



SYSTEME NICOLA Mk2

Conception et réalisation, Graham Naylor naylor@esrf.fr

Test **et** essais sur site en collaboration avec SSSI et ADRASEC 38



Graham NAYLOR, ingénieur au Synchrotron Européen qui est implanté à Grenoble, est un spéléologue secouriste membre de la SSSI et collaborateur de l'ADRASEC 38. C'est le troisième en partant de la gauche.

Il explique aux gendarmes du PGHM et au Lieutenant ROMARY des services techniques de la gendarmerie nationale de Rosny-sous-Bois le fonctionnement du système NICOLA pendant des essais spécialement

organisés pour eux aux cuves de Sassenage en vue d'une future utilisation du matériel par les gendarmes du PGHM.

1. Caractéristiques techniques

- **Principe** : Emetteur/Récepteur BLU super hétérodyne

Norme : I-ETS 300 330 Classe 3

Fréquence d'émission : 86.9 Khz

Fréquence intermédiaire : 455 Khz

Mélange et BFO : Générateur OL synthétisé

Filtrage réception : Présélection avec filtre LC à deux étages du 4eme ordre.

Filtrages FI : Filtre céramique + amplificateur à grand gain + filtre mécanique.

Modulation : Bande Latérale Unique.

Microphone: à électret

Puissance HF : 3 Watts

Courant de boucle : 0.1 A après réglage d'adaptation

Réglages : Un bouton rotacteur 3 positions pour adapter par transformateur l'impédance de sortie de l'étage de puissance HF à la résistivité du sol.

Alimentation : de 12V à 15V

Consommation sur 12V : 0.06A en réception et 0.9A en émission

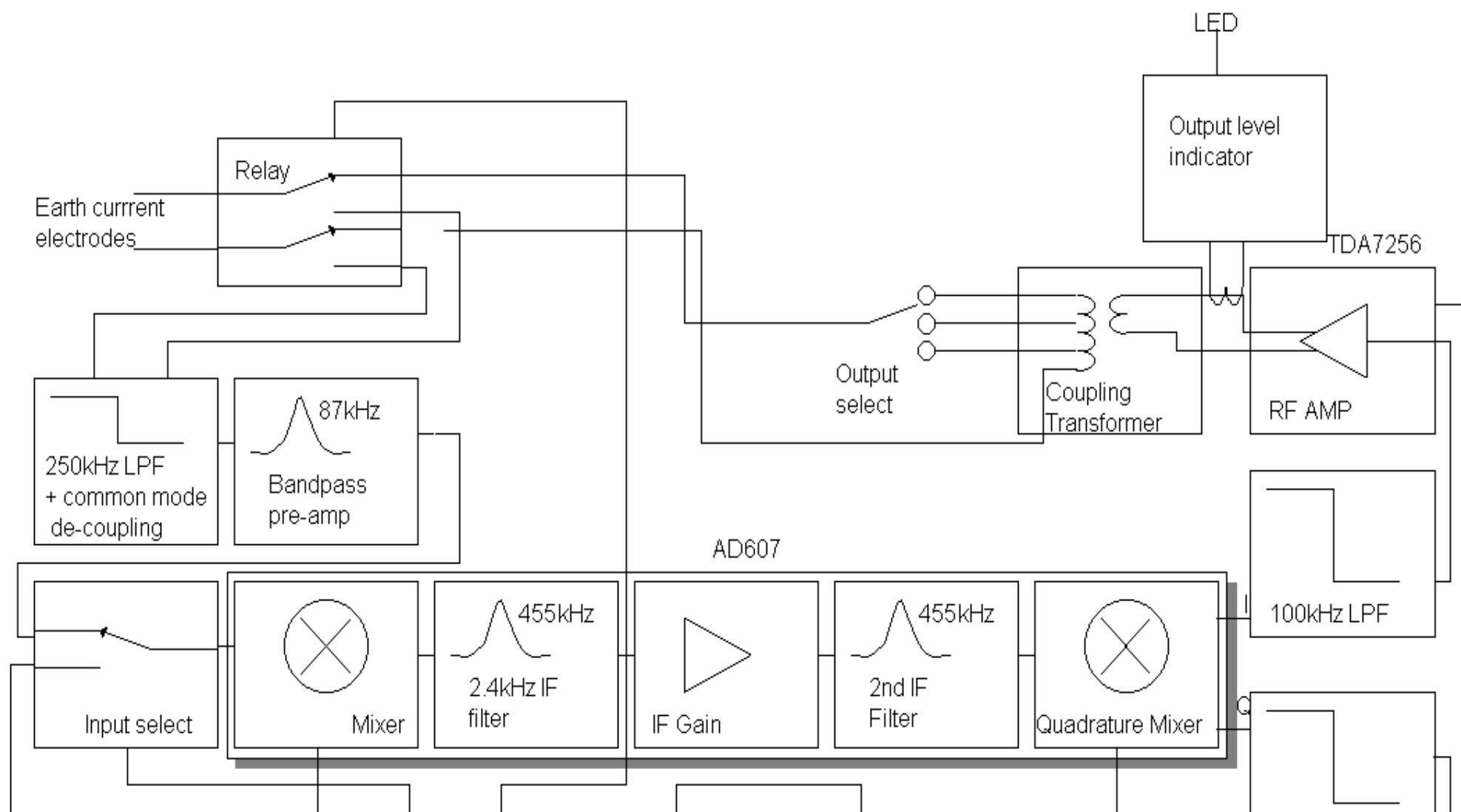
Antenne : Large boucle fictive constituée de deux électrodes reliées à la terre et espacées de 40m

Conception : Composants de surface

Performances : épaisseur de roche, 1200 m maxi suivant les conditions géologiques du terrain, 500 m utiles en général

Encombrement : 150 X 80 X 50 mm

Poids : 0.250 Kg sans les piles



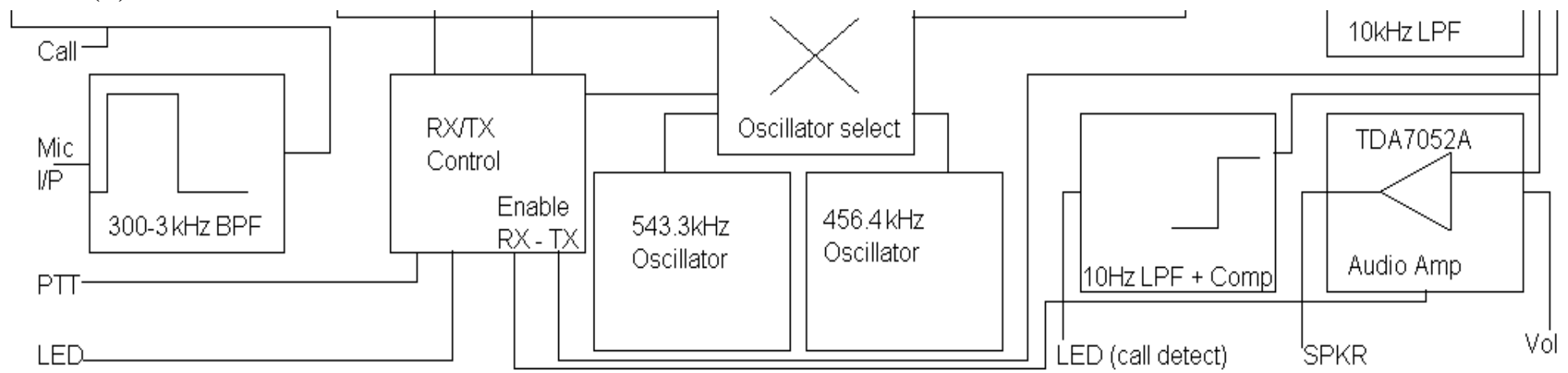


Schéma diagramme



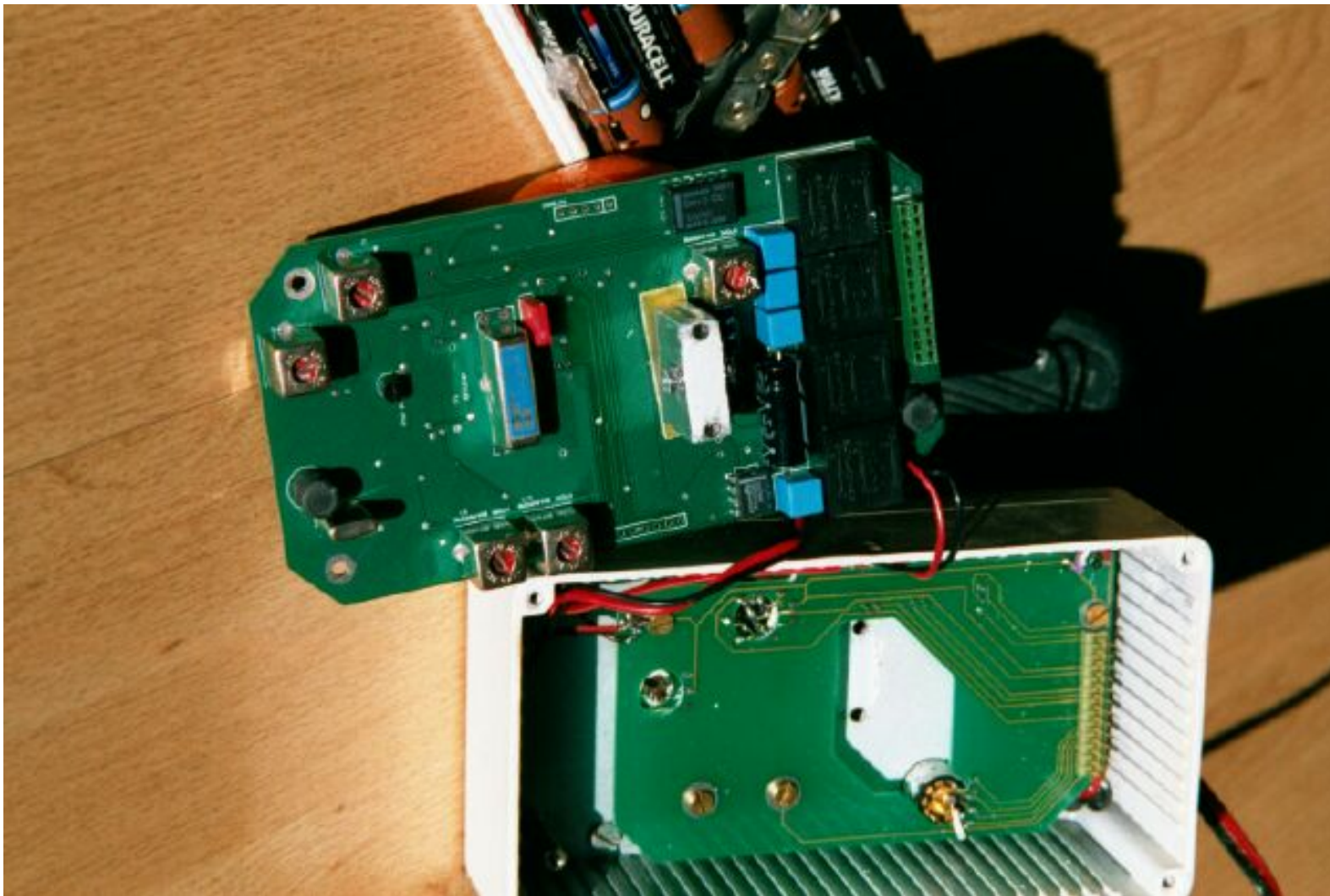
Réalisé dans un boîtier métallique étanche et insensible aux chocs. Cet appareil est fait pour être utilisé sous terre dans des conditions très défavorables de contraintes thermiques, de chocs, et d'humidité.

Le système a été testé en conditions réelles dans deux expéditions spéléologiques en Espagne et en Chine. Il s'est parfaitement comporté au niveau fiabilité et résistance aux chocs démontrant ses possibilités de communications sur une distance maximum de 1200m entre le fond et la surface. Son encombrement réduit permet de le transporter facilement dans un coffret semi étanche glissé dans un kit de spéléo.

La face avant porte un câble d'alimentation et un câble micro qui sortent du boîtier par deux passages étanches, deux bornes de sortie antenne pour raccorder les fils des électrodes, un potentiomètre de volume sonore, un contacteur rotatif 3 positions pour régler l'impédance de sortie, une diode (DEL) rouge/verte indiquant émission/réception, une diode (DEL) rouge clignotante pour indiquer la présence d'une porteuse en réception, une DEL orange dont la luminosité est proportionnelle à la

puissance émise. Il y a aussi une prise mâle à 7 contacts pour une future utilisation avec clavier et écran.

L'appareil peut-être alimenté par batteries de 12 à 15V ou par piles. Il est transporté dans un coffret plastique étanche ou peuvent être stockés les piles et les fils des électrodes. Voici l'appareil ouvert, avec vue sur le circuit.



L'appareil est réalisé sur une seule plaque de circuit imprimé double face avec des composants de surface et des composants classiques. La transformation d'impédance entre l'élément rayonnant et l'étage de puissance HF est réalisée par un groupement de transformateurs miniatures mis en parallèle au

primaire et en série au secondaire.

La réalisation de cet appareil a demandé plusieurs mois de travail. Il a été nécessaire de réaliser plusieurs prototypes pour mettre au point le circuit imprimé final. Pour chaque prototype, il a fallu apporter des modifications sur le pistage pour améliorer la qualité de l'appareil au niveau de sa CEM aussi bien pour son rayonnement que pour sa stabilité.

2 - Fabrication d'appareils et possibilités d'acquisition.

- Le Spéléo Secours Français (M. Jacques GUDEFIN) est maître d'œuvre pour la fabrication en série de 40 appareils. Le coût estimé d'une paire d'appareils livrés prêts à l'emploi est estimé à 10 000 F. Par contre, un circuit imprimé câblé avec ses composants de surface peut-être obtenu pour la somme (estimée suivant le nombre) de 1750 F. Il faudra ajouter 1500 F de boîtier, micro, toute la connectique et d'autres éléments pour finir l'appareil. Ne pas oublier un certain nombre d'heures de montage et de mise au point.

2 - L'Utilisation :

1. On branche les fils des électrodes avec les électrodes posées sur le sol.
2. On branche les piles d'alimentation. Il n'y a pas de bouton marche arrêt, la DEL rouge s'allume.
3. On règle l'adaptation d'impédance avec le sol par le bouton de commutation 3 positions en commençant par la position 1 et en soufflant dans le micro pour sortir de la puissance HF.
4. Le réglage de l'adaptation d'impédance est correct quand la DEL orange s'illumine sur les crêtes de modulation. La position du contacteur après les réglages indique la qualité du contact entre les électrodes et le sol ainsi que de la résistivité du terrain. Position 1: très bon, position 2: normal, position 3: médiocre.
5. Une fois le contact établi entre les deux appareils et si la transmission est bonne, on peut éventuellement réduire d'un cran pour économiser les piles.



L'équipe de spéléo devra se concerter avec l'équipe de surface pour prévoir l'heure et le lieu de la première transmission. L'équipe de surface se placera en tenant compte de cela. Elle se positionnera le plus rapidement possible et se mettra à l'écoute immédiatement. Si l'équipe de spéléo en éprouve la nécessité, elle n'attendra pas d'être arrivée sur le site convenu mais se mettra immédiatement en condition d'émission à l'endroit où elle se trouvera. C'est à l'équipe de surface de se déplacer après la première liaison radio pour améliorer la qualité de la communication.

La mise place des électrodes se fait en disposant le fil sur le sol en partant de l'appareil et en s'éloignant. Le dipôle peut être asymétrique, c'est à dire qu'il peut y avoir seulement 2 m d'un côté et 80 m de l'autre ce qui vaut deux côtés identiques de 40 m. Si tout le fil ne peut pas être déroulé, il faudra laisser la bobine du côté de l'électrode, jamais du côté du poste.

L'électrode est souvent remplacée par de la tresse métallique d'une longueur de 2 ou 3 m posée dans la boue ou dans l'eau. L'essentiel c'est d'obtenir de très bons contacts. Cela se vérifie pendant les réglages. Un très bon contact est établi entre les électrodes et le sol si on a l'illumination de la DEL orange sur la position 1 du rotacteur (en soufflant dans le micro) cela est rare en surface mais peut se rencontrer sous terre. Enfin il

faut faire attention à ne brancher le fil du côté de l'appareil qu'en dernier, après qu'il soit déroulé et que personne ne

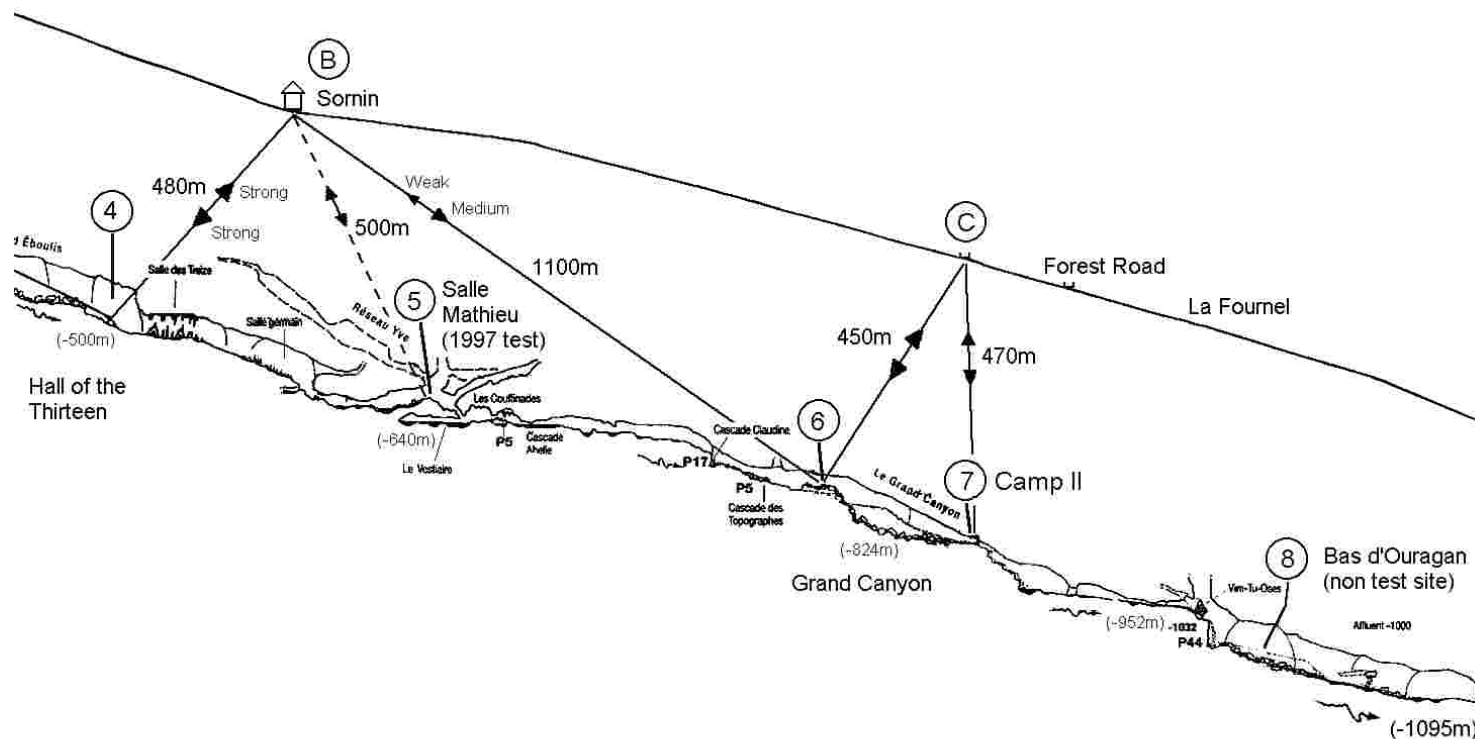
touche l'autre extrémité.

Les tensions engendrées par l'appareil sont de l'ordre de 300 à 800 volts suivant le réglage quand on souffle dans le micro. Cela pourrait être dangereux pour une personne qui aurait le fil dénudé dans la main et les pieds dans l'eau. Avant de commencer les émissions il faudra donc s'assurer que personne ne touche aux fils et aux électrodes.

La qualité de la réception est bien meilleure sous terre qu'en surface. Ceci est dû au fait que sous terre on est protégé par l'épaisseur de la roche des nombreux parasites électriques provenant des phénomènes atmosphériques et météorologiques.

La réception en surface est souvent perturbée par du bruit provenant des

émissions LORAN ou DECCA qui sont des systèmes de radio navigations puissants. C'est pour cela que bien que l'équipe spéléo reçoive parfaitement à une distance de près d'un kilomètre, il faut se limiter à des distances de 500 m.



En se plaçant correctement près de la verticale du point où se trouve l'équipe spéléo, on a souvent, dans les réseaux en France, des distances qui ne dépassent pas les 500 m même au gouffre Berger à la côte -1100 m; on est à moins de 500 m de la surface. Bien sûr, il faut d'abord se repérer sur la carte avec un calque de la topologie, et trouver l'emplacement à la verticale du point où l'équipe souterraine établira son camp radio. Ensuite, une fois le premier contact établi, on peut chercher un meilleur emplacement.

