose en 'rem' (röntgen equivalent man). Le facteur qualitatif est de 1 pour les rayonnements bêta et gamma, de 10 pour le rayonnement alpha, pour les neutrons et les protons. Les unités rem, mrem (milli-rem) et Sievert (Sv) donnent une mesure de la nocivité biologique du rayonnement. $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$. Nous assumons chaque année environ 100 mrem, imputable à la radioactivité naturelle. En y ajoutant le rayonnement dégagé par l'industrie et les retombées radioactives de la pluie et de la poussière présente dans l'air, on atteint globalement une quantité annuelle de quelque 200 mrem, soit 2 mSv. La commission internationale 'ICRP' (International Commission on Radiological Protection) a fixé en 1966 la dose de rayonnement maximale autorisée pour les tissus sensibles (moelle des os, organes génitaux) à 500 mrem par an. Ainsi p.ex. un employé qui

passé 40h par semaine dans une centrale nucléaire ne pourra être exposé en moyenne qu'à 150 microrem par heure, vu que cela représente déjà une absorption de 300 millirem par an.

Usage

Le compteur G.-M. produit un signal sonore de courte durée lors de toute pénétration d'une particule radioactive dans le tube G.M. La vitesse du signal sonore sera pratiquement directement proportionnelle à l'intensité de rayonnement. La détermination de cette intensité se fait en comptant au moins 50 impulsions et en divisant ce nombre par le temps écoulé en secondes. Le taux de rayonnement peut être lu à l'aide de la caractéristique du tube avec le rapport de comptage obtenu en nombre par seconde (count/sec). La précision de mesurage de la dose dépend de la tolérance du tube, c.-à-d. 10%, et du nombre d'impulsions comptées. Exemple : une très forte intensité de rayonnement a été perçue. Cela correspond à une vitesse de comptage (count rate) de 2.5 nombres/s. Cela revient dans la caractéristique à 1.0 millirem par heure (mrem/h). Lors du mesurage d'une intensité de rayonnement aussi dangereuse, il faut se tenir à une distance sûre de la source radioactive!

Usage pratique comme moniteur d'alarme :

- l'avertisseur n'émettra en moyenne pas plus d'env. 10 "beep" par minute dans le cas de la radioactivité naturelle toujours présente mais relativement inoffensive (se situant entre 10 et 40 microrem par heure).
- Aussitôt que l'avertisseur émet en moyenne à peu près 20 signaux sonores par minute (env. 100 microrem par heure), le taux de rayonnement ne peut plus être considéré comme inoffensif et des mesures de sécurité sont à prendre

VELLEMAN KIT K2645

GEIGER-MÜLLER-ZÄHLER

Allgemein

Wir werden alle mit Radioaktivität konfrontiert, nicht nur via die Nachrichtenmedien, sondern auch manchmal durch Beruf, Infektionen durch Unfälle, ärztliche Untersuchung, bestrahlte Nahrungsmittel usw. Es ist sogar möglich dass man ohne es zu wissen einer gefährlichen Strahlungsintensität ausgesetzt ist, an einer scheinbar unschuldigen Stelle wie zB. am Arbeitsplatz, im Krankenhaus, oder sogar zuhause.... Es ist vernünftig einen praktischen Geiger-Müller-Zähler zur Hand zu haben. Der VELLEMAN Geiger-Müller-Zähler mit einem deutlichen akustischen Signal ist ein sehr zweckmässiger, gebrauchsfreundlicher Apparat :

- äusserst empfindlich für unnatürliche Strahlungsintensität
- der Phythmus des "Beeps" ist proportional der wahrgenommenen Strahlungsintensität
- äusserst niedriger Stromverbrauch von max. 200 MicroA bei natürlicher Hintergrundstrahlung; eine 9 Volt Batterie ist nach einem 2 Monate langem Dauerbetrieb noch immer nicht leer.
- die Leiterplatte kann durch ihre sehr kleine Abmessungen in einer Büchse in Taschenformat montiert werden und der Apparat kann überall mitgenommen werden.