Construction:

- La fabrication du CI en montage cms peut être confiée à une entreprise spécialisée dans le montage des circuits électroniques (il faut faire une commande groupée). Les fichiers pour la fabrication de la carte CI sont disponibles auprès de [Graham Naylor](#)
- [Liste de Composants.](#)
- [Schéma du système Nicola MkII.](#)
- [Plan de piste cote cms](#) !!250k!!
- [Plan de composants cote cms](#)
- [Plan de piste cote composants classiques](#) !!290k!!
- [Plan de Perçage de la face avant.](#)
- [Plan de perçage pour les portes pils \(rivets\)](#)
- [Liste de composants pour finir dans une boîte compacte](#)
- [Cablage de la face avant.](#)
- [CI pour la face avant](#)
- [Assemblage du boîtier](#)
- [Connecteurs Antenna](#)
- [Construction Boîtier](#)
- [Details](#)

- [Portes pils sous le capo](#)
- [Mise au point](#)
- [Derniers changements](#)

[HOME](#)



NICOLA Mk 2

Parts list for System Nicola PCB

Bill	of Material for	E:\CREG\NEWRADIO\PCBF								
										Cost for
Used	Part Type	Designator	Footprint	Description	Type	Supplier	Code	price	min order	no. used
====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	=====	
1	Bridge	B1	SD198		0.5A	Farnell	505-808	4,5	5	4,5
2	100pF	C1 C2	1206		Ceramic	Farnell	499-274	0,7	10	1,4
4	180pF	C10 C11 C12 C13	1206		Ceramic	RS	211-2745	0,56	50	2,24
10	100nF	C100 C25 C38 C40 C45 C48 C49 C55 C63 C8	1206		ceramic	Farnell	499-390	0,69	10	6,9
3	4n7	C14 C23 C61	1206		ceramic	Farnell	499-341	0,69	10	2,07
7	1nF	C15 C16 C17 C65 C7 C9 C70	1206		Ceramic	Farnell	499-316	0,89	10	6,23
3	47nF	C18 C19 C4	1206		Ceramic	Farnell	499-377	0,89	10	2,67
3	220nF	C20 C21 C22	1206		Ceramic	Farnell	499-407	1,1	10	3,3
1	1000uF 16V	C24	AXIAL1.0		Electrolytic	Farnell	912-967	2,1	5	2,1
10	1uF	C26 C27 C28 C29 C31 C32 C39 C52 C6 C67			Ceramic	Farnell	499-717	3,77	10	37,7
5	10nF	C3 C34 C35 C5 C62	1206		Ceramic	Farnell	499-353	0,69	10	3,45
4	10uF	C30 C46 C68	3528		Tantalum	Farnell	967-117	1,79	5	7,16
1	2u2F	C33	3528		Tantalum	Farnell	967-154	1,79	5	1,79
1	7-50pF	C37	1808		Variable cap	Farnell	578-332	10,4	5	10,4
3	20pF	C41 C51 C66			ceramic	Farnell	499-249	0,7	10	2,1
3	0.47uF	C42 C43 C47	1206		Ceramic	Farnell	499-705	1,5	10	4,5
2	220pF	C50 C54	1206		Ceramic	Farnell	499-286	0,7	10	1,4
1	330pF	C53			Ceramic	Farnell	499-298	0,7	10	0,7
1	33nF	C56			ceramic	Farnell	498-634	0,5	10	0,5
4	68nF	C57 C58 C59 C60			Polypropylene	RS	166-6471	8,41	10	33,64
1	330nF	C64			ceramic	Farnell	578-253	3,59	10	3,59
2	GF1A	D1 D4	SMdiode		SMdiode	Farnell	251-460	0,91	10	1,82
2	DUO-DIODE	D2 D5	SOT-23		2 diodes	Farnell	994-534	2,1	5	4,2
1	CFJ455K5 or CFM455J or CFS455J	F1	CFJ filter		Ceramic filter	Cirkit	16-45595	159	1	159
1	CFM2-455A	F2	SIP3		Mechanical filter	Cirkit	19-45530	7,1	1	7,1
1	3A Fuse	F3	MLL41		3A Fuse	RS	219-6181	3	1	3

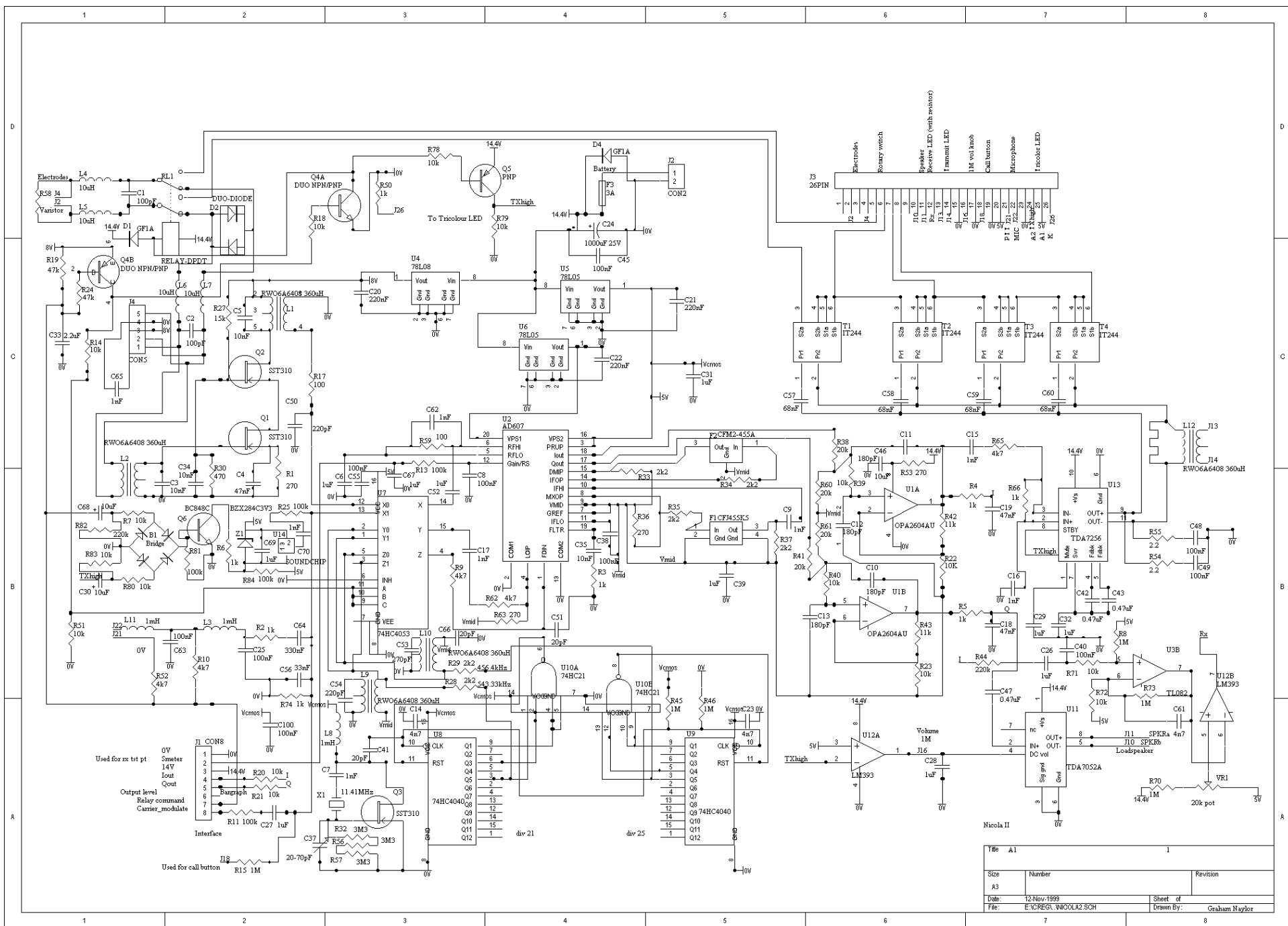
1	CON8	J1	SIP8		Straight 8 way Connecto	Farnell	143-143	5,8	10	5,8
1	CON2	J2	CON2		3.96mm straight	Farnell	589-044	1,36	5	1,36
1	26PIN	J3	IDC26		DIP connector	Farnell	864-882	13,86	1	13,86
1	CON5	J4			Straight 5 way connector	Farnell	146-698	4	10	4
5	RWO6A6408 360uH	L1 L10 L12 L2 L9	10EZ		Variable coil	Cirkit	35-64080	5,2	1	26
2	1mH	L11 L8			Inductor	Farnell	598-239	7,45	2	14,9
1	1mH	L3			Inductor	Farnell	200-487	6,48	1	6,48
4	10uH	L4 L5 L6 L7	1812		Inductor	Farnell	200-360	7,7	10	30,8
3	SST310	Q1 Q2 Q3	SOT-23		SMC FET	Farnell	739-250	9,01	5	27,03
1	PNP	Q4	SOT-23		BC858C	Farnell	934-252	0,65	5	0,65
1	PNP	Q5	SOT-23	BC858C	Transistor	Farnell	934-252	0,44	5	0,44
2	NPN	Q6,Q7	SOT-23		Transistor	Farnell	934-215	0,44	5	0,88
3	270	R1 R36 R53	1206		Resistor	Farnell	613-630	0,23	50	0,69
6	4k7	R10 R52 R62 R65 R9 R85	1206		Resistor	Farnell	613-782	0,23	50	1,38
1	33k	R19	1206		Resistor	Farnell				
1	47k	R24	1206		Resistor	Farnell	613-903	0,23	50	0,23
5	100k	R11 R13 R25 R81 R18 R70	1206		Resistor	Farnell	613-940	0,23	50	1,15
16	10K	R14 R20 R21 R22 R23 R39 R40 R51 R71 R72 R78 R79 R80 R83 R7	1206		Resistor	Farnell	613-824	0,23	50	3,68
5	1M	R15 R45 R46 R73 R8	1206		Resistor	Farnell	614-063	0,23	50	1,15
2	100	R17 R59	1206		Resistor	Farnell	613-587	0,23	50	0,46
8	1k	R2 R3 R4 R5 R50 R6 R66 R74 R84	1206		Resistor	Farnell	613-708	0,23	50	1,84
1	15k	R27	1206		Resistor	Farnell	613-848	0,23	50	0,23
6	2k2	R28 R29 R33 R34 R35 R37	1206		Resistor	Farnell	613-745	0,23	50	1,38
2	470	R30 R63	1206		Resistor	Farnell	613-666	0,23	50	0,46
3	3M3	R32 R56 R57	1206		Resistor	Farnell	421-133	0,23	50	0,69
4	20k	R38 R41 R60 R61	1206		Resistor	Farnell	420-694	0,26	50	1,04
2	11k	R42 R43	1206		Resistor	Farnell	420-633	0,26	50	0,52
2	220k	R44 R82	1206		Resistor	Farnell	613-988	0,23	50	0,46
2	2,2	R54 R55	2512		Resistor	RS	224-0058	1,955	10	3,91
1	Varistor	R58			Varistor	Farnell	968-146	5,14	5	5,14
1	RELAY-DPDT	RL1	RELAY10	Relay 12V 2A 250Vac DPDT	Relay	Farnell	177-826	33,2	1	33,2
4	IT244	T1 T2 T3 T4	IT244	Pulse transformer	Pulse transformer	RS	178-9704	29,75	4	119
1	OPA2604AU	U1	SO-8		Dual op amp	RS	288-834	25,15	1	25,15
1	74HC21	U10	SO-14		AND gate	Farnell	558-734	2,52	1	2,52
1	TDA7052A	U11	DIP8		Audio amp	RS	819-674	8,9	1	8,9

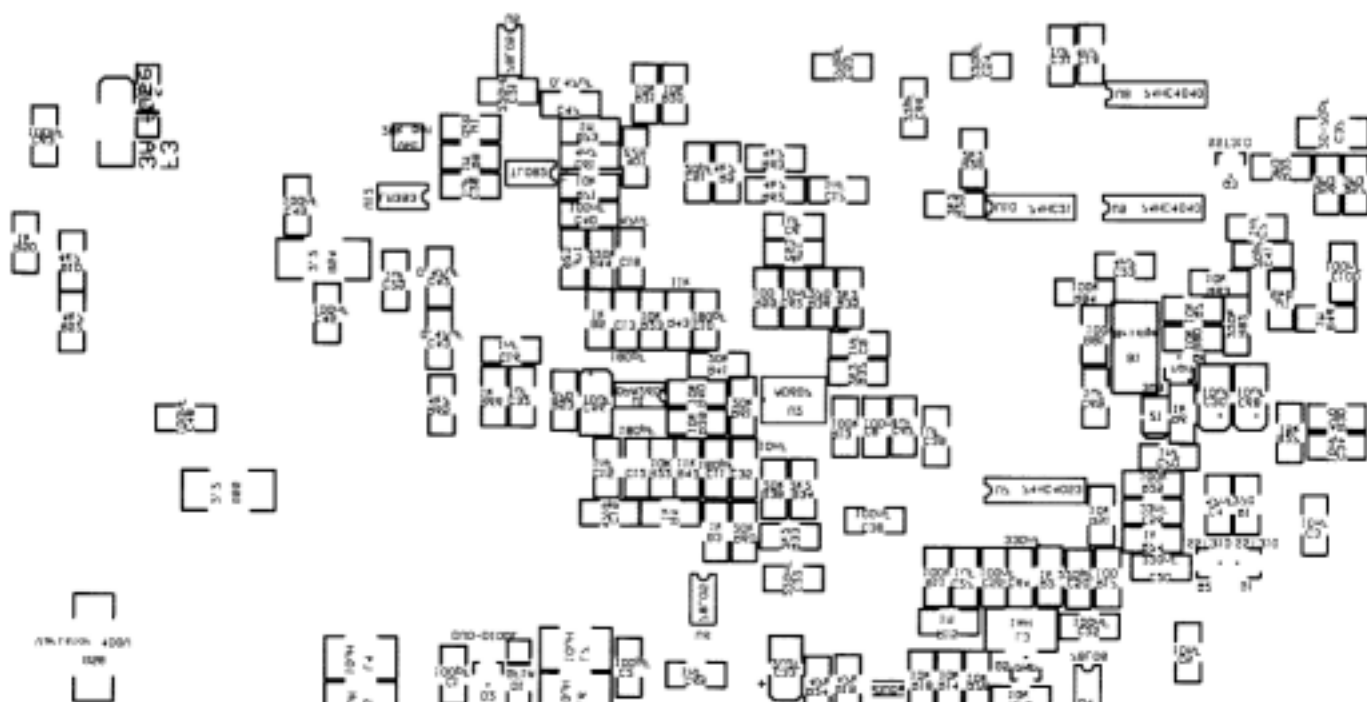
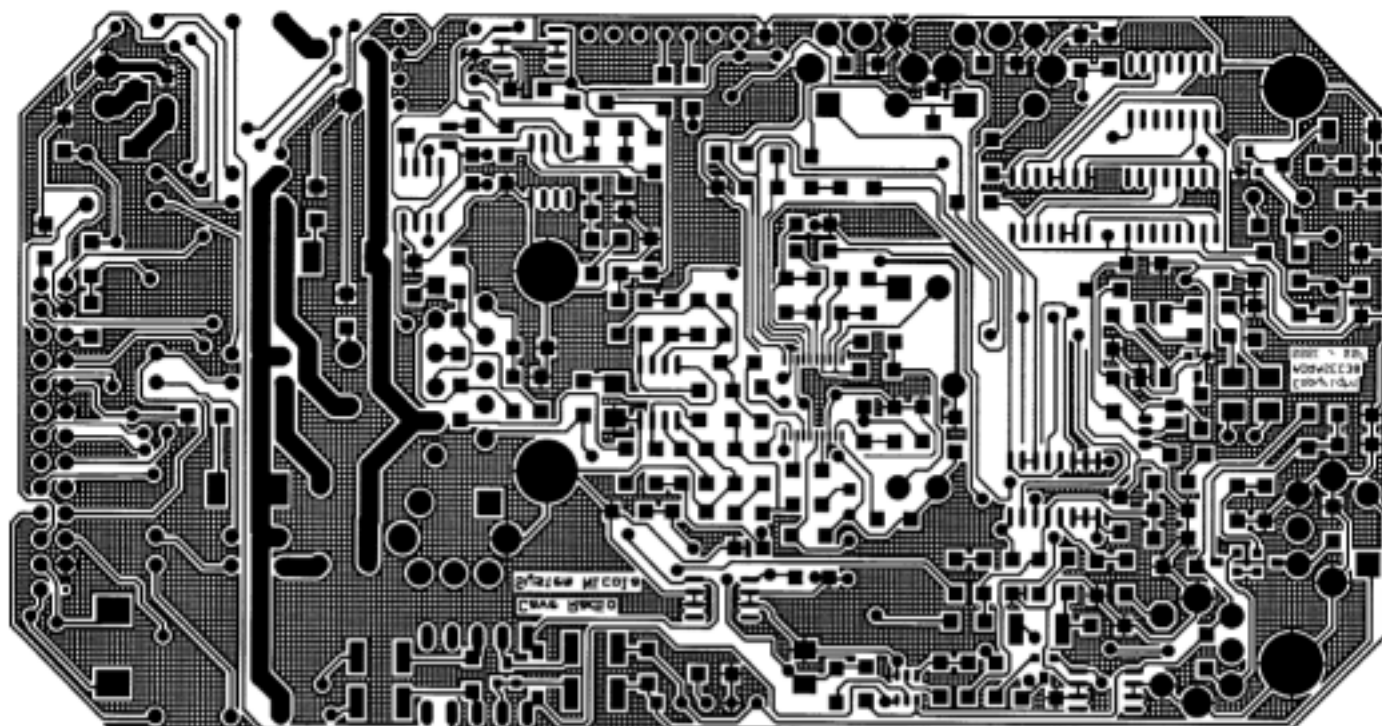
PartsList

1	LM393	U12	SO-8		Comparator	Farnell	404-329	4	1	4
1	TDA7256	U13	MULTI11		Power amp	Farnell	699-482	44,33	1	44,33
1	SOUNDCHIP	U14			M66T-215	MAPLIN	GX60Q	5,9	1	5,9
1	AD607	U2	SSOP20		Mixer/IF amp/Mixer	RS	201-8918	90,7	1	90,7
1	TL082	U3	SO-8		Dual op amp	Farnell	594-520	8,36	1	8,36
1	78L08	U4	SO-8		8V regulator	RS	204-3330	3,9	1	3,9
2	78L05	U5 U6	SO-8		5V regulator	RS	204-3324	3,9	1	7,8
1	74HC4053	U7	SO-16		Analogue switch	Farnell	492-693	11,4	1	11,4
2	74HC4040	U8 U9	SO-16		Divider	Farnell	492-644	10,44	1	20,88
1	20k pot	VR1	POT1			Farnell	107-134	9,38	5	9,38
1	11.41MHz	X1	XTAL1		Crystal	Quartz Marketing	11.41MHz	80	1	80
1	BZX284C3V3	Z1	SOD110		Zener	Farnell	935-530	1,01	5	1,01
1	BZX284C4V3	Z2	SOD110		Zener	Farnell	935-566	1,01	5	1,01
	Addresses									946,5
	Quartz lab Marketing Ltd.			Roxburgh						
	PO BOX 19			Park Lane						
	Erith			Broxbourne						
	KENT			Herts						
	UK	tel (0044)/(0)1322330830		EN10 7NQ	tel (0044)(0)1992444111					
				UK	Fax (0044)1992464457					
	Maplin Electronics									
	PO Box 777									
	Rayleigh	Tel 44 (0) 1702554000								
	Essex SS6 8LU	Fax 44 (0) 1702551229								

Last Updated on 01/03/01

By G N





**Erreur : page introuvable**

Vous venez d'être redirigé vers une page d'erreur.
L'adresse URL que vous avez tapés ou le lien sur lequel vous avez cliqué sont erronés.

Nous vous invitons à utiliser le moteur de recherche Voila pour accéder au site que vous recherchez.

Je recherche avec **voila.fr**

Vous pouvez également cliquer sur l'un des thèmes ci-dessous pour accéder au moteur de recherche Voila :

Voyages/Vacances

- Vol
- Hôtel
- Séjour
- Voiture de location
- Agences de voyages
- Week-end
- Séjour ski
- Vacances sportives

Finances

- Bourse
- Crédit
- Mutuelle
- Assurance
- Epargne
- Défiscalisation
- Réserve argent
- Assurance vie

Santé

- Cheveux
- Cosmétiques
- Maigrir
- Santé
- Soins du visage
- Epilation
- Fitness
- Maquillage

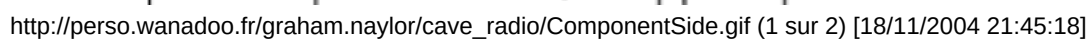
Shopping

- Ordinateur
- Photo numérique
- Livre
- Lecteur DVD
- Téléphone
- Course domicile
- Electromenager
- Vêtements

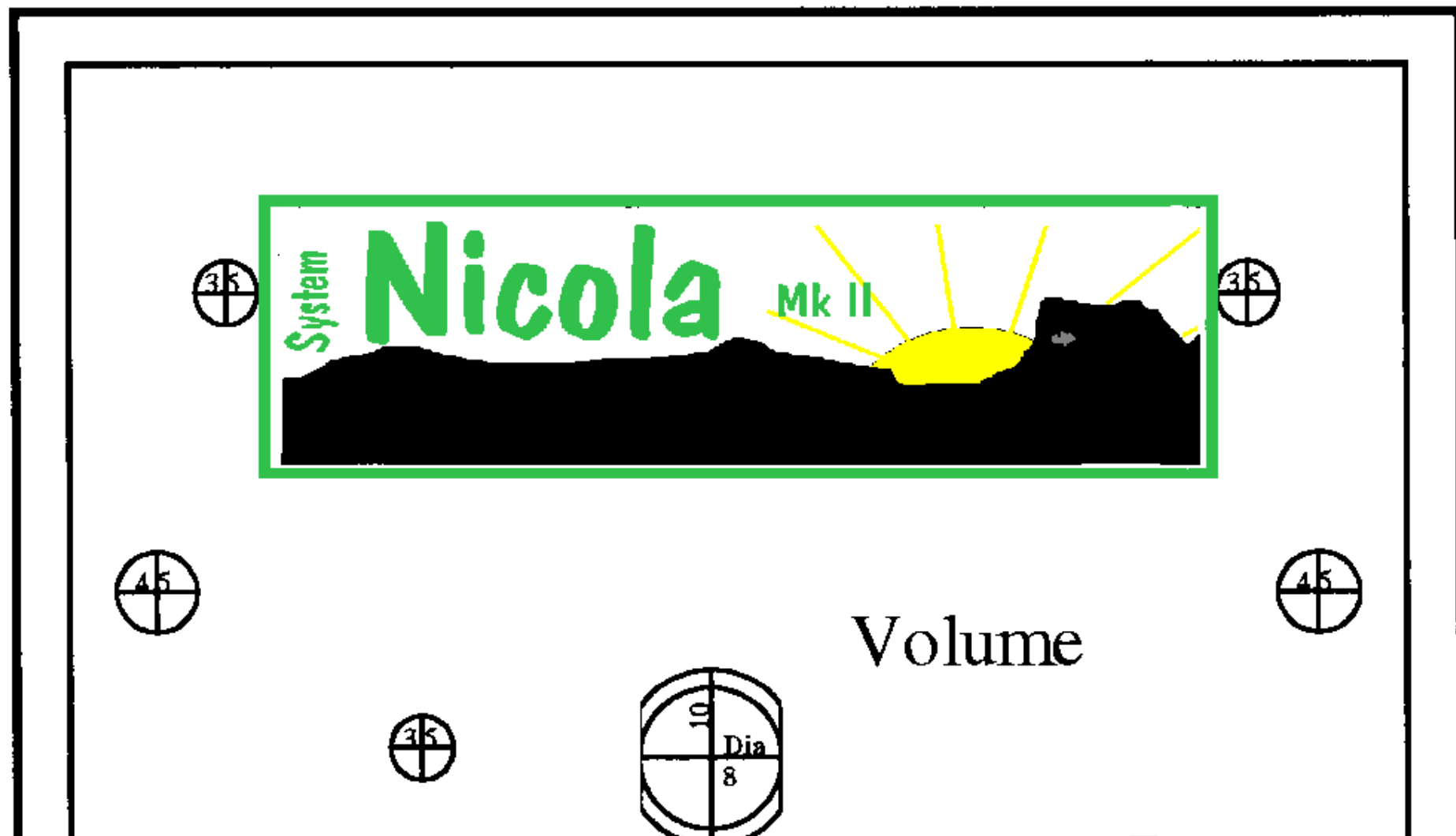
Pratique

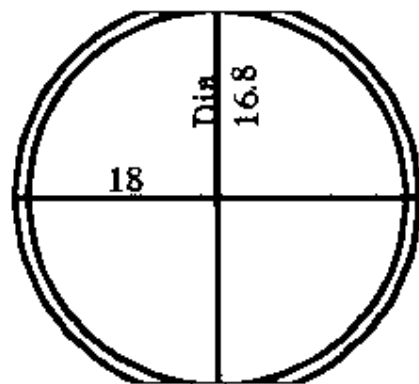
- Immobilier
- Rencontre
- Chat
- Voyance
- Sonnerie
- Formation
- Déménagement
- Plombier



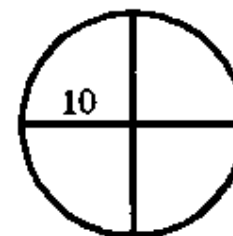
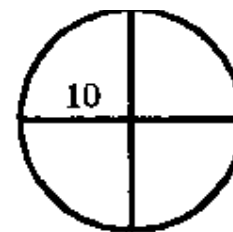








Antenna

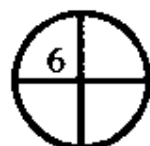


External

On/Off



Received Signal



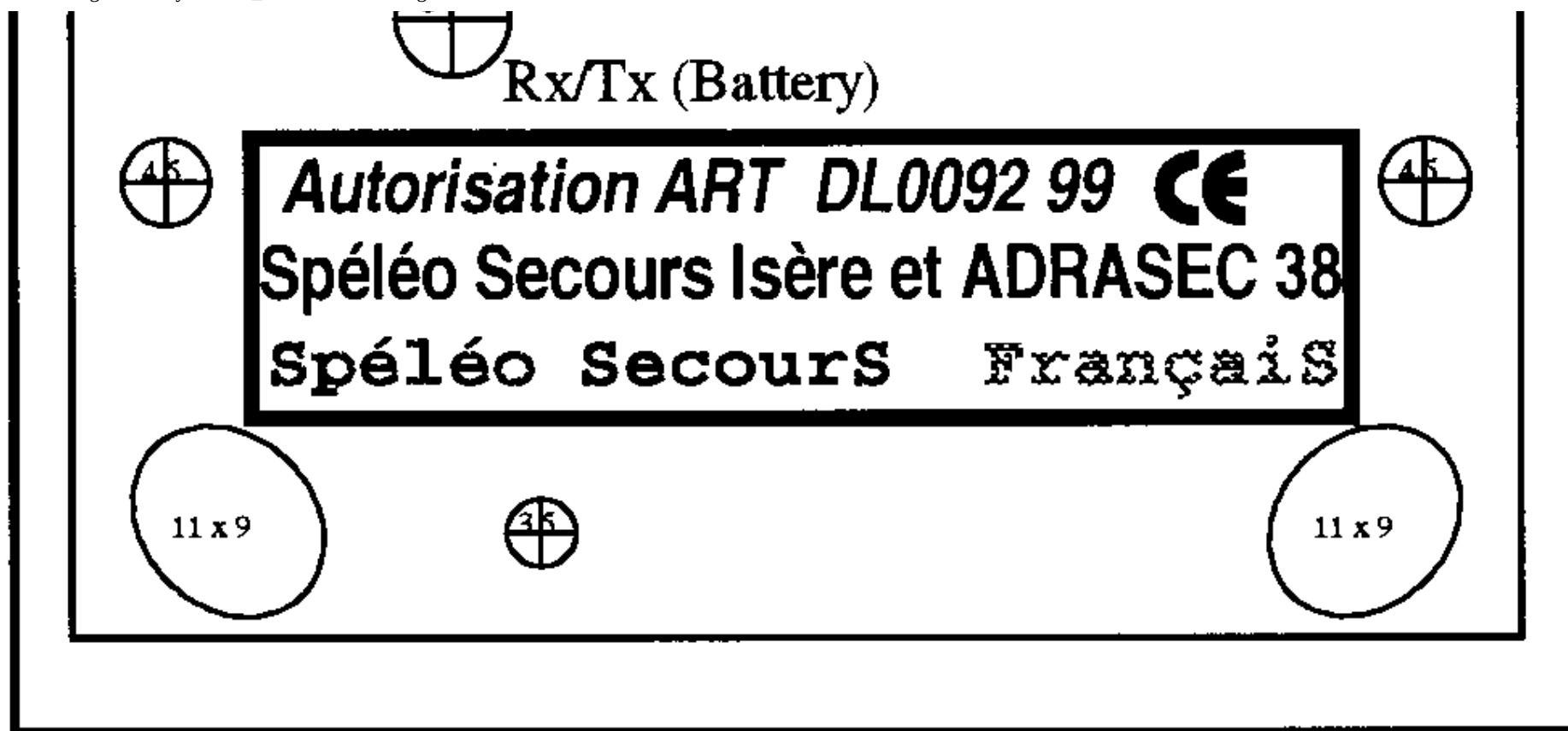
Output Power



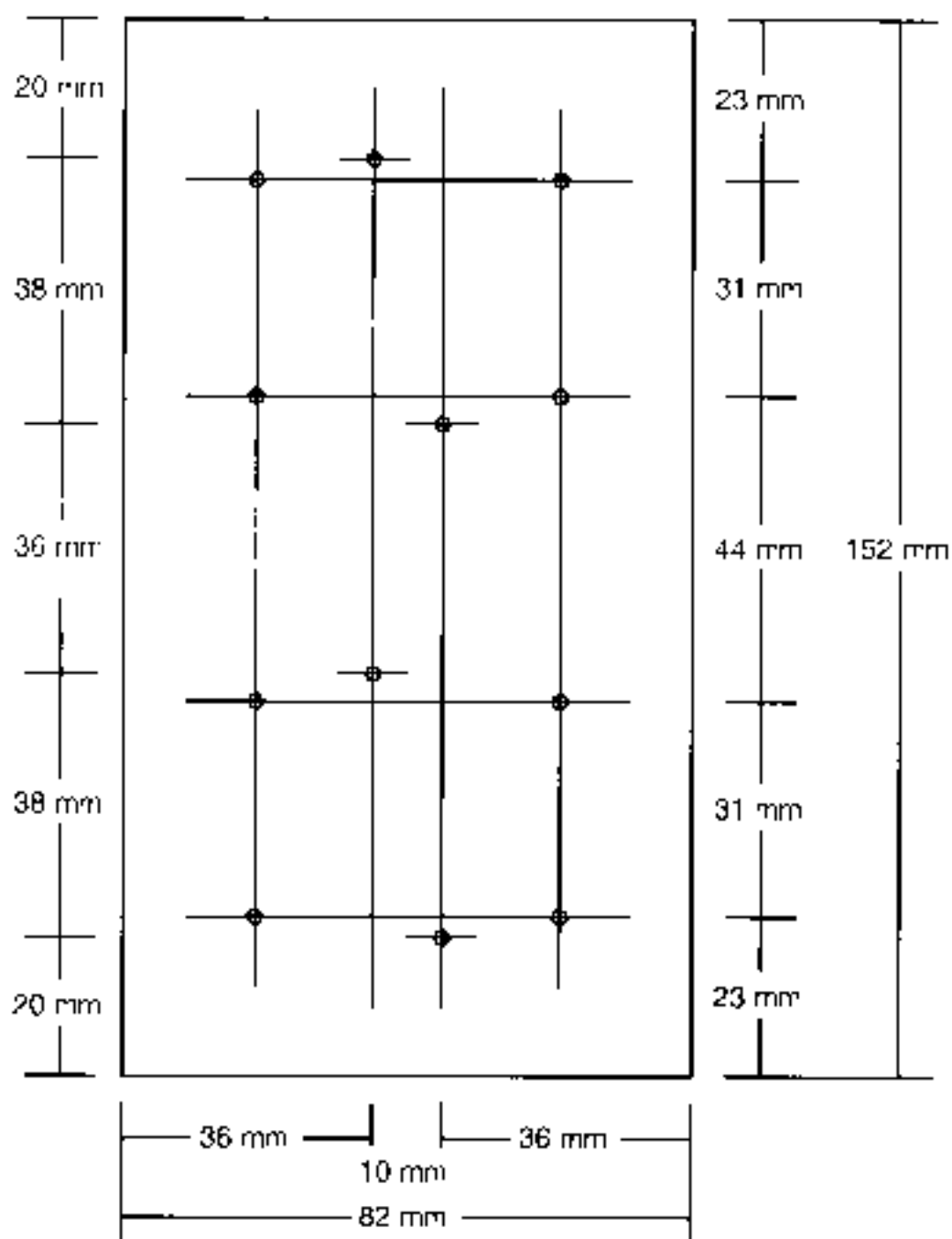
Coupling

1 2 3





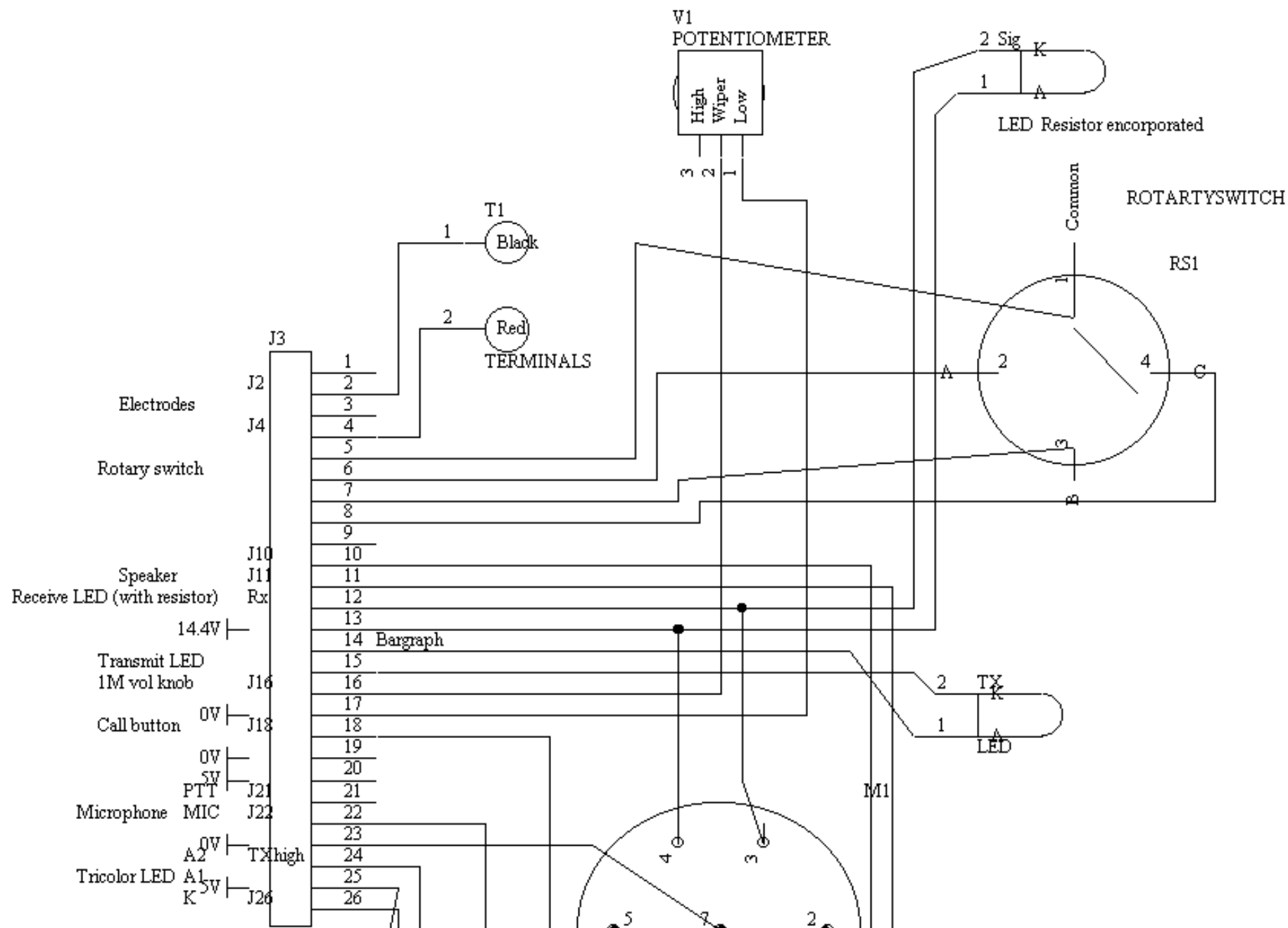
Print out at 24% to get the true scale size!
- box outline should be 15.22mm high.

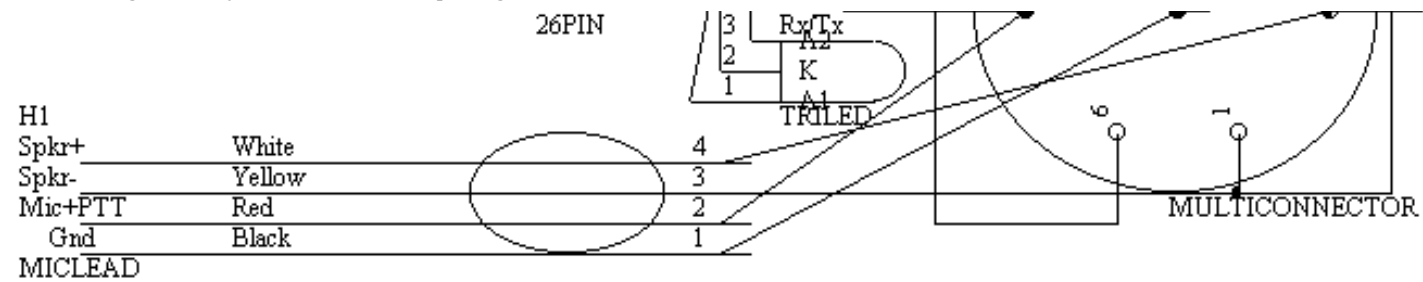


Parts list to complete System Nicola II in a compact box.

	Supplier	Code	Qty	Alternative
- Box	farnell	939-146	1	
- Standoff (8mm)	farnell	517-537	4	RS 163-4569
- Standoff(20mm)	farnell	517-598	2	RS 163-4626
- M3 bolt 6mm	RS	560-580	6	
- M3 6mm (Allen Key)	RS	209-9579	1	
- M3 bolt 30mm	RS	560-647	2	
- Washer M3	RS	121-3639	8	
- Star washer M3	RS	276-847	8	
- M4 bolt 10mm	RS	209-9636	4	
- terminal	Maplin	JY89W 2		
- terminal spacer	Farnell	662-136	1	RS 230-5751
- volume knob	RS	168-314	1	
- multiway switch	Farnell	986-318	1	
- knob	Maplin	JZ86T	1	
-LED cover	RS	171-1931	3	
- red LED	Farnell	621-134	1	
- Orange Led	Farnell	947-696	1	
- tricolour LED	Farnell	178-296	1	
- on-off switch	RS	174-2424	1	
- Multiway connector	Farnell	659-290	1	
- grommets	RS	102-3852	2	
- 26 way connector	RS	173-2893	1	
- 7 way connector	RS	173-2758	1	
- front panel PCB (available from naylor@esrf.fr)				
- Main PCB				
- Handle	Entrepot de Bricolage		2	
- grub screw	RS	529-927	2	
- Power lead	RS	378-094	0.25m	
- power connectors	RS	534-979	1	
- power connectors	RS	534-985	1	
- power connectors	RS	534-963	2	
- microphone	Maplin	NW77J	1	
- Al heatsink	(see diagram)			
- m3 nut.	RS	105-7186	2	

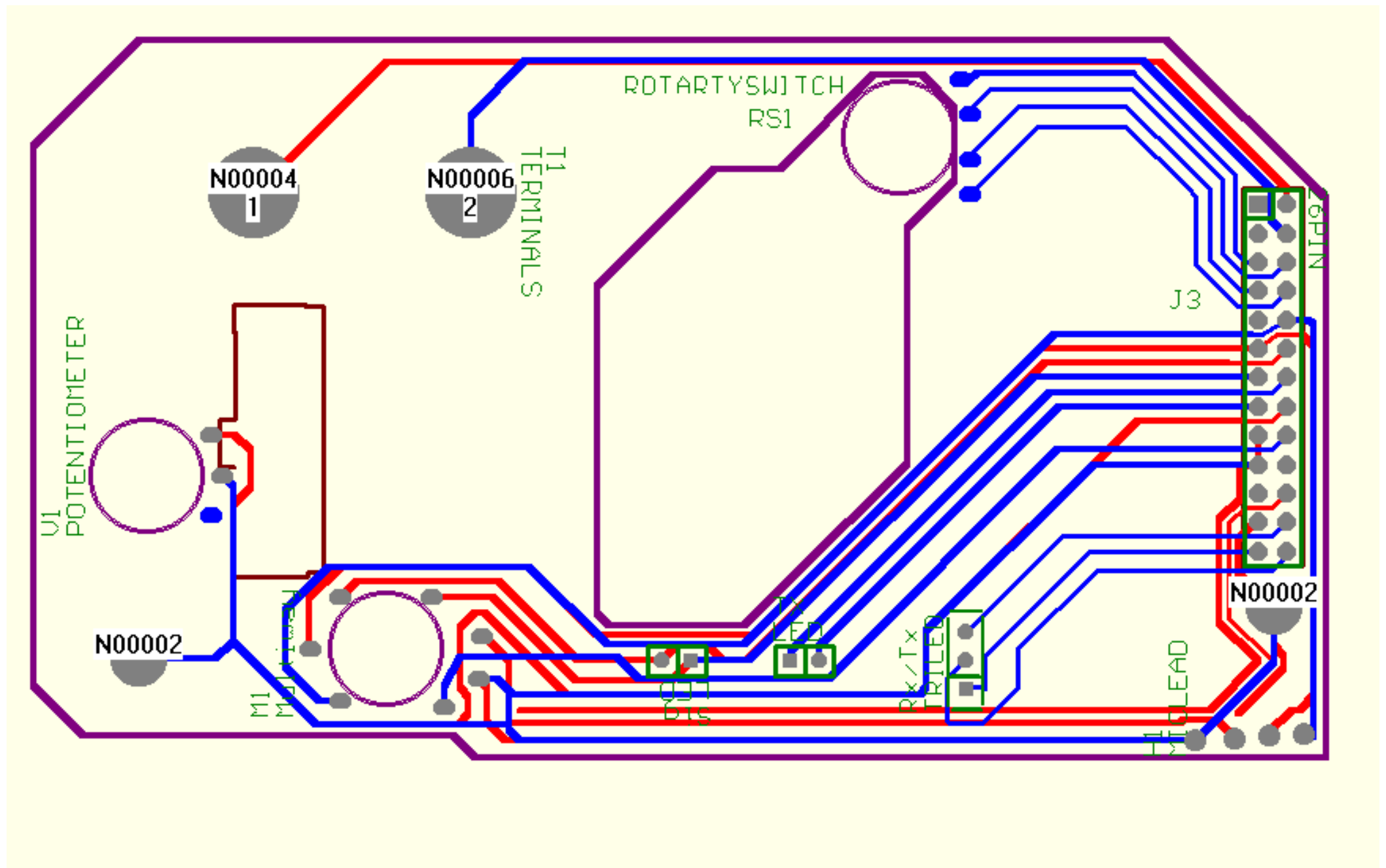
- battery box(double)	RS	114-2098	2
- battery box(single)	RS	114-1629	4
- solder tag.	RS	161-0276	1
- Battery Stickers	RS	180-9167	1
- Rivets (3.2mm)	RS	163-3831	12
- Wire	RS	356-527	0.5m
- Wire	RS	356-454	0.5m