Technische Daten

- Versorgungsspannung : 9 V Batterie
- Extrem niedriger Stromverbrauch : max. 200 MicroAmp bei natürlicher Hintergrundstrahlung !
- Empfindlich für Gammastrahlung, sowie für Betastrahlung mit hoher Energie
- Abmessungen der Leiterplatte : 54x99x25 mm

Aufbau

- R1 bis R3 montieren, Widerstände von 10M (braun, schwarz, blau)
- R4 bis R7 montieren, Widerstände von 100K (braun, schwarz, gelb)
- R8 und R9 montieren, Widerstände von 1 M (braun, schwarz, grün)
- R10 und R11 montieren, Widerstände von 220K (rot, rot, gelb)
- R12 montieren, Widerstand von 10K (braun, schwarz, orange)
- C1 montieren 220uF Elektrolytkondensator. Polarität beachten !
- C2 montieren, 100nF ➡ **(104) Band !**
- C3 montieren, 1uF MKM Kondensator
- C4 montieren, 1nF MKM Kondensator
- C5 bis C12 montieren, MKM Kondensatoren von 33nF
- C14 montieren, 47nF MKM Kondensator
- C13 montieren, ein Kondensator von 33nF/1000V, oder zwei Kondensatoren 47nF/400V in Reihe
- D1 bis D4 montieren, Kleinsignaldioden Typ 1N914 oder 1N4148. Auf die Polarität achten ! Type 1N4148 ist manchmal mit einem Farbkode versehen (breites gelbes Band, braun, gelb, grau) : in diesem Falle muss das breite gelbe Band mit dem Kennzeichen auf dem Print übereinstimmen. Wenn die Diode mit einem einfachen Zahlaufdruck versehen ist, dann muss das schwarze Band mit dem Kennzeichen auf dem Print übereinstimmen.
- D5 bis D14 montieren, Dioden Typ 1N4007. Polarität beachten !
- Drahtbrücke J montieren (neben IC1)
- Einen 14 Broschen IS Fuss montieren für IC1 und IC2
- T1 bis T3 montieren, Transistoren Typ BC557, 558, oder 559 oder eq.
- Löte den schwarzen Draht der Batterie-Anschluss zum "battery -", und den roten Draht zum "battery +"
- Montiere der Transformator
- IC1 des Typs 40106 in den Fuss einsetzen, mit der Kerbe

nach T3 gerichtet

- IC2 des Typs 4093 in den Fuss einsetzen, mit der Kerbe nach IC1

- Montieren Sie die G.M.-Röhre : Falls die Röhre mit einem sehr schmalen Metallbändchen umwickelt ist, so entfernen Sie es. *Löten Sie niemals direkt auf der G.M.-Röhre !* Entfernen Sie die schmale Anodenklemme von der Anode der Röhre und löten Sie an diese Klemme ein kleines Stückchen abisolierten Draht (2 cm). Dieses Stückchen Draht wird dann an "A" gelötet. An der Stelle mit dem Leiterplattenaufruck "K" wird der kleine Metallhalter für die Röhre befestigt und gelötet. Das Zahnchen des Halters muss abgeschnitten werden (Sehe Fig). Schieben Sie vorsichtig die Anodenklemme über die Anode und drücken Sie darauf vorsichtig die Röhre in den Halter.

- Montieren Sie den Buzzer : Löten Sie den roten Draht " + B" und den schwarzen Draht an "-B". Befestigen Sie den Buzzer auf die Leiterplatte über IC1, mittels 2 Abstandshülsen und den dazugehörigen Muttern und Bolzen.

Wirkung

Um N1 und N2 herum ist ein langsamlaufender Oszillator aufgebaut. Alle 10 Sekunden etwa erscheint am Ausgang von N2 ein etwa 100 Millisekunden dauernder positiver Impuls. Nur während diesem positiven Impuls ist der um N7 und N3 herum aufgebaute Oszillator aktiv. Dieses Oszillatorsignal mit einer Frequenz von einigen KHz wird dann mit N8 und N9 den Transistoren T1 und T2 zugeführt. Die Transistoren schalten synchron mit diesem Oszillatorsignal abwechselnd eine Transformatorspule. Dadurch wird während dieser 100-Msekunden-Periode auf der Sekundärspule des Transformators eine Wechselspannung stehen. Diese Spannung wird durch den Spannungsmultiplikator (DS-D13, C5-C12) in eine sehr hohe Gleichspannung (600 V) transformiert. Der Pufferkondensator C13 sorgt dafür dass die Stromversorgung der G.M.-Röhre beim Wegfallen der Transformatorspannung aufrecht bleibt.