Connector 7 Way

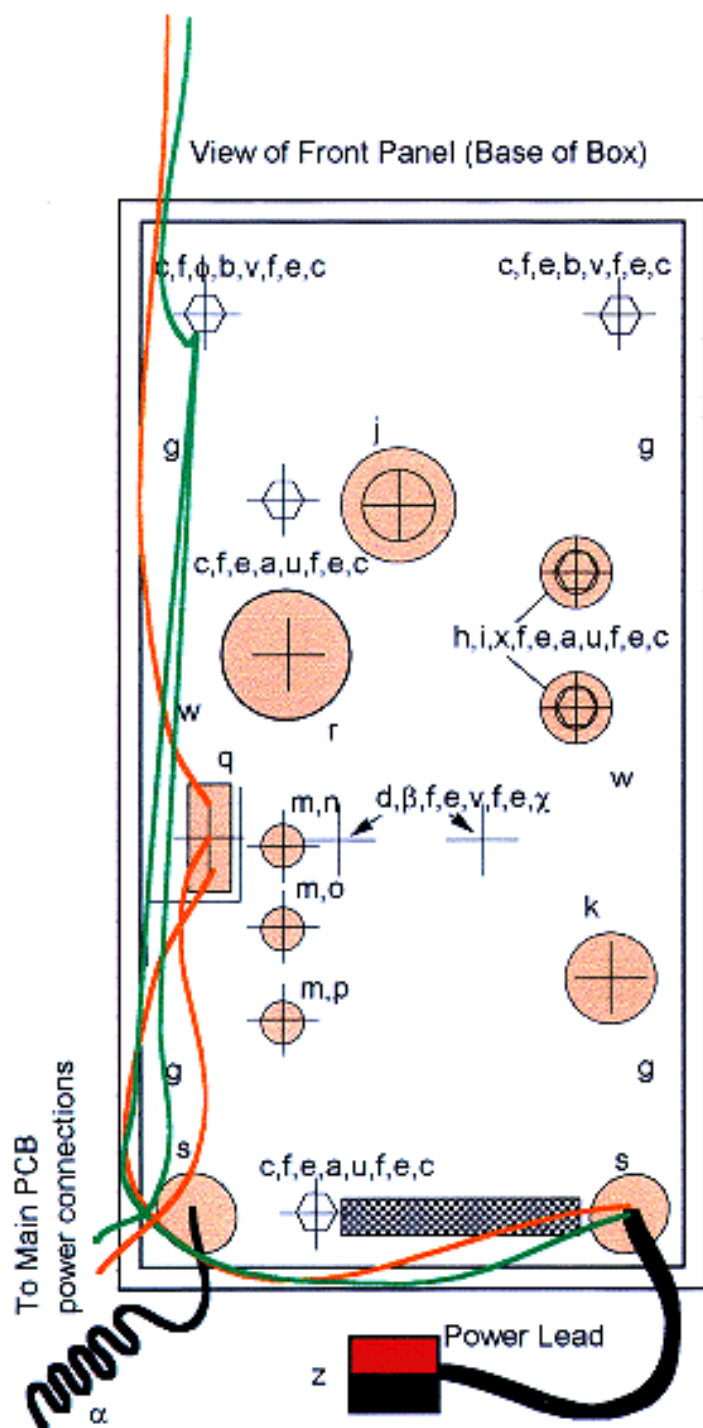
- 1 SPKR B
- 2 SPKR A
- 3 Carrier detect
- 4 14V
- 5 Mic
- 6 Call
- 7 Gnd



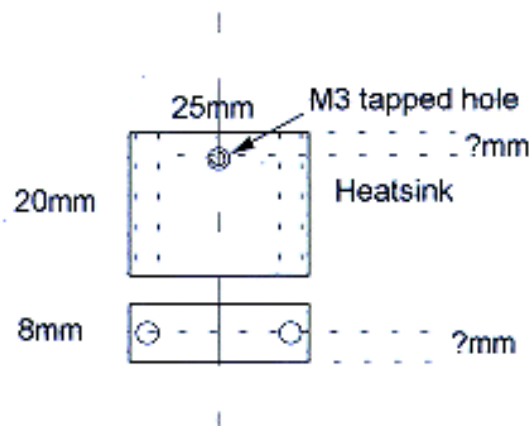
To Batteries on lid.

Lettering indicates from the box inwards

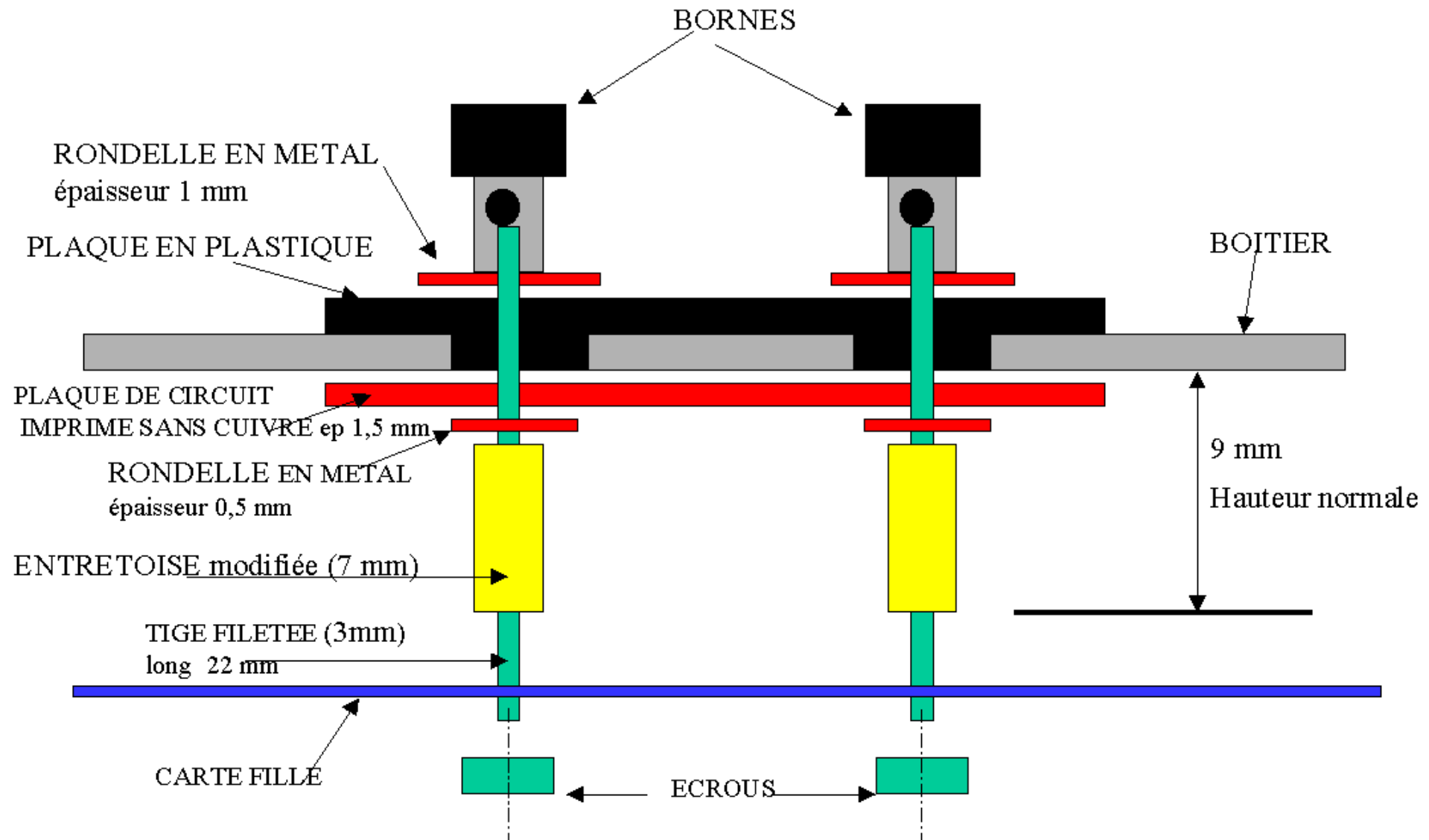
View of Front Panel (Base of Box)



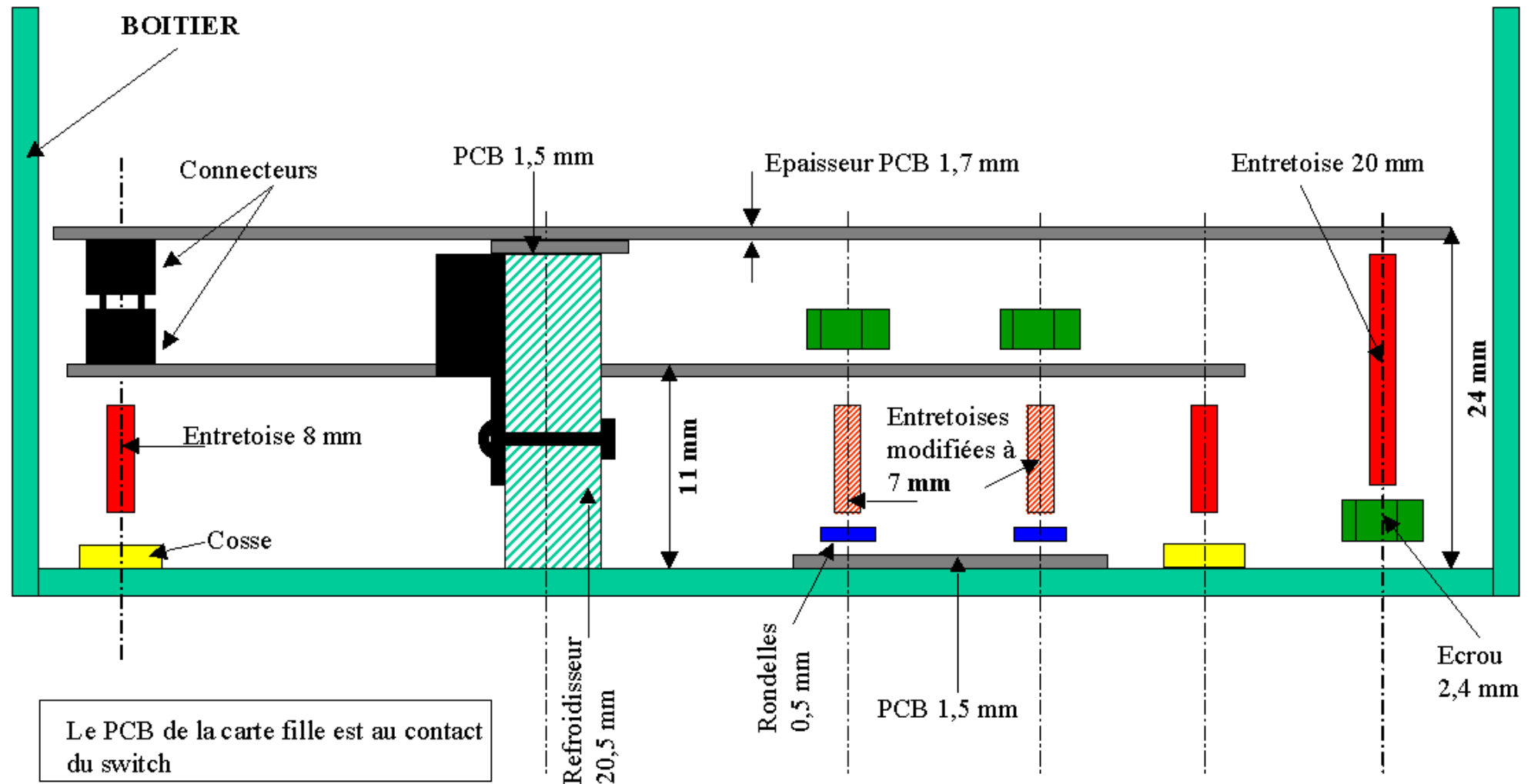
- a - Standoff (8mm) farnell 517-537 or RS 163-4569
- b - Standoff (20mm) farnell 517-598 or RS 163-4626
- c - M3 bolt 6mm RS 560-580
- d - M3 bolt 30mm RS 560-647
- e - Washer M3 RS 121-3639
- f - Star washer M3 RS 276-847
- g - M4 bolt 10mm RS 209-9636
- h - terminal Maplin
- i - terminal spacer
- j - volume knob
- k - multiway switch
- l - knob
- m - LED cover
- n - red LED
- o - Orange Led
- p - tricolour LED
- q - on-off switch
- r - Multiway connector
- s - feedthrough grommets
- t - 26 way connector
- u - front panel PCB
- v - Main PCB
- w - Handle
- x - grub screw RS
- y - Power lead
- z - power connectors
- α - microphone lead
- β - heatsink
- γ - m3 nut.
- δ - battery box (double)
- ϵ - battery box (single)
- ϕ - solder tag.



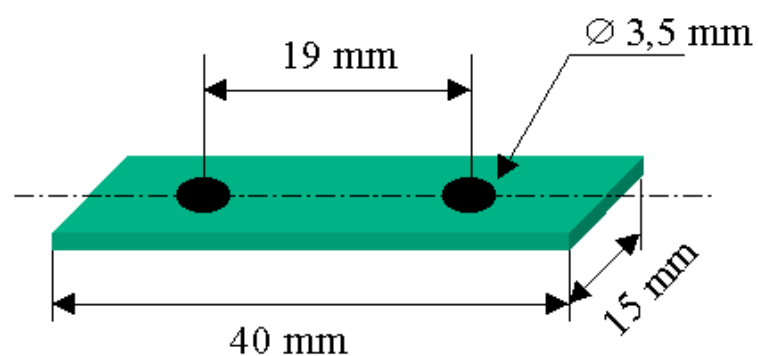
FIXATION DES BORNES DE SORTIES HF



DISPOSITION DES PCB

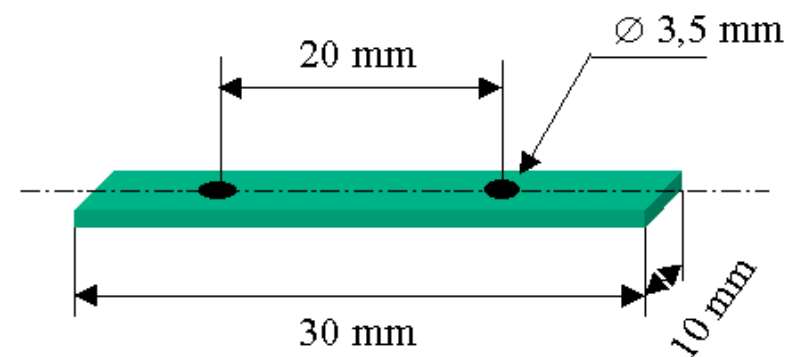


PIECES EN EPOXY



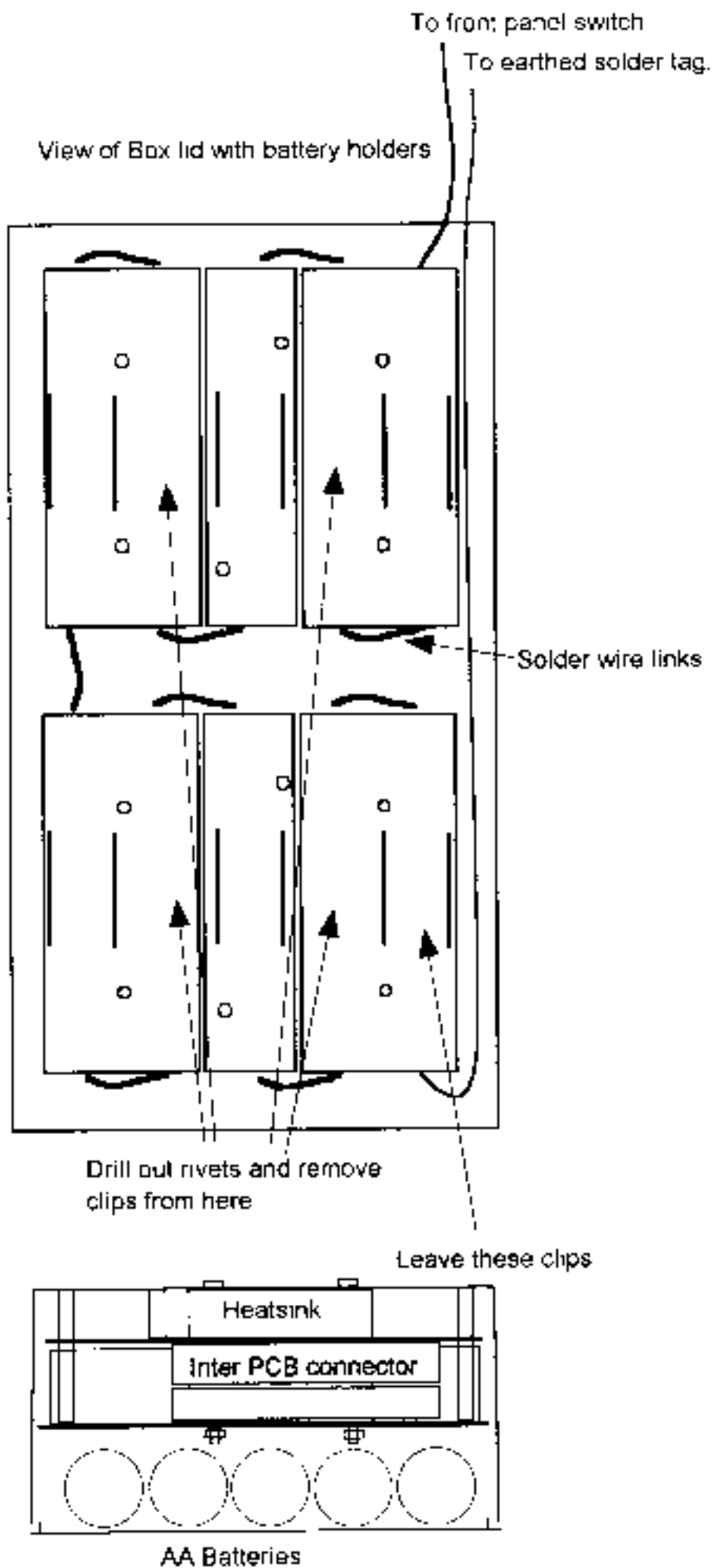
Contre plaque pour les bornes de sortie HF

EPAISSEUR 1,5 mm



Plaque épaisseur pour le refroidisseur

Materiau : Circuit imprimé époxy auquel on a enlevé sa partie cuivrée.



Adjustment of the circuit board.

The board should be made up into its box with all the front panel components. It is recommended that the first test be performed with a power supply set to 12 - 15V with the current limited to 1A. Turn the volume button to minimum.

Power up the set. After a short transient when the current may rise to about 0.5A, the consumed current should fall again to about 60mA. Turn up the volume button - hissing should be heard from the loadspeaker.

Measure with an oscilloscope the trace on pins 1 and pin 7 of U1 - OPA2604 (with respect to 0V). There should be an audio noise waveform (look with a time base of about 1ms/div) with an amplitude of about 40mV pk-pk.

The adjustment of the various inductors is very straightforward and should take only about 5 minutes. First connect an oscilloscope to the point A marked in the diagram below and adjust the Toko coil screw until the signal is maximised (should be a sinusoidal signal around 500kHz with about 1-2 volts of signal level pk-pk).

Connect the probe to point B and adjust the adjacent Toko coil in the same manner.

Connect two wires each about 5m long to the two aerial terminals and connect each end to an earth connection.

Adjust the surface mount potentiometer at C until the red LED does not light with incoming noise transients (this can be re-adjusted in the future in case it is still too sensitive). The red LED will be the indication of an incoming 87kHz signal.

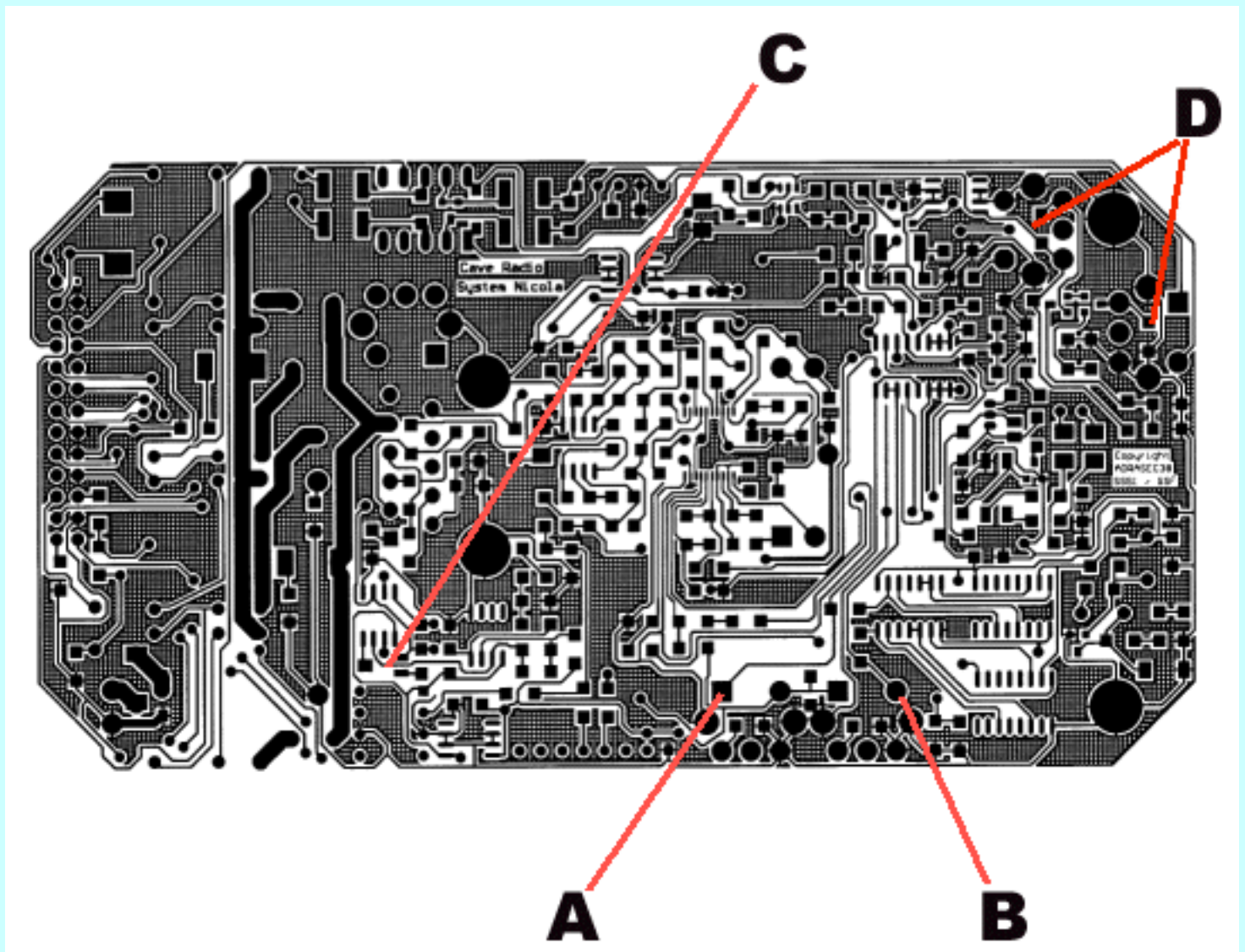
With the wires still connected, connect a short (about 10cm aerial) to a signal generator about 1m away from the radio aerial wires. Adjust the generator to give 88kHz sinewave with a level of about 1V. Adjust the radio volume so that the background noise is quite audible and then adjust the generator signal amplitude until the 1kHz tone heard on the radio is just discernible above the background noise.

Now adjust the two Toko coils marked D in the diagram below so that the tone heard is maximised. Repeat the adjustment until no improvement is made.

Place a 2W 600ohm resistor in the aerial terminals. Turn the transformer adaptation switch to the middle position. Activate the microphone switch and

blow into the micro for about 10-20seconds. The orange LED should flash when blowing harder.

Measure the voltage across the resistor with an oscilloscope probe (the output is floating so polarity is not important - either side can be grounded). The waveform should be a modulated sinewave with an amplitude of about 150V pk-pk (when blowing into the microphone). Turn the selector switch to position 1 and measure again. There should be about 70V pk-pk. Replace the resistor with a 2k ohm resistor and test on position 3. The output should increase to about 300V pk-pk. When the microphone is activated (press the PTT button), the oscilloscope trace should pulse 2 or 3 times (beeps at the start of the transmission) and again 3 or 4 times when the PTT is released and then drop in amplitude back to zero.



View of the surface mount side of the circuit board (the Toko coil adjustments are on the other side!)

Modifications

- In the schematic:
- R19 should be 33k
- R84 should be 1k
- R70 should be 100k
- C69 should not exist!

Vous trouverez ici des information concernant le systeme Nicola ([This page is also available in English](#))

[Deutsch](#)

[Polish](#)

[Development du systeme](#)

[Presentation du nouveau System Nicola Mk II](#)

[Links](#)

You will find information here about the
System Nicola cave radio.

(cette page est aussi disponible en Francais)

Deutsch

Polish

[Some background on development work](#)

[Information on the new System Nicola Mk II](#)

[Links](#)

Pages deutsch der System Nicola cave radio.

(cette page est aussi disponible en Francais)

(or in English)

Polish

Einführung in das System NICOLA

System Nicola Mk II

Links

Einführung in das System NICOLA

von Graham NAYLOR

Das Nicola System bildet in seiner endgültigen Form ein Frühwarnsystem und ein Kommunikationsmittel für Rettungen in der Goufre Berger. Graham Naylor beschreibt die bis heute erreichten Fortschritte in der Entwicklung.

Dieser Artikel erschien in [CREG](#) J 33

Einleitung

Die Entwicklung des Systems Nicola in der französischen Region Isère (welche die Höhlengebiete von Vercors und Chartreuse umfasst) wurde unternommen, um eine Kommunikation in und aus einer Höhle zu ermöglichen. Die Entwicklung wurde ermöglicht durch die Hilfe von ADRASEC38 (eine Vereinigung von Amateurfunkern, welche in Notfallsituationen die zivilen Behörden unterstützen-äquivalent zum britischen RAYNET) und einigen britischen Höhlenforschern (Paul Mackrill, Paul Rice und ich). Die Motivation zur Entwicklung eines solchen Systems kommt aus den Anforderungen des Höhlenrettungsteams des Departements Isère, des SSSI. Eine tragische Überflutung der Höhle Goufre Berger 1996 führte zum Verlust von Leben, von Torda Istvan und Nicola Dollimore. Nick Perrin (Nicola's Ehemann) gründete einen Fonds, um die Finanzierung der Entwicklung eines Funksystems für den Einsatz in Höhlen und als Frühwarnsystem in der Goufre Berger zu ermöglichen.

Die Wichtigkeit einer umgehenden Verbindung zu einem Opfer in einem frühen Stadium einer Rettung wurde schon lange durch die französischen Rettungsteams erkannt, insbesondere im Departement Isère, wo die Rückkehr aus tieferen Höhlensystemen an die Oberfläche bis 10 Stunden dauern kann. Den sehr fruchtbaren Hinweisen und Ideen von anderen auf dem gleichen Gebiet tätigen Leuten aus der Schweiz, Grossbritannien, den USA und Kanada, produzierten wir vier Höhlenfunkgeräte auf der Basis der John Hey SSB LF Tranceiver Boards (Hey, 1995). Die ersten beiden waren Prototypen, an welchen wir das Funktionsprinzip demonstrierten. Weitere zwei wurden nach den weit höheren Standards von F6EGY produziert und sind momentan im Besitz des Hauptquartiers der CRS Alpes für den Einsatz in Notfallsituationen (siehe [Bild](#) der älteren Geräte). Ein einfacher Verstärker mit zwei TDA2006 treibt einen Transformer ähnlich demjenigen, den Rob Gill kürzlich beschrieben hat (Gill, 1998). Die Effizienz der Erdstrom-Methode wurde demonstriert bei 87kHz vertikal durch über 500m Fels in der Gouffre Berger und horizontal durch über 900m Fels

in der Dent de Crolles. Jean-Jacques Fauchez beschrieb dies in einer früheren Ausgabe des CREG Journals (Fauchez, 1998a). Die Anforderungen an das System Nicola durch die SSSI auf 500m Fels definiert. Kürzlich wurde nun eine neue Generation Funkgeräte entwickelt, das System [Nicola mk II](#).

Techniken

Die Kommunikation über solche Felsdistanzen ist geprägt von Unsicherheiten und verschiedenen Einflussfaktoren, welche die Qualität und Chance einer guten Verbindung beeinflussen.

[Erzielen von guten Erdverbindungen](#)

[Leistungsübertragung und Funktion der](#) Sendeendstufe

[Natur des Gesteins und der Schichten zwischen Sende- und Empfangsstation](#)

[Hintergrundrauschen](#)

[Tests in der Gouffre Berger](#)

[Betriebliche Angelegenheiten](#)

[Zukünftige Entwicklungen](#)

[Referenzen](#)

Kenntnisse über dieser Elemente sind notwendig um eine zuverlässige Verbindung zustande zu bringen und waren Gegenstand der Entwicklung des Systems Nicola. Ich möchte einige Techniken beschreiben, welche wir verwenden.

Erd- und Elektrodenkontaktierung

Das Erzielen einer guten Erdverbindung ist essentiell um das am Empfangsort aufgepickte Signal zu maximieren. Ohne ins Detail des Leistungs-Übertragungsmechanismus zu gehen können wir mit hoher Sicherheit behaupten, dass je mehr Strom wir in den Boden indizieren können je besser das empfangene Signal wird. In der Folge erhöht ein reduzierter Einspeisewiderstand die Kopplung eines Signals. Es existieren verschiedene Publikationen über den Widerstand zwischen Elektroden in einem angenommen homogenen Medium. Leider ist unser Medium normalerweise alles andere als homogen. In der Praxis können gute Elektrodenverbindungen (Widerstand zwischen den Elektroden

kleiner als 500Ohm) erreicht werden, wenn massive Pflöcke in feuchten Schlamm oder Erde geschlagen werden oder unterirdisch ein Drahtgeflecht in feuchte Erde oder in einen mit Wasser gefüllten Kolk gelegt wird. Wird die Elektrode in einen Spalt oder an einem Felsanker kontaktiert, können generell eher schlechte Werte (hochohmige Kontakte) erwartet werden.

Die Forderung nach guten Kontaktierungen auch in trockenen Passagen führt zu grundlegenden Betrachtungen, wie man eine optimale Kontaktierung realisieren könnte. Durch kapazitive Kopplung zwischen den Antennendrähten und der Erde anstelle der punktuellen Verbindungen der Elektroden (die Verdichtung der Strömungslinien in der Umgebung der Elektrode führt zu einer drastischen Erhöhung des Übergangswiderstandes) können wir sehr niedrige resistive Impedanzen erreichen. Die reaktive Komponente kann bei der Sendefrequenz durch eine Serieinduktivität kompensiert werden.

Diese Technik führte zu einer besseren und klareren Kommunikation durch 500m Gestein mit kapazitiven Kontakt auf trockenen Fels. Erreicht wurde dies durch Verwendung einer abgleichen Spule in der Hälfte eines Antennendrahts, wobei eine Induktivität in beiden Antennendrähten grundsätzlich bessere Resultate ergeben sollte. Die Spule sollte sehr sorgfältig aufgebaut sein, da doch ein hoher Induktivitätswert erforderlich ist (einige mH) und gleichzeitig eine niedrige parasitäre Parallelkapazität aufweisen sollte, um bei den eingesetzten Frequenzen noch induktiv zu sein (hohe Eigenresonanz).

Wir konstruierten eine solche Spule durch Schalten einer Reihe von Hochfrequenz-Induktivitäten. Diese Technik wurde jedoch weiterverwendet, da die vom Gerät abgesetzte Spule und deren Abgleich ein mühsamer und inakzeptabler Zustand bedeutet. Überdies treten bei Resonanz, besonders wenn wir versuchen die Ausgangsleistung weiter zu erhöhen, sehr hohe Spannungen auf (in der Gegend von 10kV!), was potentiell tödlich ist. Bedenkt man weiter, wie in einem Brief in einem kürzlich erschienenen Artikel über Sicherheitsangelegenheiten im CREG Journal erwähnt, dass die höchste sichere einer durch ein elektrisches Haushaltsgerät erzeugten Spannung in einer feuchten Umgebung wie einem Badezimmer oder einer Flusshöhle gerade mal 12V beträgt. Davon ausgehend, dass mehrere hundert Volt an unseren Antennendrähten anliegen, wir nasse Hände haben (vorallem in der Höhle) und wir bis zu unseren Knien im Wasser stehen (grosse Wahrscheinlichkeit in einer Höhle) haben wir ein gutes Rezept beieinander, um mehr als 25mA durch unseren Körper fließen zu lassen (und grosse Chance zu sterben). Wenn wir trockene Handschuhe tragen, mit einem zerrissenen Combinaison auf dem Boden knien (und dies glücklicherweise auf trockenem Boden), werden wir wahrscheinlich nicht viel spüren. Unsere Kommunikationsausrüstung muss auf jeden Fall sicher sein und entwickelt um Leben zu retten und nicht um Leute umzubringen. Deshalb können wir keine Hochspannung akzeptieren.

Die Alternative sind niedrige Spannungen und den direkten Kontaktierungswiderstand möglichst tief zu bringen. Dies kann dadurch erreicht werden, indem man etwa 10-20m Drahtgeflecht eines elektrischen Weidezauns an die Enden der Antennendrähte anbringt. Dies ergibt eine besser verteilte Kontaktfläche und hilft den Flaschenhals der Strömungslinien zu überwinden (dies entspricht der Anordnung mit vielen kleinen Elektroden anstelle einer einzigen grossen). Es ist wichtig, das flache Geflecht zu verwenden, da dieses besser als das Schnur-ähnliche auf dem Boden aufliegt. Der Kontakt kann verbessert werden, wenn man einige Steine verteilt auf das Geflecht legt oder, falls vorhanden, das ganze in feuchten Lehm oder Erde tritt. Selbstverständlich ist die hervorragendste Lösung immer noch, wenn man das Band oder Geflecht in seiner vollen Länge in einen wasserkefüllten Kolk oder mehrere Wassertümpel versenken kann.

Leistungübertragung

Um eine bessere Verbindung zu erhalten können wir im Prinzip mehr Leistung in der Endstufe erzeugen und einen High Power Verstärker verwenden. Da sind jedoch einige Vorbehalte anzubringen.

Wir haben nur eine limitierte Leistung von unseren portablen Batterien zur Verfügung und wir möchten eine bestmögliche Effizienz des Leistungsverstärkers erhalten (zum Glück verfügen wir noch über zusätzliche 13Ah Lithium Zellen, welche eine verbesserte Autonomie ermöglichen). Verstärker der Klasse A erzeugen wenig Verzerrung sind jedoch sehr durstig, wenn es um Strom geht. Die TDA Verstärkertypen sind Klasse AB, praktisch in der Verwendung aber deren Verlustleistung ist ebenfalls etwas hoch, da diese nicht den vollen Aussteuerungsbereich der Speisespannung ermöglichen.

Wir haben mit Switch Mode Verstärkern (getaktete Verstärker) experimentiert und konnten zeigen, dass es möglich ist ein SSB Signal mit PWM (Pulswidth /Pulsbreitenmodulation) zu erzeugen. Der Start eines Pulses codiert die Phase während die Pulsdauer der Amplitude entspricht. Das PWM Signal wird von MOSFET Schaltern in Brückenordnung erzeugt, über ein Serie LC Filter geführt und so noch vor dem Ausgangstransformator in ein SSB Signal konvertiert. Leider war die von mir gebaute Schaltung nicht sehr linear bezüglich Amplitude und Pulsbreite (ich verwendete den SGS Chip 3525) was zu einer beeinträchtigten Modulation führte. Ebenfalls sollten bei hohen Ausgangspegeln die Induktivitäten im Filter so ausgelegt werden, dass nicht durch Sättigungseffekte weitere Verzerrungen entstehen. Die Lehre aus diesem Experiment war, dass wir 3dB gewinnen und 10dB mehr Leistung erzeugen könnten, aber bei ungenügender Vorsicht verliert man problemlos 10dB in der Verständlichkeit und benötigt bis zu 7dB (Faktor 5) mehr Sendeleistung ohne einen Gewinn zu erhalten. Das zeigt, dass wir noch weitere Arbeit vor uns haben!

Weiter bekamen wir Probleme mit Rückkopplung im Sender, als wir die Ausgangsleistung erhöhten. Basierend auf unserer Erfahrung kann ich folgende Hinweise betreffend Rückkopplungsquellen geben. Mit grossen Antennen kann das hohe Sendesignal wieder vom Mikrophon aufgenommen werden und durch den NF-Verstärker rückgekoppelt werden (Erinnerung: Die Sendefrequenz ist nicht viel höher als der Audibereich!). Weiter kann die Belastung der Endstufenspeisung, welche ebenfalls niederfrequent ist, zu niederfrequenter Amplitudenmodulation auf den Speisungsleitungen führen, welche dann wiederum über die Mikrophonschaltung in die erste Mischstufe gelangt (folglich ist eine gute Filterung zwischen NF-Stufen wie auch HF("Hochfrequenz")-Stufen notwendig. Die Verwendung von separaten Spannungsreglern für die Mikrophonschaltung und die Mischstufe ist empfehlenswert. Die Verwendung der beim John Hey Design eingesetzten Referenzspannung auf halber Speisespannung, erzeugt durch einen Spannungsteiler und nachgeschaltetem Spannungsfolger, ermöglicht ein sehr Effiziente Rückkopplung zur Mikrophonschaltung. Dies falls der Spannungsteiler nicht mit einen Kondensator als Abblockung versehen ist. Obwohl im Design dieser im Schema vorhanden ist, auf der Platine ist er dies nicht..! Kurzgefasst, verwende solide Analogtechnik-Praktiken und sehe Dich um nach Kopplungsmöglichkeiten. Achte auf eine saubere Verdrahtung, wobei ich zugeben muss, dass meine Verdrahtungen oft auch ein schlimmes Durcheinander sind!

Natur des Untergrunds und des Gesteins

Die Natur des Gesteins kann sehr unterschiedlich sein. So können 1000m Gestein an einem Ort weniger absorbierend sein als 300m an einer anderen Stelle. Schieferlagen und schlechter Kalkstein dämpfen die Signale, während massive Kalksteinschichten das Signal besser passieren lassen. Dieser Effekt konnte klar während unseren Versuchen in der Berger-Höhle gezeigt werden. Wir waren glücklich, als wir eine Verbindung zum Biwak in der "Halle der Dreizehn" erstellen konnten. Letztes Jahr versuchten wir dies von einer genau vertikal darüberliegenden Station. Aufgrund von Schieferlagen innerhalb des Senonian-Kalks, in welchen sich Wasser ansammelt, war nicht der geringste Kontakt möglich. (siehe Figur [berger3.gif](#)). Am 13. August 1998 (siehe Fauchez, 1998b) erreichten wir mit dem Nicola System sehr gute Resultate auf 87kHz und 137kHz in beiden Richtungen zu Punkt 4 (siehe Landkarte und Querschnittszeichnung) durch rund 600m Gestein.

Kontakt konnte zudem von einer anderen unterirdischen Station zu der "Halle der Dreizehn" (mit dem System Nicola) hergestellt werden, allerdings nicht von der Höhle an die Oberfläche. Grund war die Distanz von rund 1km und entfernte Stürme störten den Empfang auf der Oberfläche. Die Schlussfolgerung daraus ist, dass eine direkte vertikale Anordnung oder die kürzeste Distanz zwischen zwei Stationen nicht immer die beste Verbindung ergibt. Für den Betrieb verwenden wir Empfänger mit Loopantennen (z.B. Lowe Empfänger mit Loop oder ein Molefone System), um die Stelle an der Oberfläche mit dem besten Empfang zu suchen. Die beste Position kann mit dem Wissen über das geologische Relief erwartet werden, wobei eine Abweichung aufgrund der lokalen Bedingungen immer möglich ist (Felsspalten, Bach, Mulde etc.).

Hintergrundrauschen

Das Hintergrundrauschen kann sehr stark sein, insbesondere mit Erd-Elektroden. Das Hintergrundrauschen stammt von atmosphärischen Störungen (besonders ausgeprägt während des Tages, im Sommer und während Gewittern). Die LORAN Navigationssender bei 100kHz erzeugt periodischen Ansteigen des Rauschens, wies dies auch Motoren in der Nähe erzeugen. Die elektrischen Weidezäune der Landwirtschaft geben ebenfalls ein breitbandige niederfrequente Störspitzen.

Die Frage nach der Modulationsfrequenz ist eine wichtige Angelegenheit. Obwohl 137kHz ein wenig ruhiger in Bezug auf die atmosphärischen Störungen ist, gibt 87kHz bessere Verbindungen durch stark absorbierendes Gestein. Das Rauschproblem betrifft in erster Linie die Station an der Oberfläche und ist unterirdisch bereits sehr deutlich durch die Felsdämpfung abgeschwächt. Dies führt dann zu der häufigen Situation, dass das unterirdische Team die Oberfläche gut verstehen kann, aber die Oberflächenstation die unterirdische Mannschaft nicht hören kann.

Um dies zu überwinden, beabsichtigen wir ein digitales System zu entwickeln (BPSK senden, ausnützen der Eigenschaften eines Empfängers mit komplexer Demodulation um die Phase zu detektieren. Dies sollte die Kommunikation rückwärts auch in Situationen ermöglichen, wo die

Oberfläche durch nahende Gewitter gestört wird, obwohl dann in extremen Situationen die Oberflächenstation die Antenne abhängen und Schutz suchen sollte.

Tests in der Gouffre Berger

Am 23. August 1998 stiegen wir mit der Devon Speleological Society in die Gouffre Berger ab um zu versuchen Kontakt von der unteren Hälfte der Höhle an die Oberfläche herzustellen. Dies ist von grosser Bedeutung während Rettungen aus diesem Teil der Höhle und ist ebenfalls von grossem Interesse der Gruppen, welche in diesem Teil der Höhle forschen. Eine Funkverbindung vom unteren Teil der Höhle ermöglicht eine Berichterstattung über die aktuelle Wettersituation, bevor ein unterirdisches Team sich selbst in eine ungemütliche Situationen im eher wasserführenden Teil der Höhle bringt. Ein solches System, wäre es 1996 zu Verfügung gestanden, hätte Leben gerettet. Die Breitstellung einer solchen Einrichtung ist ein Hauptziel der Nicola-Stiftung.