Jedesmal wenn ein radioaktives Teilchen in die Röhre eindringt entsteht ein kurzer Stromstoß durch die Röhre. Der Stromstoß erzeugt über R11 einen positiven Spannungs-

impuls, wodurch der um N6 und N10 herum aufgebaute Monoflop ausgelöst wird. Der Ausgang des Monoflops wird während etwa 100 Ms niedrig und macht den Transistor T3 leitend wodurch der Buzzer zu pfeifen anfängt.

Radioaktivität

Man unterscheidet 3 Arten radioaktiver Strahlung :

Alphastrahlung, Betastrahlung und Gammastrahlung.

1. Alphastrahlung setzt sich aus positiv geladenen Heliumkernen zusammen. Diese Teilchen haben eine stark ionisierende Wirkung mit einer sehr kurzen Strahlungsweite; in die Luft dringen sie nur wenige Zentimeter durch und in ein organisches Gewebe nur einige Hundertstel Millimeter.

2. Betastrahlung setzt sich aus negativ geladenen Elektronen zusammen, die den Atomkern mit einer Geschwindigkeit verlassen die fast gleich der Lichtgeschwindigkeit ist; deshalb kann die Strahlungsweite in der Luft bis etwa 5 Meter und in organischem Material bis 1 Zentimeter betragen.

3. Gammastrahlung ist gleichwie Sonnenlicht eine elektromagnetische Strahlung. Jedoch sind die Gamma-Fotonen viel energiereicher als die Photonen aus dem sichtbaren Spektrum. Die Strahlung dringt deshalb leicht durch die meisten Materialien hin. Nur dicke Platten aus Blei oder meterdicke Betonwände können gegen diese energiereiche Gammastrahlung in ausreichendem Mass Schutz bieten. Röntgenstrahlung ist eine Art von energiearme Gammastrahlung.

Jedes radioaktives Element (Radionuclide) hat eine eigene Halbwertszeit, das ist die Zeit die vergeht bis die Hälfte der Atome eines Elementes ungefährliche Isotopen geworden sind. Die verschiedenen radioaktiven Atomarten haben stark verschiedene Halbwertszeiten, nämlich von Bruchteilen einer Sekunde bis zu Milliarden von Jahren.

Es gibt sowohl natürliche als auch künstliche Radioaktivität. Beispiele natürlicher Radioaktivität : kosmische Strahlung oder durch radioaktive Mineralstoffen im Boden erzeugte Strahlung. Radioaktivität kann auch künstlich erzeugt werden : zB. Röntgenapparat.