Eine bemerkenswert klare (in beiden Richtungen) Sprachverbindung wurde vom "Grand Canyon" zu einem Weg oberhalb des Dorfes Fournel hergestellt. Die Aufregung war sehr gross, das erste mal konnte eine Verbindung hergestellt werden, und dies erst noch in Telefonqualität. Die verschiedenen gelungenen Verbindungen sind in den Diagrammen aufgezeigt. Während dem Aufbau der ersten Verbindung zum "Grand Canyon" wurde zuerst eine Zweiwegverbindung mit einem Molefone erstellt. Mit beinahe 500m ist dies vielleicht sogar ein Rekord für ein Molefone! Das Molefone an der Oberfläche empfing ein klares starkes Signal vom Erdstromsystem Nicola im "Grand Canyon" aufgrund seines effizienten Leistungsübertragungs-Mechanismus. Der unterirdische Erdstrom-Empfänger konnte knapp das Molefone Signal detektieren, dies aufgrund der relativ rauscharmen Umgebung unterirdisch und der Effizienz der Signalaufnahme mit der Erdkontaktierung (siehe [berger1.gif](#))

Als das Molefone durch das System Nicola ausgetauscht wurde, hüpfte der Lautsprecher beinahe aus der Gerät in der Höhle, so stark war das Signal. Der Erfolg dieser Verbindung muss grösstenteils auf den niederohmigen Kontakt zwischen den Erdelektoden zurückzuführen sein, welcher durch den Einsatz von Elektrozauneflecht in der Höhle erreicht wurde. Die Plazierung dieser Elektroden, obwohl eigentlich einfach, ist dennoch kritisch und benötigt etwas Übung um Widerstände zwischen den Anschlüssen von weniger als 300Ohm zu erreichen. Bei diesen Werten des Erdwiderstandes kann die kapazitive Komponente vernachlässigt werden. Leider war es nicht möglich, am Tag der Tests bis zuunterst in die Höhle zu gelangen, aber aufgrund der Tatsache, dass die Überdeckung im unteren Teil der Höhle nicht viel mehr als in der vertikalen Sektion beträgt, sind wir ziemlich sicher, dass das System bis -1000m funktionieren wird.

Das System wurde in der Form eines Prototypengeräts) installiert in der Höhle belassen (welches zwar etwas schlechtere, aber ausreichende Eigenschaften aufweist, siehe [berger4.gif](#).) Die DSS war in der Lage das System während der Dauer der Erforschung der Höhle zu verwenden. Ein Mitglied konnte sogar, Dank eines Mobiltelefons an der Oberfläche, mit seiner Frau in UK sprechen. Diese Kommunikationsverbindung vom unteren Teil der Gouffre Berger nach Grossbritannien war sicherlich eine Premiere! Obwohl wir momentan nicht genügend funktionstüchtige Geräte des Typs Nicola besitzen um solche Möglichkeiten generell bereitzustellen, ist zu hoffen, dass mit der Produktion der nächsten Generation dies in der nahen Zukunft ermöglicht werden könnte.

Betriebliche Angelegenheiten

Die momentan verwendeten Geräte arbeiten auf 87.15kHz (USB, oberes Seitenband) und sind kompatibel zu den Molefone, welche im Besitz der Rettungsorganisationen in Frankreich sind, trotz einem minimalen Frequenzabweichung. Die Verschiebung gibt eine Abweichung in im Ton der Sprache und eine geringe Einbusse in der Verständlichkeit. Molefone-ähnliche Geräte verwenden Loop-Antennen, welche an der Oberfläche sehr nützlich in der Lokalisierung des stärksten Empfangssignals sind. Aufgrund der grossen Unterschiede in der Geologie und den topographischen Begebenheiten an der Oberfläche kann das Signal zu Geräusch Verhältnis (Signal to Noise, S/N) dramatische variieren. Ist einmal eine geeignete Stelle gefunden, kann das Erdstrom-Funksystem dort installiert werden. Diese Technik wurde eingesetzt, um die Verbindung mit den tiefer gelegenen Bereichen der Gouffre Berger mit der Oberfläche zu ermöglichen. Der dabei gefundene Punkt an der Oberfläche war tatsächlich sehr nahe an der Stelle, welche aufgrund der geologischen Karte als der theoretisch geeignetste Punkt betrachtet wurde. Wir verwenden zudem einen Lowe 150HF Empfänger (welcher bis zu 30kHz eingesetzt werden kann) auf der Oberfläche, um im Falle sehr schlechten Empfangsverhältnisse eine Suche nach dem besten Signal zu ermöglichen. Der Lowe ergibt sehr klaren Empfang und arbeitet hervorragend mit Erdkontaktierungen. Seine Eigenschaften übertreffen beim weitem die unserer zu Hause gebauten Apparate.

Tranceiver auf der Basis von Loopantennen sind ebenfalls im Einsatz, um einen mobilen Kontaktpunkt zu erhalten, welcher der Bahre oder einer Suchmannschaft folgen kann. Die Verbindung wird in diesem Fall zu einer unterirdischen Basisstation erstellt, welche bis etwa 200m direkter Felsdistanz entfernt sein kann. Die unterirdische Basisstation muss ein Erdstrom-System sein, welches eine Weitdistanzkommunikation ermöglicht und ein starkes Signal an die Oberflächenstation sendet, welche ja mit dem starken Rauschen an der Oberfläche zu kämpfen hat.

Ein Beacon mit drei Stellungen wurde produziert, welcher in den Mikrofonsockel passt (die Versorgung mit einigen Microampere erfolgt über den PTT Pull-Up Widerstand) und einen Tongenerator Chip UM3561 verwendet. Drei klar zu unterscheidende Töne können erzeugt werden, welche mit vorgängig abgemachten Mitteilungen korrespondieren können: z.B. "alles in Ordnung", "Gruppe gefunden, Rettung vorbei", "Hochwasseralarm, Schutz suchen". Diese Art kann eingesetzt werden, wenn der Empfang sehr schlecht ist oder die Sprache nicht richtig verstanden werden kann. Die Schaltung verwendet weiter einen 7555, welcher automatische alle 5 Sekunden zwischen Empfang und Senden umschaltet. Dies wird verwendet während einer Ausrichtung in der Höhle etc. oder es ermöglicht, dass eine andere Gruppe ebenfalls eine Funkspruch abfangen kann. Ein portablerer und für die Höhle geeigneter Loop, welcher auch während der Fortbewegung verwendet werden kann, wurde aus flexiblem Hausinstallationskabel hergestellt. Das Kabel wird verdreht als doppelter Loop verwendet, welcher über die Schulter getragen werden kann. Wird er wieder auseinandergelegt, kann er als einfacher Loop für Sendezwecke verwendet werden.

Zukünftige Entwicklungen

Die Entwicklung eines kleineren Piepsers oder Pagers, welcher während der normalen Fortbewegung in der Höhle aktiv ist, ist nach wie vor notwendig, um Mitteilungen wie "Packt Euer Funkgerät aus,

wir möchten Euch sprechen" oder "Wechsel zu Plan B". Wir haben den Einsatz eines einfachen Pagersystems mit einem Erdstromsender auf der Oberfläche und einem kleinen Detektorempfänger in der Tasche demonstriert. Das Gerät hat eine Reichweite von 500m aber war sehr fehleranfällig, da es plötzliche Störungsspitzen ebenfalls detektierte. Leider wurden auch bei der Bewegung der internen Ferritantenne unwirkliche Einbrüche im Signal detektiert. Eine orthogonale dreifache Ferritantenne sollte einmal ausprobiert werden.

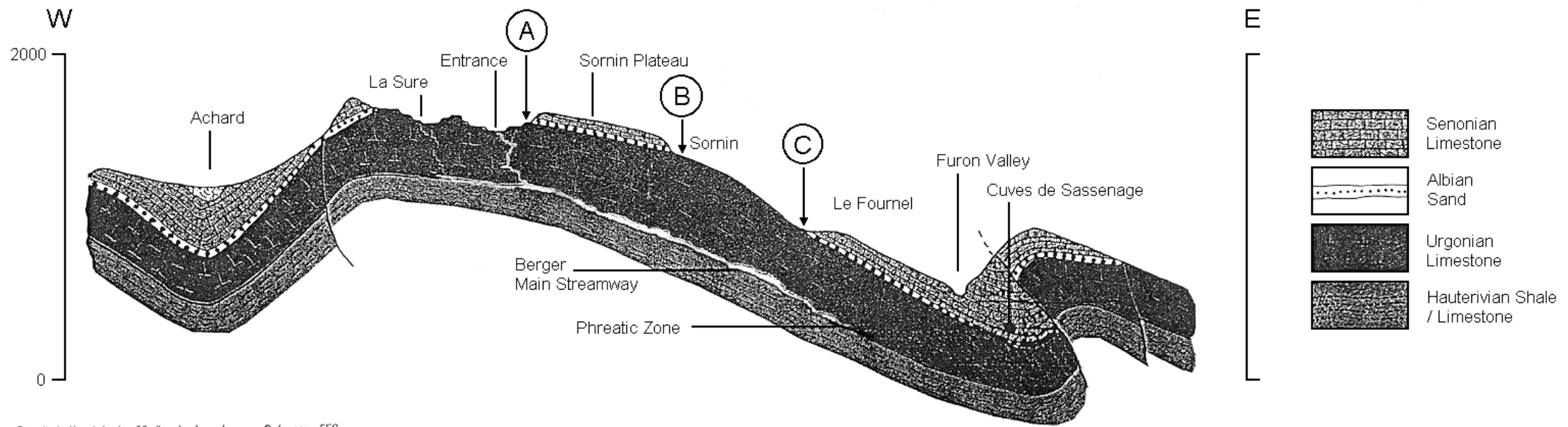
Wir hoffen den gesamten Tranceiver komplett neu zu layouten, auf einem einzigen Board mit Endstufe und Transformer mit eingeschlossen. Das Board sollte es ebenfalls ermöglichen, den Träger alleine auszusenden und so eine Art Ruf erzeugen, welcher dann einen Piepser im Empfänger aktivieren kann und die Mannschaft am anderen Ende aufzuwecken. Zu diesem Zeitpunkt scheinen folgende Bauteile sehr interessant: AD607, TDA7396 und der Newport transformer 1015. Das Board sollte einen I/Q Ausgang besitzen, um BPSK mit einem Microcontroller Chip inklusive Verbindung zu einem weiteren Gerät wie VHF, Mobilfunk, Telefon) zu ermöglichen.

Es existieren viele Ideen und die meisten wurden lange in den CREG Journalen diskutiert. Leider hat der Tag nicht genügend Stunden. Was klar ist, es besteht ein sehr hoher Bedarf an guten Kommunikation Systemen für den unterirdischen Einsatz hier in Frankreich (und auch anderweitig, Übersetzer).

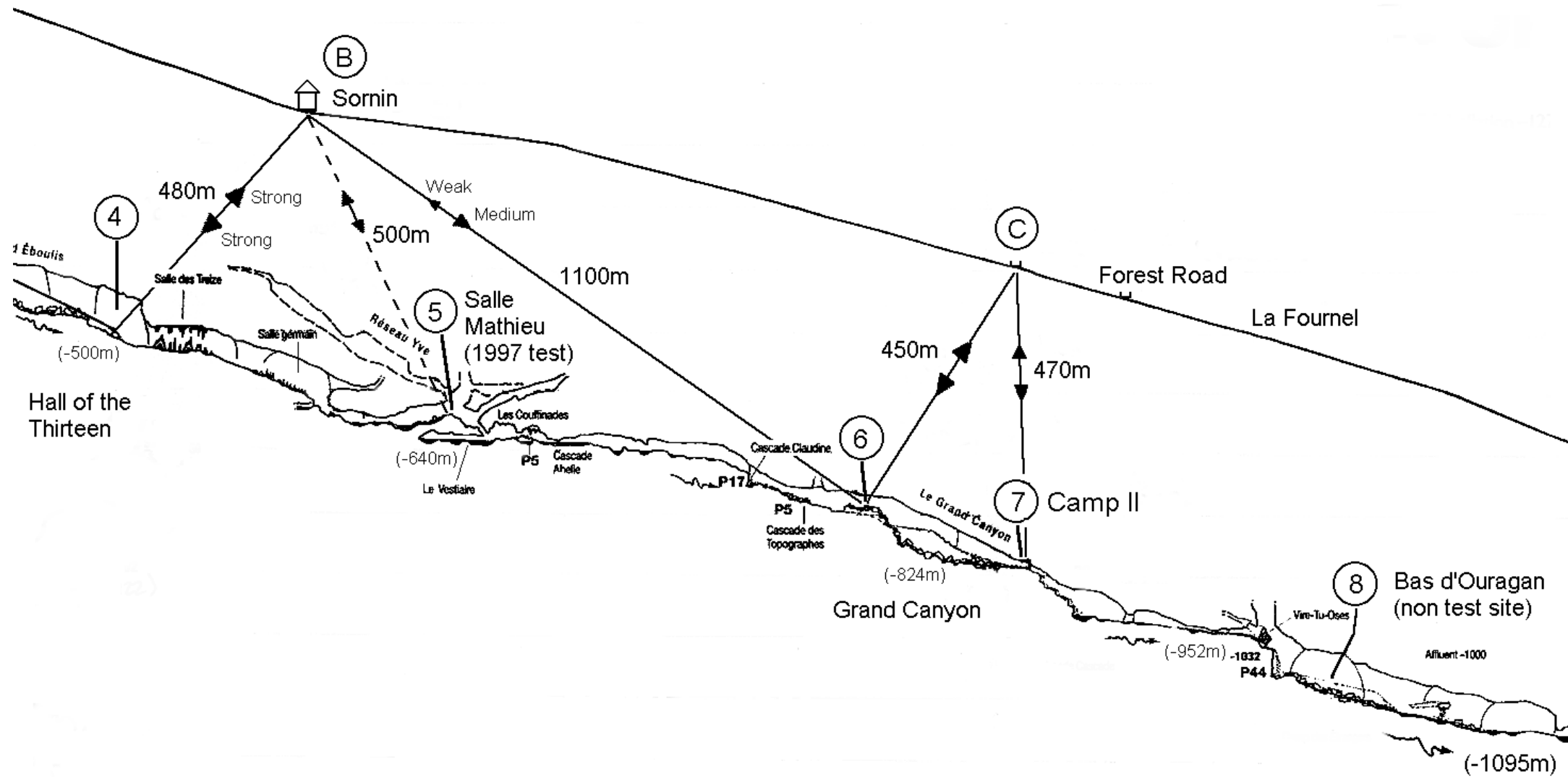
Referenzen

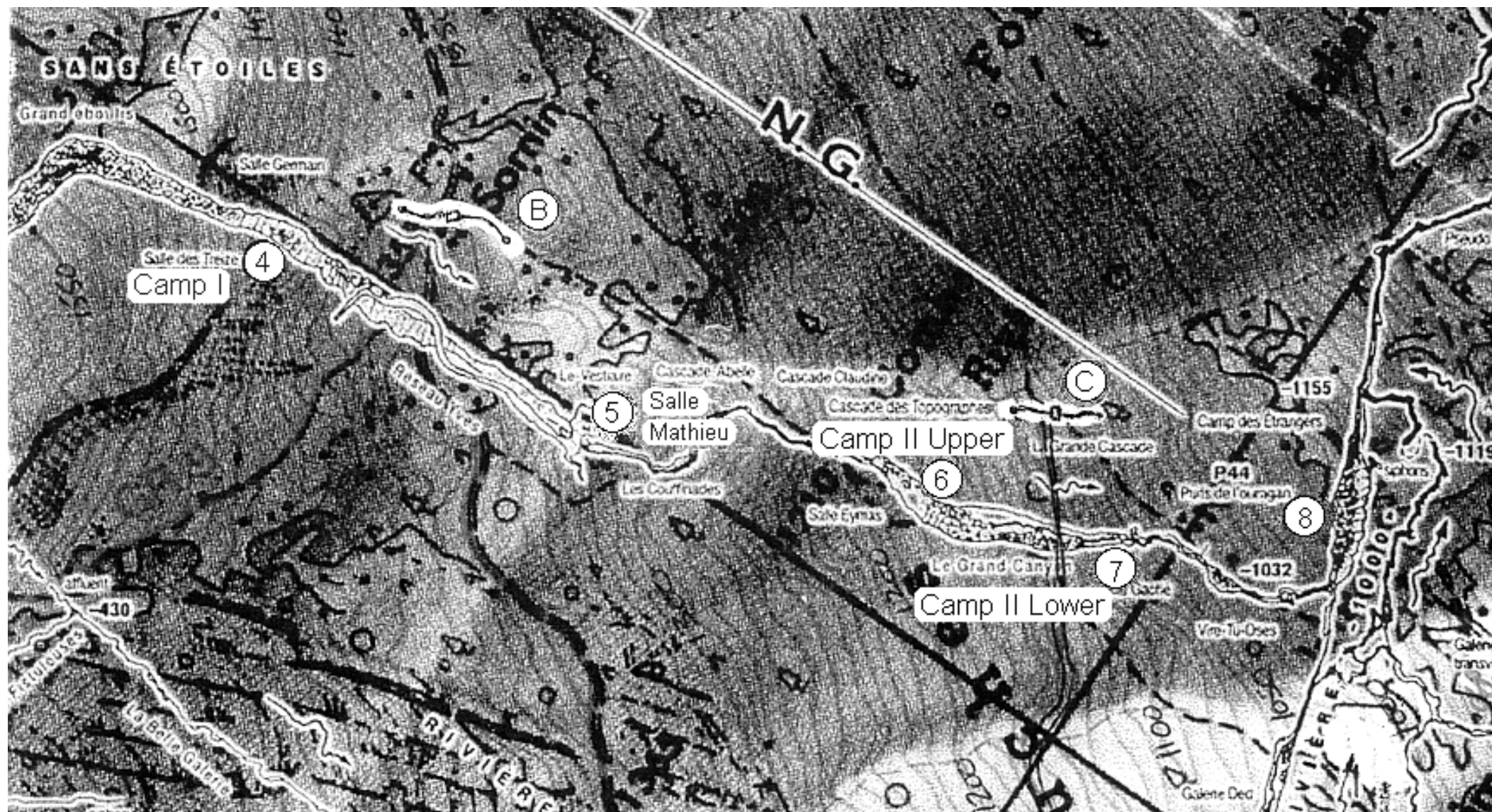
- Fauche, Jean-Jacques (1998a) Notes from our French Correspondent, CREGJ 32, pp19-32.
 Fauche, Jean-Jacques (1998b) The Berger on 137kHz, CREGJ 34, p12.
 Gill, Rob (1998) A Transformer for Earth Current Communications, CREGJ 32, pp15,16.
 Hey, John (1995) The G3TDZ Cave Radio, CREGJ 22, pp12-16.





Extrait de Karstologia n°2 d'après Jean Jacques Delannoy - FFS.





SYSTEM NICOLA Mk2

Entwickelt durch Graham Naylor naylor@esrf.fr
Entwickelt und getestet in Zusammenarbeit mit SSSI und ADRASEC 38



Graham NAYLOR, Physiker beim Europäischen Synchrotron in Grenoble, ist Mitglied von des Isere Höhlenrettungsteam und arbeitet in Zusammenarbeit mit ADRASEC 38 bei der Entwicklung eines neuen Höhlen Kommunikationssystems.

In nebenstehendem Bild ist Graham der Dritte von Links. Er erklärt die Arbeitsweise des Systems NICOLA Mitarbeitern der Gendarmerie der PGHM und Leutnant ROMARY vom Technischen Departement der Gendarmerie National von Rosny-sous-Bois während Tests in der Höhle von Sassenage (Nähe Grenoble) infolge der zukünftigen Nutzung durch die Mitarbeiter der PGHM.

Inhalt

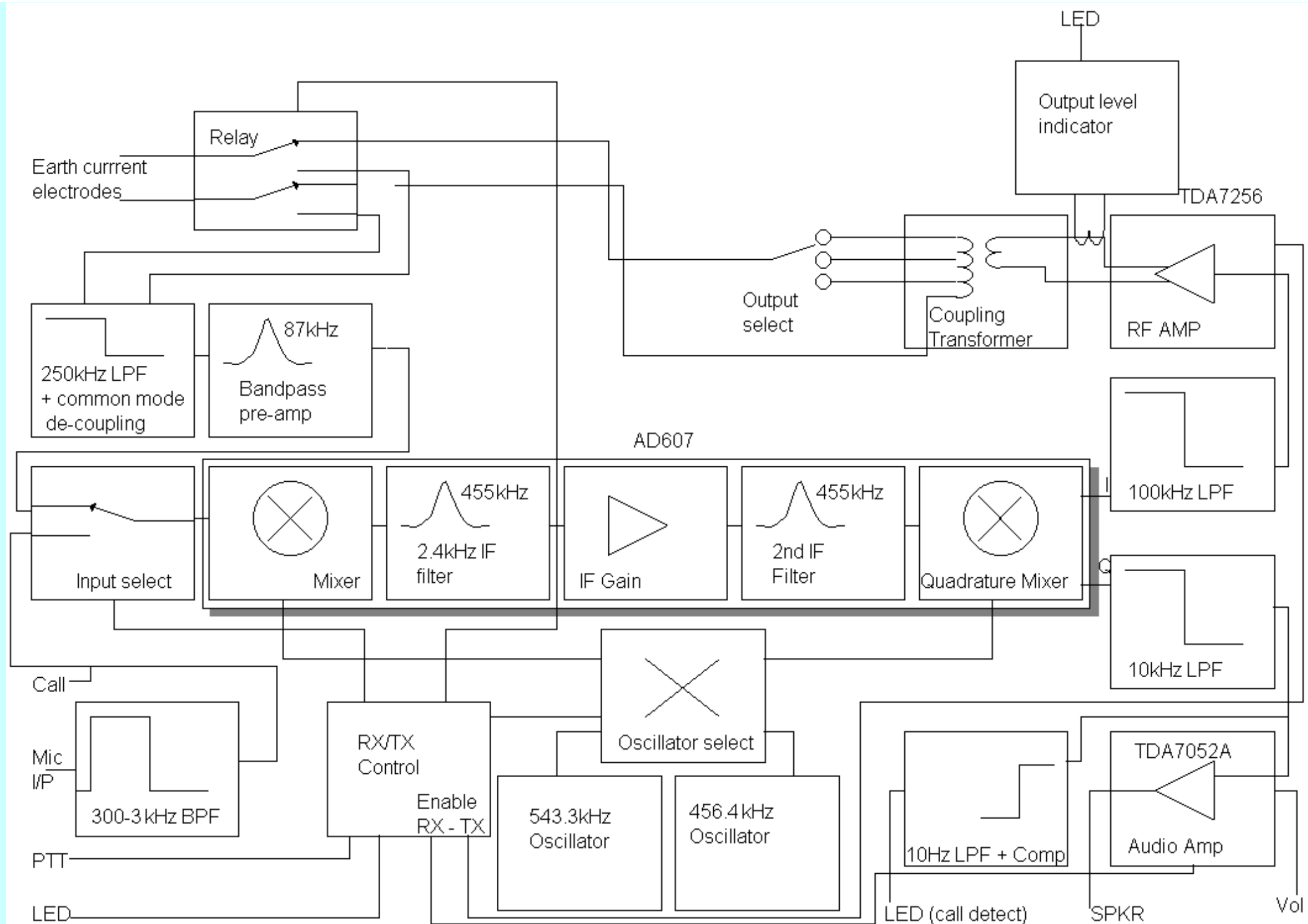
- [Übersicht technische Daten](#)
- [Blockdiagramm](#)

- [Beschreibung](#)
- [Zusammenbau](#)
- [Bedienung](#)
- [Produktionsunterlagen](#)

Übersicht technische Daten

Funktionsweise	Sende-Empfänger auf Superheterodyn Basis
Euro Norm	I-ETS 300 330 Klasse 3
Sendefrequenz	86.95 KHz
Zwischenfrequenz	455 KHz
Mischer und BFO	Abgeleitet aus Quarzoszillator 11.41MHz
Front-end Filterung	Vorselektion mit Tiefpassfilter und zweistufigem LC-Filter
ZF Filter	Keramikfilter/Stufe mit hoher Verstärkung/Mechanischem Filter mit hoher Selektivität.
Modulation	Einseitenband SSB, J3E
Mikrophon	Elektret
Abgegebene Sendeleistung in Antenne	3 Watt max.
Strom in Loopantenne	0.1 A bei Anpassung an Endstufe
Abstimmung	3-Position Schalter, um den Ausgangswiderstand der Endstufe über einen Transformer dem Erdungswiderstand der Antenne anzupassen
Versorgungsspannung	+12V bis +15V
Stromaufnahme bei 12V	0.06A bei Empfang und 0.9A bei Senden
Antenne	Superloop, welcher durch eine Schlaufe zwischen beiden Elektroden (40-80m separiert) und der Erdungsrückstrom gebildet wird
Design	Gemischt SMD (Surface Mounted Devices) und Through-Hole (bedrahtete Bauteile)
Leistungsfähigkeit	Felsdurchdringende Verbindungen bis 1200m maximal (abhängig von der lokalen geologischen Situation), 500m allgemein verwendbar
Abmessungen	150 x 80 x 50 mm
Gewicht	0.250 kg ohne Batterien

Blockdiagramm



Beschreibung



für den Anschluss der Antennendrähte vorbereitet. Ein Lautstärkeregler und ein 3-Positionsschalter für das Einstellen der Sendeleistung sind eingebaut. Die drei optischen Anzeigen haben folgende Funktionen:

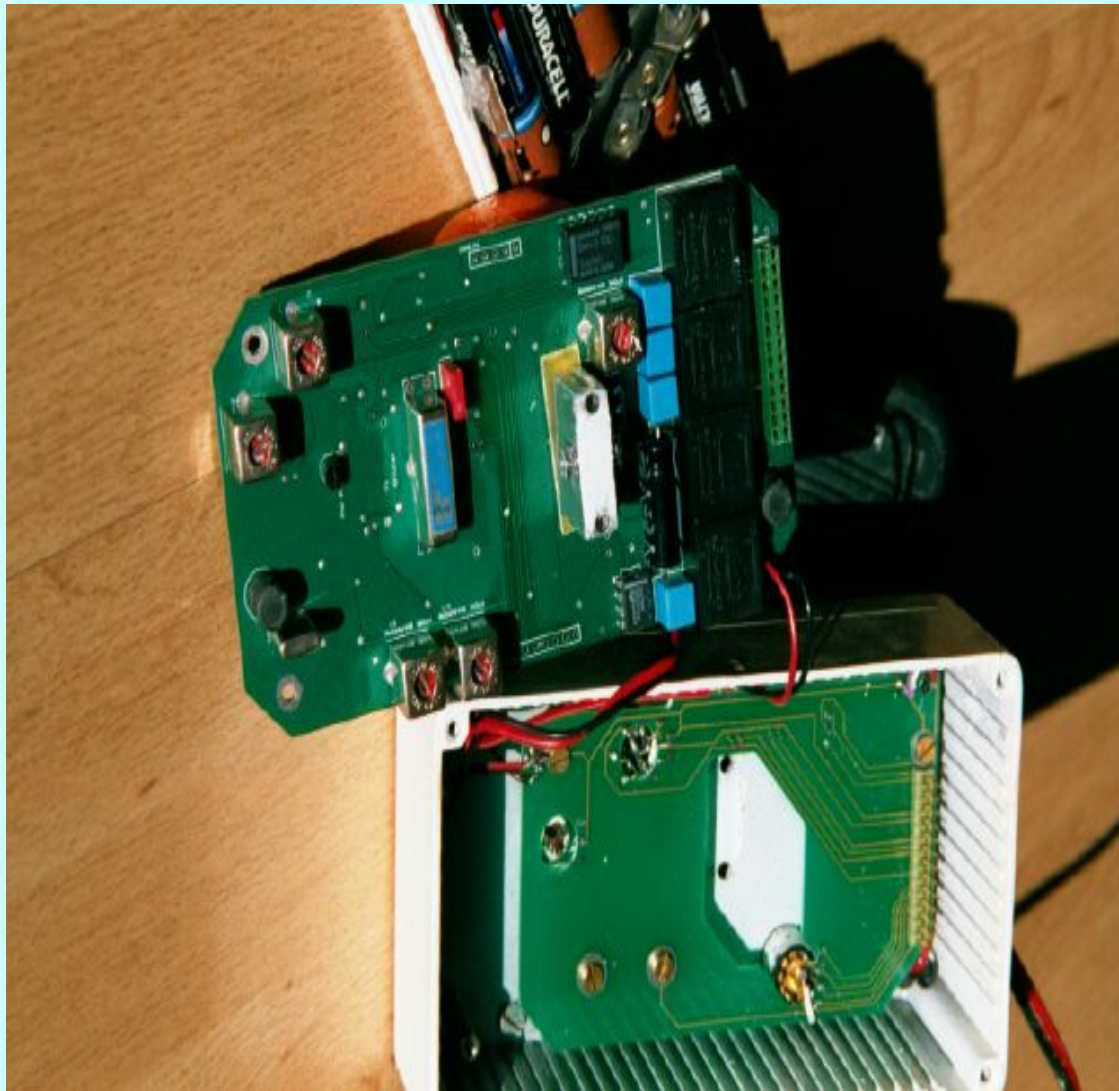
Die hier gezeigte Einheit ist in einem schützenden Behälter für den unterirdischen Gebrauch untergebracht. Es wird empfohlen, das Gerät in einem wasserdichten Behälter zu transportieren um übermäßige Verunreinigungen mit Schlamm und Wasser zu vermeiden. Das Mikrofon ist fest verdrahtet, um Kontaktierungsproblem bei Steckern und Verbindern zu vermeiden. Ein Verbindungsstecker ist vorhanden, um zukünftige Erweiterungen zu ermöglichen, z.B. digitale Kommunikation oder Fernbetriebseinrichtungen.

Das System wurde bei verschiedenen Expeditionen im Ausland wie Spanien, Mexiko und China eingesetzt, aber auch in Frankreich. Unter anderem war das Gerät im März 2000 über 20 Tage bei einer Rettung im Feldeinsatz. Die Einheit ist von ihren Abmessungen besonders geeignet für die in der Höhlenforschung üblichen wasserdichten Behältnisse wie Pelikan-Boxen oder Tauchcontainer.

Das Gerät hat Verbindungsmöglichkeiten zum Anschluss einer externen Batterie. Zwei Schnellverschlussstecker sind

- eine rot/grüne LED zeigt Senden/Empfang
- eine blinkende rote LED weist auf ein anstehendes Trägersignal hin (Anzeige eingehender Ruf bei reduziertem Lautstärkeregler)
- eine orange LED weist auf die Stärke des in die Antenne fließenden Endstufenstroms hin

Ein 7-poliger Stecker erlaubt die Verbindung eines Ersatzkopfhörers, Ersatzmikrophon, Fernbetriebseinrichtung VHF oder Eindrahttelefons, "Leuchtfeuers" (Beacon) oder zu einem Interface für die Übertragung von Mitteilungen in digitaler Form.



Das System NICOLA wird ab Batterien mit 12V bis 15V versorgt. Nebstehend ist ein Blick in das Innere des Geräts möglich und zeigt die flache Hauptplatine. Alle Verbindungen zur Frontplatte sind über eine separate Platine unter dem Deckel geführt. Weiter ist Platz vorhanden, um 10AA Batterien unterzubringen (ergibt etwa 2-3 Stunden intensiven Einsatz mit Duracell Ultra Zellen).

Die Ausgangsstufe verwendet eine Reihe von 4 Niederprofil-Transformern, welche direkt auf der Platine aufgebracht sind und der Anpassung von Endstufen- und Bodenimpedanz dienen. Die Primärwicklungen sind dabei parallel geschaltet und je nachdem in welcher Position sich der Drehschalter befindet, werden 1,2 oder 4 Sekundärwicklungen in Serie an den Ausgang geschaltet. Der Lautsprecher ist direkt im Handset eingebaut.

Das Design widerspiegelt in etwa ein Jahr Arbeit an Abenden und Wochenenden. Mehrere Prototypen wurden gebaut, die vorliegende Version ist die vierte.



Sicht auf die oberflächenbestückte (SMD) Seite der Hauptplatine





Schutz des Geräts durch eine wasserdichte Box.

Zusammenbau eines Geräts

Die Produktion einer Serie von etwa 50 Boards wird auf Mitte April 2000 erwartet. In diesen Stückzahlen können die Boards für etwa FF1850 bestückt werden. Es werden auch einige unbestückte Platinen für spätere Handbestückungen in kleinen Stückzahlen vorhanden sein. Der Baustein AD607 ist jedenfalls ein 20-pin Bauteil mit 0.65mm Pinabstand. Handbestückung und- Löten solcher Bauteile erfordert etwas Übung aber eine gute qualitative Bestückung sollte von einem kompetenten Techniker in einem Nachmittag möglich sein. Weitere FF1500 sind notwendig, um das Gerät mit einem qualitativ guten Handset und entsprechend robusten und zuverlässigen Bedienungselementen auszurüsten. Die Endmontage und der Abgleich der Schaltung benötigt wenige Stunden.

Bedienung

1. Die Antennendrähte werden vom Gerät aus in entgegengesetzter Richtung zu Punkten verlegt, wo eine gute Erdverbindung hergestellt werden kann. Die Erdverbindung kann unterirdisch mit etwa 10m Geflecht, wie es für die elektrischen Weidezäune verwendet wird, erstellt werden. Dazu wird dieses in einen wassergefüllten Kolk, feuchten Lehm oder Erde gelegt oder vergraben. Auf der Oberfläche können Metallpfähle (oder grosse Zelthäringe) eingesetzt werden. Die symmetrische Anordnung der Antennendrähte ist nicht wichtig, jedoch sollte ein Abstand zwischen den Elektroden von etwa 1/6 der Distanz zu der unterirdischen Station angestrebt werden.
2. Wenn die Erdverbindungen erstellt wurde, wird die Batterie angeschlossen und die rote LED leuchtet auf.
3. Der Drehschalter (3 Positionen) wird auf Stellung 1 gesetzt. Nun wird gleichzeitig ins Mikrophon geblasen und der Sendeknopf gedrückt. Falls die orange LED nicht aufleuchtet, wird der Schalter eins höher gestellt und wiederum während gedrückter Sendetaste ins Mikrophon geblasen. Diese Schritte werden solange durchgeführt, bis die orange LED zu leuchten beginnt.
4. Korrekte Anpassung an die Antennenverhältnisse ist nun durchgeführt. Mit exzellent niederohmigen

Elektrodenkontakten wird der Schalter auf Stellung 1 sein, mit normalen Kontaktierungen auf Stellung 2 und bei schlechten Erdverbindungen oder unterbrochenen Antennendrähten auf Stellung 3.

5. Wenn einmal eine Sprechverbindung durchgeführt werden konnte und die Empfangsqualität bei der anderen Station dies zulässt, kann der Schalter auf die nächst tiefere Stellung zurückgesetzt werden, um die Lebensdauer der Batterie zu erhöhen.

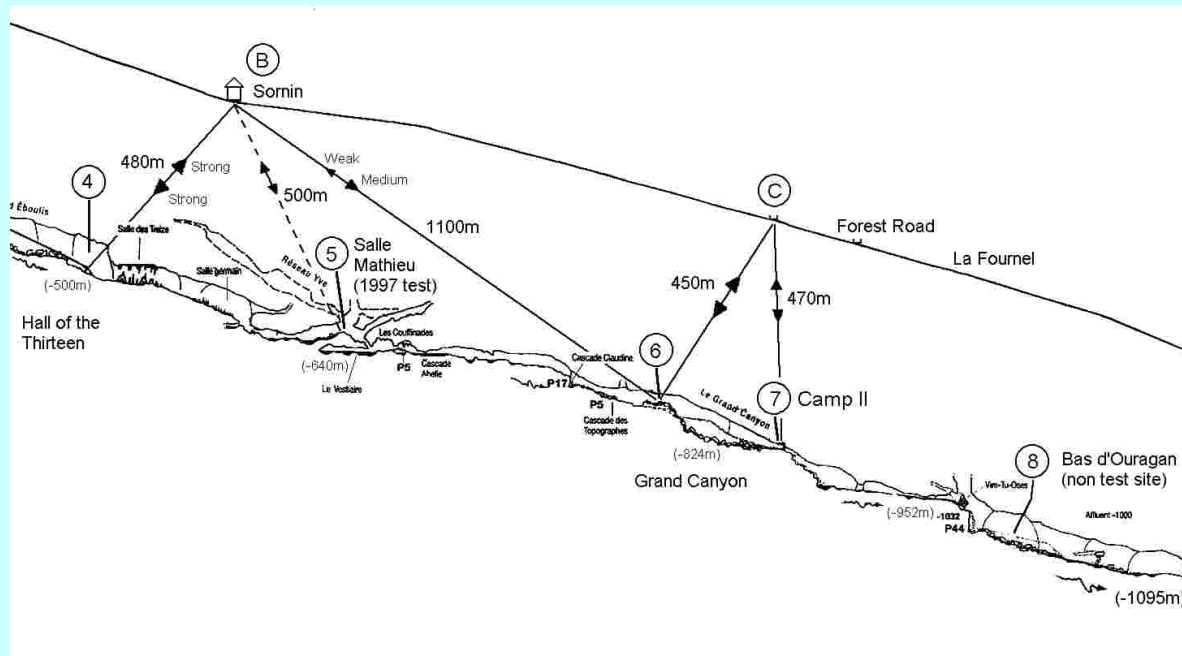


Zwischen der Höhlenstation und der Oberfläche ist eine ständige Zusammenarbeit notwendig und beide Parteien müssen Übermittlungszeiten und -Orte koordinieren. Die Oberflächenstation muss jederzeit empfangsbereit sein. Die Höhlenstation sollte auch vor oder nach der ausgemachten Zeit versuchen können, eine Meldung abzusetzen. Es kann auch nötig werden, dass sich die Oberflächenstation örtlich verschieben muss, wenn diese feststellt, dass der Empfang schlechter wird. Eine Loopantenne kann hilfreich sein, die Stelle mit dem stärksten Signal zu orten.

Die Verwendung von geerdeten Antennenleitungen (vorausgesetzt diese sind genügend lang) führt normalerweise zu signifikant stärkeren Signalen als mit einer Loop-Antenne. Es ist wichtig, eine hohe Verbindungssicherheit zwischen der unterirdischen Station und der Oberfläche zu erreichen, da die Oberflächenstation häufig mit intensiven atmosphärischen Hintergrundgeräuschen konfrontiert ist und die Empfangsqualität darunter stark leidet. Gute Kontaktierung der Elektroden ist wichtig, um die beste Signalabstrahlung zu erreichen.

Weiter ist es wichtig zu beachten, dass niemand die Antennendrähte während dem Senden berührt, da kurzzeitig doch mehrere hundert Volt an den Leitungen anliegen können (Position 3 des Drehschalter erzeugt die höchsten Ausgangsspannungen).

Der Empfang unterirdisch ist häufig besser als derjenige an der Oberfläche. Die Ursache dafür sind die starken atmosphärischen Störungen im LF Band. Blitzentladungen produzieren starke Signale im LF Band, welche sich aufgrund von Erdungseffekten bis zu 1000km ausbreiten.



Unterirdisch sind diese parasitären Störungen beträchtlich abgeschwächt (ausser die Höhle ist nur knapp unter der Oberfläche). Die Intensität dieser Rausch- oder Lärmquellen variiert deutlich von einem Tag zu einem anderen und zwischen Tag- und Nacht aufgrund von starken Änderungen in den Ausbreitungsbedingungen dieser Störsignale.

Die LORAN C Sendeanlagen sind ebenfalls Ursache von beträchtlichen Störungen in der Region 80-130kHz. Mit den im Nicola System verwendeten 87kHz, obwohl bis über 1000m Überdeckung manchmal möglich wären, sollte die Distanz zwischen zwei Station in der Praxis nicht mehr als 500m betragen. Damit kann eine zuverlässige Verbindung erreicht werden. Diese Distanz ist normalerweise ausreichend, auch um die tiefsten französischen Höhlen abzudecken, da meistens die

Oberfläche über dem tiefsten Punkt in einer Höhle sich gegenüber dem Eingang deutlich in einer tieferen Lage befindet. In Fällen, wo weite Distanzen überbrückt werden müssen, ist es häufig hilfreich, die lokale geologische Situation zu berücksichtigen und die bestmöglichen (und bestleitenden) Schichtverläufe zu verwenden. Manchmal ist es notwendig das bestmögliche Empfangssignal so zu suchen, indem die unterirdische Mannschaft ihr Gerät zu einem Beacon schaltet (dauernde Aussendung eines Signals, Leuchtfeuer) und die Oberflächenmannschaft wie weiter oben erwähnt mit einem Loop den besten Standort zuerst suchen muss.

Produktionsunterlagen

- Die Produktion der Platine und deren Bestückung wird aus Sicht der Qualität am besten einer Elektronikfirma übertragen. Dazu ist es preislich sinnvoll, eine grössere Stückzahl aufzugeben. Gerber Daten für die Platinenproduktion sind bei [Graham Naylor](#) erhältlich. Das Bestücken und Löten einer Platine mit den verwendeten Komponenten von Hand ist möglich, setzt jedoch gute Qualität und Lötstopplack voraus.
- [Stückliste](#).
- [Schema/Schaltplan](#).

- [Bestückung und Layout der SMD Seite](#) !!250k!!
- [Bestückung und Layout der Komponentenseite](#) !!290k!!
- [Bohr/Fräskordinaten der Frontplatte](#)
- [Frontplatten Verdrahtungsplan.](#)
- [Platinenvorlage für die Frontplattenanschlüsse](#) (empfohlen, um einen Kabelwirrwarr zu verhindern)
- [Abgleich und Inbetriebnahme des Geräts.](#)

[HOME](#)

Abgleich der bestückten Platine

Das Board sollte in das Gehäuse eingebaut werden und alle Frontplattenkomponenten sollten angeschlossen sein. Es wird empfohlen, das Board bei der Inbetriebnahme zuerst ab einem Netzgerät und +14.4V mit einer Stromlimite von 1A zu speisen.

Speisung einschalten.

Nach einem kurzen Einschalttransienten von etwa 500mA sollte die Stromaufnahme auf 60mA zurückfallen.

Der Abgleich der verschiedenen Induktivitäten ist sehr einfach und nimmt etwa 5 Minuten in Anspruch.

Zuerst wird ein Oszilloskop an den im unten gezeigten Bild markierten Punkt A angeschlossen. Anschliessend wird die TOKO Spule so abgestimmt, dass das Signal auf dem Oszilloskop maximal wird (es sollte sich um ein sinusförmiges Signal von etwa 500kHz mit einer Amplitude von etwa 1V gemessen werden)

Nun soll Punkt B an das Oszilloskop angeschlossen werden und die benachbarte TOKO Spule auf die gleiche Art und Weise abgeglichen werden.

Schliesse nun zwei lange Drähte an die beiden Antennenanschlüsse an und verbinde diese zu zwei Erd-Pflöcken, welche etwa 60-80m separiert sind.