Die Anwendung von Radioaktivität hat für die Medizin, die Werkstoffprüfung, die Bodenuntersuchung, die Energieversorgung, die Industrie usw... viele neue Perspektive eröffnet. In den modernisierten Krankenhäusern werden jeden Tag Patienten untersucht und gepflegt durch Anwendung von medizinischen Nukleartechniken. Bei der Anwendung von Radioaktivität besteht immer die Gefahr das mehr oder weniger Strahlung freikommt. Die meisten radioaktiven Stoffe kommen in der Natur nicht vor, sodass ihre biologisch schädliche Wirkung auf längerem Termin ungenügend gekannt ist. Die Stoffe sind gegenseitig verschieden durch ihre Halbwertszeit, die Art der Strahlung (Alpha, Beta oder Gamma) und die Energie der ausgesandten Teilchen. Der Schaden wird viel schwerer sein wenn der Körper von innen her als von aussen her bestrahlt wird. Kurzzeitige Bestrahlung von aussen her mit Alpha- und Betastrahlung ist nicht sehr schädlich, im schlimmsten Fall kann die Hautoberfläche beschädigt werden. Durch Atmung oder Nahrung in den Körper aufgenommene Alpha- und Betastrahler jedoch werden unheilbare Schaden verursachen. Laut Amerikanischen Untersuchern kann ein Milligramm Plutonium in den Lungen Lungenkrebs erzeugen. Bestimmte radioaktive Elemente bevorzugen bestimmte Organe und häufen sich dort an, wie zB. Jod-131, das Schilddrüsenkrebs verursachen kann und Strontium-90 dass Knochenkrebs und Leukämie zur Folge haben kann. Bestimmte radioaktiven Elemente können die Geschlechtsdrüsen beschädigen und genetischen Schaden verursachen. Um einen Radioaktiven Stoff nach Schädlichkeit zu beurteilen ist die Strahlungsaktivität viel wichtiger als die Masse. Strahlungsdosis ist die Strahlungsenergiemenge die die bestrahlte Materie pro Kg absorbiert hat. Die Strahlungsdosiseinheit ist der Rad (radiation absorbed dose). $1 \text{ Rad} = 0.01 \text{ Joule/Kilogramm}$. Die Strahlungsdosis in Rad steht jedoch nicht im direkten Zusammenhang mit dem verursachten biologischen Schaden, weshalb ein Qualitätsfaktor eingeführt wurde. Das arithmetische Produkt der Strahlungsdosis in Rad mit dem Qualitätsfaktor ergibt das Dosisäquivalent in 'Rem' (röntgen equivalent man). Der Qualitätsfaktor ist 1 für Beta- und Gammastrahlung und ist 10 für Alphastrahlung, Neutronen

und Protonen. Der Rem, Mrem (Millirem) und Sievert (Sv) stellen ein Mass für die biologische Schädlichkeit der Strahlung dar. $1 \text{ Sv} = 100 \text{ Rem}$. Durch die natürliche Radioaktivität werden wir pro Jahr mit etwa 100 Mrem belastet. Zählen wir dazu die durch die Industrie freigekommene Strahlung und den durch Regen und Stoff in der Luft verursachten radioaktiven fall-out, dann ergibt sich daraus im grossen und ganzen fast 200 Mrem oder 2 MSv pro Jahr.

Die internationale Kommission 'ICRP' (International Commission on Radiological Protection) hat in 1966 die maximal zugelassene Strahlungsdosis für empfindliches Gewebe (Knochenmark, Geschlechtsorgane) auf 500 Mrem pro Jahr festgelegt. So wird zB. ein Arbeitnehmer, der 40 Stunden pro Woche in einer Kernzentrale verbringt, im Durchschnitt nur 150 Microrem pro Stunde ausgesetzt sein dürfen, weil er hierdurch schon mit 300 Millirem pro Jahr belastet ist.

Gebrauch

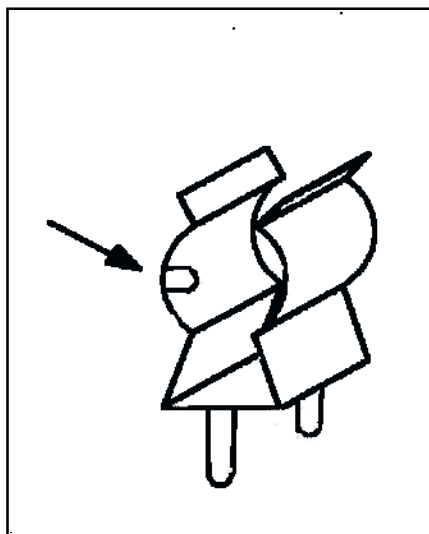
Der G.M.-Zähler erzeugt für jedes radioaktive Teilchen, das in die G.M.-Röhre hineintritt, ein kurzes Pfeifen des Buzzers. Der Pfeifrrhythmus wird praktisch direkt proportional der Strahlungsintensität verlaufen. Um die Intensität zu bestimmen, zählen Sie mindestens 50 Impulse und teilen Sie diese Anzahl durch die dabei verstrichene Zeit in Sekunden. Aus dem Ergebnis in count pro Sekunde (count/s) kann mit Hilfe der Röhrencharakteristik die Strahlungsintensität abgelesen werden. Die Genauigkeit der gemessenen Dosis ist abhängig von der Röhrentoleranz, nämlich 10% sowie von der Anzahl der gezählten Impulsen. Beispiel : es wird eine sehr hohe Strahlungsintensität festgestellt, der Buzzer hat während 100 Sekunden 250 mal ertönt. Dies stimmt mit einem Zählverhältnis (count rate) von 2,5 count/s überein. In der Charakteristik stimmt das mit 1.0 Millirem pro Stunde (mrem/h) überein. Bei der Messung einer dermassen gefährlichen Strahlungsintensität muss man sich in sicherer Entfernung der radioaktiven Quelle befinden!

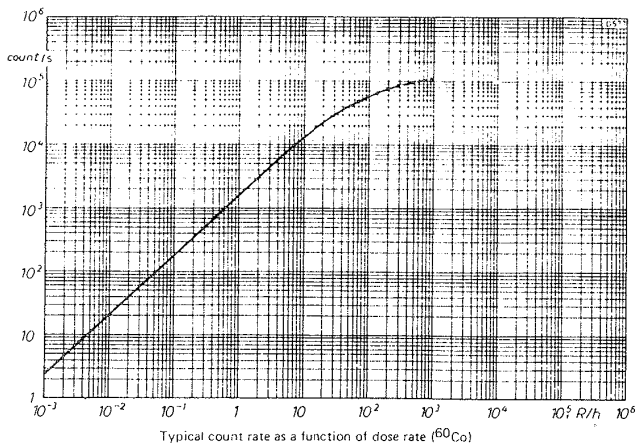
Praktische Anwendung als Alarmmonitor :

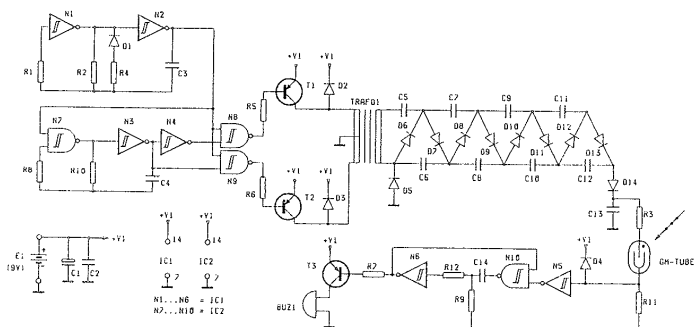
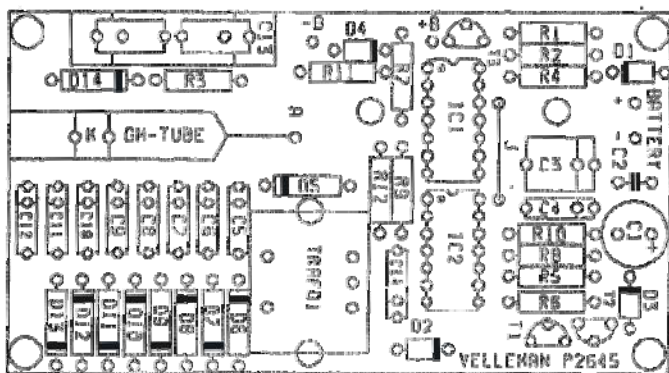
- bei der immer anwesenden, jedoch relativ ungefährlichen

natürlichen Radioaktivität (zwischen 10 und 40 Microrem pro Stunde) wird der Buzzer im Durchschnitt nicht mehr als etwa 10 mal in der Minute pfeifen.

- sobald der Buzzer im Durchschnitt etwa 20 mal in der Minute pfeift (etwa 100 Microrem pro Stunde) so kann die Strahlungsintensität nicht mehr als gesund betrachtet werden und sollte man Sicherheitsmassnahmen treffen.







VELLEMAN K2645 GEIGER-MULTR COUNTFR

DOMOTIC SYSTEM