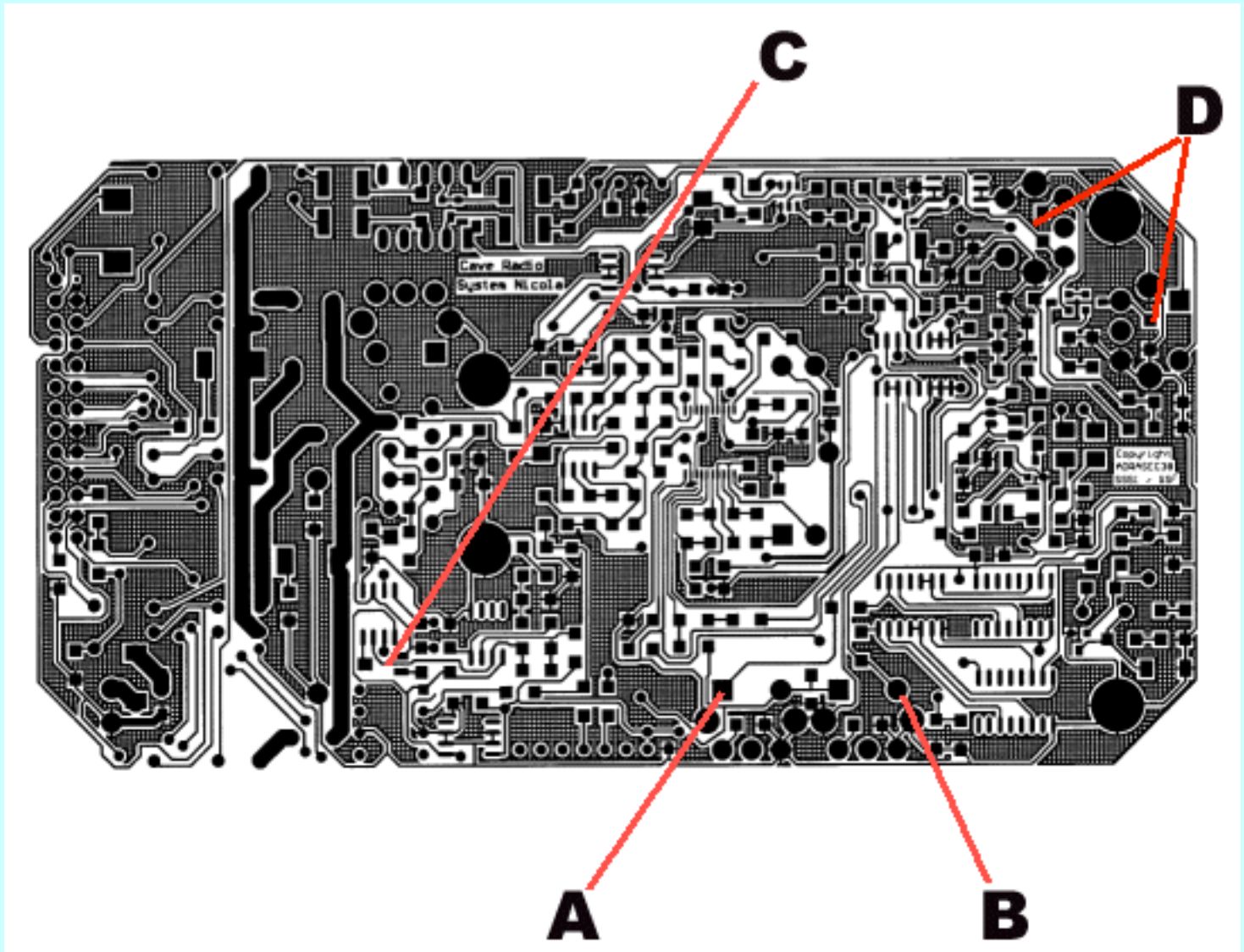
Gleiche das Potentiometer an Punkt C so ab, dass die rote LED auf empfangene Rausch- resp. Störtransienten anspricht (dies kann später nachjustiert werden, falls die Empfindlichkeit noch zu gross wäre). Die rote LED zeigt das Vorhandensein eines 87kHz Trägersignals.

Die Antennendrähte immer noch angeschlossen, verbinde ein kurzes (ca. 10cm) Drahtstück an einen Signalgenerator, welcher etwa 1m vom Gerät und dessen Antenne entfernt aufgestellt ist. Der Generator soll ein Signal der Frequenz 88kHz und einer Amplitude von etwa 1Vpp erzeugen. Stelle nun den Lautstärke-Regler auf eine Position, wo das Hintergrundrauschen gerade noch hörbar ist. Nun reduziere den Generatorpegel solange, bis das 1kHz Signal ebenfalls nur noch knapp hörbar ist.

Jetzt kann mit den beiden TOKO Spulen an Punkt D im unten gezeigten Bild der hörbare Ton auf Maximum abgeglichen werden. Wiederhole dies solange, bis keine Verbesserung mehr erzielt werden kann.

Ersetze nun die Antennenleitungen durch einen 2W 600 Ohm Widerstand, welcher an die

beiden Antennenbuchsen angeschlossen wird. Der Drehschalter für die Antennenanpassung wird auf Stellung 2 gesetzt. Aktiviere nun den Mikrophonschalter und blase in dieses für etwa 10-20 Sekunden. Die orange LED sollte nun aufblinken, wenn stärker in das Mikrophon geblasen wird. Der Widerstand muss nun ebenfalls ziemlich heiss sein (Vorsicht beim berühren), was auf die korrekte Funktion der Sendeendstufe hinweist. Das Gerät ist nun einsatzbereit.



Sicht auf die SMD Seite der Hauptplatine (der Abgleich der TOKO Spulen befindet sich auf der anderen Seite!)

Links:

[Cave radio and electronics group](#) - Organisation promoting the development of electronics for use in caves

[Pease Beacon](#) - Location beacon developed by Brian Pease in the US working at 3kHz

[Valade Beacon](#) - Location beacon developed by Daniel Valade in France

[Cave radio work in Belgium](#) - work performed by Herman Jorens of the Avalon club

[The cave page](#) - general caving links

[UIS conference on cave radio and electronics](#) - Report on the 1997 meeting in Switzerland

If you feel you have a relevant link please [e-mail](#) me.



Vous allez être automatiquement redirigé vers la nouvelle adresse du site :

www.minage-valade.com



Ets VALADE

**Balise de
positionnement
souterrain**

**Etude
géophysique**

Contact



DANIEL VALADE
46320 REYREVIGNES
Lot - FRANCE

Téléphone / Fax : 05.65.27.14.54
Portable : 06.08.05.62.51

0043 18

E-Mail



**ARTIFICIER VALADE - MINAGE - TRAVAUX
D'ACCES DIFFICILES
RECHERCHE D'EAU**

*Formateur GRETA du Lot pour le C.P.T.,
Certificat de Préposé au Tir*

Prochain stage CP TIR novembre 2004 - Cliquez ici pour vous inscrire

A votre service depuis 1986, notre entreprise propose plusieurs services se complétant:

*Mise en œuvre
d'explosif*

*Repérage
souterrain par
B.P.S*

*Un repérage
exceptionnel; une vraie
réussite*

*Inspection
d'ouvrages*

*Travaux
acrobatiques*

*Levés
topographiques*

*CP TIR - Les
sessions passées*



*Vous habitez dans une région rocheuse et vous voulez entreprendre des travaux de
fondation ou d'aménagement.*

*Le recours fréquent aux machines brise-socles peut parfois s'avérer extrêmement cher,
surtout dans les endroits difficilement accessibles.*

Dans ces cas là, la meilleure solution reste l'utilisation d'explosifs.

*Grâce à ses compétences, l'entreprise Daniel Valade peut répondre à vos attentes en
garantissant une totale sécurité d'utilisation ainsi qu'une parfaite précision dans
l'exécution des tirs.*

Responsabilité Civile : SMABTP n° 2362035

Demande de renseignements

Mise en œuvre d'explosif :

Terrassement, contrôle de projection :



Tir réalisé avec un exploseur séquentiel.

Minage de précision à l'intérieur d'un bâtiment avec prédécoupage :



Minage en site urbain :



Analyse des vibrations en temps réel :



Taille de pierre à la poudre noire :



Dégagement d'une toupie de béton :



Matériel de forage



A l'intérieur



Site escarpé



Mini pelle avec LC50
entraînement hydraulique



Près des bâtiments



Le dépôt sous bonne garde

Levés topographiques

- Levés topographiques dans tout milieu souterrain naturel ou artificiel (aqueduc, réseaux d'égouts, caves...)
 - Rendus en plans et coupes sous AutoCAD
- Possibilité de rattachement au réseau géodésique français.

Inspection d'ouvrages



Vidéographie d'un petit aqueduc

- Relevé détaillé d'avaries
 - Rapport photographique
 - Plan d'ensemble, de détail, vues éclatées
 - Préconisation de travaux à effectuer
- Intervention possible sur tout type d'ouvrage d'accès périlleux (viaducs, cheminées, aqueducs, cheminée d'aération de tunnel) ou souterrains (canalisations, égouts, aqueducs,...).

Inspection Vidéo

Système Cyclope



Buse diamètre 400



Endoscopie
d'un forage
de 310 mm

Chiot permettant de vidéographier des aqueducs. La garde au sol du chiot permet de franchir des obstacles de 13 cm. L'encombrement du chiot permet d'intervenir dans des galeries d'un minimum de 40 cm de section.

Travaux Acrobatiques



Forage au T18



Forage au CFL



Mise en sécurité



Purge en falaise et
dévégétalisation



Evacuation de la
chambre d'éboulis



Confortement de béton projeté par grillage



Introducing the Nicola System

When complete, the Nicola System will provide an early warning system and communication for rescue use in the Gouffre Berger. Graham Naylor outlines the system and describes progress to date.

This article appeared in [CREG](#) J 33

Introduction :

Development of the Nicola System in the Isère region of France (which incorporates the Vercors and Chartreuse caving areas) is being undertaken to develop underground communication systems. This work is being performed with the help of the ADRASEC 38 (an association of radio amateurs who provide emergency communication services – equivalent to the British RAYNET) and several British cavers (Paul Mackrill, Paul Rice and myself). The development of communications systems is motivated by the requirements of the department's cave rescue team the SSSI. The tragic flooding of the Gouffre Berger in 1996 led to the loss of two lives, Torda Istvan and Nicola Dollimore. Nick Perrin (Nicola's husband) set up a fund to finance research into the development of communication systems for use in caves and in particular to allow a warning message to be given in the Gouffre Berger.

The importance of prompt communication of the status of a victim in the early stages of a rescue has long since been recognised by French rescue teams – especially in the Isere where a return to the surface can take up to 10 hours in certain of the deeper systems. Following very fruitful input from others working in the same area in Switzerland, Britain, the USA and Canada, we have produced four cave radios using the original John Hey SSB LF transmitter and receiver boards (Hey, 1995). The first two were prototype devices with which we used to demonstrate the principle. A further two were produced to rather higher standards by F6EGY ([these latter devices](#) are currently kept in the CRS Alpes headquarters ready for use by the emergency services). A simple bridge amplifier using two TDA2006s drives a transformer similar to the one Rob Gill described recently (Gill, 1998). The efficiency of the earth current technique has been demonstrated at 87kHz vertically through over 500m of rock in the Gouffre Berger and horizontally through over 900m of rock in the Dent de Crolles cave system as Jean-Jacques of the ADRASEC 38 reported in a previous issue of the CREG Journal (Fauchez, 1998a). The requirement of the Nicola system as defined by the SSSI was reliable communications through over 500m of rock. *Recently a new generation System Nicola radio has been*

developed called [system Nicola MK II](#).

Techniques:

There are many conditions which give rise to a variability in a communication link over such a distance:

- 1 – [Achievement of good ground connections](#)
- 2 – [Power coupled into the output.](#)
- 3 – [Nature of the rock strata between the transmitter and the receiver](#)
- 4 – [Background noise.](#)

Being in control of all of these elements is necessary for a reliable link and is the subject of development of the “Nicola System”. I would like to outline some of the techniques we use.

Ground Connections

Achievement of good ground connections is essential to maximise the signal picked up at the receiver. Without going into any detail of the mechanism of the transfer of power, we can be fairly confident that if we increase the current injected into the ground we increase the received signal. Thus reducing the resistance to ground increases the coupled signal. There have been several articles on the resistance between electrodes in a supposed uniform media. Unfortunately our media is rarely particularly homogeneous. In practice good earth connections (resistance between electrodes less than 500?) can be achieved if stout pegs are knocked into wet mud on the surface or underground electrical braid is buried in some mud or thrown into a pool of water. Braid stuffed into a crack or a rock anchor give quite poor contacts.

The requirement of making good connections even in dry passages has called for a rethink of how we

should make the contact. By coupling the current into the ground through the distributed capacitance of the wire itself rather than a point-like electrode (the bottleneck of current lines in the vicinity of the electrode increases dramatically the resistance) we can achieve very low resistive impedances. The reactive component of the capacitance can be cancelled at the radio frequency by using a series inductor.

This technique has been demonstrated to give improved and clear communications through 500m of rock with capacitive contact to very dry rock. This was achieved by using a tuned inductor half way down one antenna wire, though an inductor on each antenna wire should in principle give better results. The inductor should be very carefully constructed as it should be a relatively large value (several milli-Henrys) but should have a low parasitic capacitance so as to remain inductive at the frequencies used. We constructed such an inductor by switching an array of RF inductors (up to 10mH, 1.6mH + up to 10, 840?H + up to 10, 120?H). This technique has not, however, been adopted for operations as the tuning of inductances remote from the communication set is an onerous and unacceptable complication. Furthermore the resonant voltages especially when we try and increase the output power are likely to be rather high (around 10kV!) and potentially quite lethal. Further to the letter in a recent CREG Journal on this safety issue – in a wet environment such as a bathroom or a river cave – the highest safe voltage produce by an electrical appliance is 12V! If we have several hundred volts on our antenna wires, we have wet hands (likely in a cave) and are standing up to our knees in water (not beyond the bounds of possibility in a cave) we have a recipe for passing rather more than 25mA through the human body (good chance of death). If we have dry gloves on but are kneeling down with a torn over suit (bad!) but the ground is fortunately dry, then we will probably not feel too much. Our communication set must be safe in all circumstances and is designed to save lives not to kill people. We can therefore not accept high voltages.

The alternative is to use low voltages and dramatically drop the direct contact resistance. This we have achieved by using a 10 – 20m length of electrical fence tape connected to the end of the antenna wires. This gives a distributed contact to overcome the bottleneck effect (it is equivalent to having many small earth contacts). It is important to use the type of electrical fence as tape as this lies flat much better than the string type fence wire. This is important to get the most number of contact points. The contact can be improved by putting stones on the fence wire at various locations or better still by kicking it into some wet mud (if available). Of course the most stupendous contacts are still made if the whole length can be thrown into a large pool or several smaller pools.

Power Coupling

In principle we can couple more power in to the output stage to get a better contact by simply using a high power amplifier. There are however several words of caution.

We have only limited power available from our portable batteries and so we would like the efficiency of the amplifier to be as good as possible (Fortunately we have a complementary supply of 13Ah lithium cells which give a good autonomy). Class A amplifiers give little distortion but are very thirsty on current. The TDA type amplifiers, are class AB, are convenient to use but are quite lossy in that they can not use the full voltage swing at the output.

We have experimented with switch mode amplifiers and have demonstrated that it is possible to encode an SSB signal with a PWM wave. The start of the pulse encodes the phase of the SSB wave while the pulse width gives the amplitude. A series LC filter before the output transformer allows the PWM signal from a full bridge MOSFET switching circuit to be reconverted to the SSB signal.

Unfortunately the circuit I built was not too linear between amplitude and pulse width (I used the SGS chip 3525) which led to a distorted modulation. Also at high power levels the inductor used in the output filter should be quite large so as not to saturate introducing distortion. The lesson here was that we might gain 3dB in efficiency and put out an extra 10dB but if we are not careful we can loose at least 10dB in intelligibility of the modulation and use up 7dB (i.e. five times) more power from the batteries with no overall gain. This as we say requires further work!

Similarly as we drive up the power we start getting feedback problems in the transmitter. Based on our experience I can give the following tips. With large antennas the large RF field can be picked up by the microphone and feed through the AF amplifiers (the radio frequency is fairly low remember!). The AF power load in the power stage can lead to AM AF on the power lines that again gets in to microphone circuit and into the mixer again (so good filtering between stages for AF as well as RF is required). Using a voltage regulator for the microphone and mixer might be a good idea. The half voltage reference level derived from a potential divider and a unity gain op-amp in the John Hey circuit can feedback this ripple very efficiently into the microphone circuit if the potential divider doesn't have a capacitor. Though the circuit diagram includes this capacitor the printed circuit boards don't! So, in short, use sound analogue circuit practices and watch out for coupling (careful of those wiring looms! I have to admit my wiring practices are a sad mess!)

Nature of the Rock

The nature of the rock can be very variable so 1000m of rock in one place may be less absorbing than 300m of rock in another place. Shale beds and poor limestone block the signal but good solid limestone will pass the signal well.

This effect is clearly demonstrated during our trial in the Berger cave. We were keen to establish a link to the underground camp at the Hall of the Thirteen. Last year we had tried to communicate from a point vertically above the underground station. Due to the shale beds within the Senonian limestone that accumulate moisture there was no contact at all [berger3.gif](#). On the 13th of August this year (see Fauchez, 1998b) we achieved very good results on both 87kHz with the Nicola system and on 137kHz in both directions to point 4 (on the map and cross-section) through about 600m of rock. Contact was also made from another underground station to the Hall of the Thirteen (with the Nicola system) but not from underground to the surface. Here the distance is nearly 1km and distant storms were perturbing the surface reception.

The conclusion is that being vertically above or through the shortest distance of rock does not always give the best contact. For operations we use a loop type receiver (e.g. Lowe receiver with loop or a Molefone) to search on the surface for the best signal. The best location can be anticipated from a knowledge of the geological relief (see geological cross-section) but local conditions may be quite profound (a cutting, rock exposure, a stream, a hollow).

Background Noise

The background noise can be very strong, especially with earth contacts. The background noise comes from atmospheric disturbances (particularly bad later in the day, in the summer and during storms).

The Loran navigational transmitter gives rise to periodic noise as does any nearby motorised equipment. The farmers' electrical fences can also give wide band LF noise spikes.

The issue of the modulation frequency is an important issue and though 137kHz is slightly less troubled by atmospheric noise, 87kHz gives better transmission through more absorbing rocks. The noise problem is particularly acute on the surface and tends to be rather attenuated underground leading to the frequent situation that the underground team can hear the surface fine, but the surface can not hear the underground team.

To overcome this we intend to develop digital communications (sending BPSK and using the ability of a phasing receiver to detect phase). This should ensure return communication in conditions when the surface is troubled by static, though in extreme cases the surface team may disconnect the antenna wires and take cover.

Tests in the Gouffre Berger

On the 23rd of August this year we made a descent of the Gouffre Berger with the Devon Speleological society to try and make contact from the lower half of the cave. This is something that is of critical importance during rescues from this part of the cave as well as being of great interest to parties exploring the cave. A radio contact from the lower part of the cave allows an updated report of the weather conditions before an underground team engages itself in the more aquatic sections. Such a system, had it been available in 1996 would have saved lives. The provision of such a facility is a major goal of the Nicola foundation.

A remarkably clear (in both directions) voice link was established from the Grand Canyon to a path just above the village of Fournel. The excitement was intense as this is the first time such a link has been established, and with a telephone-like quality. The different links established are shown in the diagrams. During the establishment of the first link to the surface from the Grand Canyon, a two way link was first made with a surface Molefone. At nearly 500m this is probably a record for a Molefone! The surface Molefone received clearly the strong signal from the earth current Nicola system in the Grand Canyon due to its efficient power coupling. The underground earth current receiver could just hear the Molefone (though weakly) due to the relatively noise free underground environment and the efficiency of signal collection of the earth coupling. [berger1.gif](#)

When the surface Molefone was replaced by an earth current Nicola system, the speaker practically leapt out of the underground set, so loud was the signal. The success of this link must be due to a large extent the low resistance of the earth electrodes made underground using electric-fence tape. The placing of these electrodes, though easy, is very critical and requires a little practice in order to achieve less than 300Ω between terminals. At this level of earth resistance the capacitive impedance of the wires is negligible. Unfortunately the day of the tests the cave was not rigged to the bottom, but as can be seen from the vertical section, the thickness of limestone is no thicker at the bottom of the cave and we are quite confident that it will work at -1000m. The system was left installed with one prototype set underground (which gave a poorer but still quite acceptable performance) [berger4.gif](#).

The DSS were able to use the system for the duration of their exploration of the system. One member was even able to talk to his wife in the UK thanks to a cellular phone on the surface. This communication from the lower part of the Berger to the UK has to be a remarkable first! Though we do not yet have enough working sets of the Nicola System to allow such a provision to be performed on a regular basis, but is hoped to be made available in the near future with the production of our next generation devices.

Operational Issues

The devices we currently use operate at 87.15kHz USB and are compatible with the Molephones owned by the rescue team in France, despite the slight shift in frequency. The shift gives a shift in the tone of the voice and a slight loss in intelligibility. Molephone-type devices using a loop aerial are useful on the surface to allow the location of the strongest signal. Due to variable surface geology and surface topological features, the signal to noise ratio can vary dramatically. Once a good location has been found, the earth current radio can be installed there.

This technique was used in order to establish the link with the lower part of the Berger and the surface though in fact the point used was, in fact, close to that identified from the geological map as the theoretically best location. We also use a Lowe 150HF receiver (which operates down to 30kHz) on the surface to get the best surface reception for cases where the signal is weak. The Lowe gives a very clear and crisp reception and works very strongly with earth electrodes. It is superior to all our home built apparatus.

Loop based transceivers are also used underground as a mobile contact point which can follow a stretcher or move with a search party to a stationary underground base station up to about 200m away straight line through rock distance. The underground base station must be an earth current type to allow the long distance communication to the surface and also to give a strong surface signal which must compete with the surface noise.

A 3-position beacon has been produced which plugs in to the microphone socket (and supplies itself with a few microamps from the PTT pull up resistor) using the sound generator chip UM3561. Three distinct sounds can give three pre-agreed messages such as: alignment, party found rescue over, flood coming take cover for cases where reception is weak and voice can not be understood. The circuit uses a 7555 which automatically switches between emission and reception every 5 seconds. This is used during alignment etc. to allow another party to intercept it. A more portable loop suitable for underground use and allowing reception during progression in the cave has been made using house wiring flexible conduit. The conduit when twisted forms a double loop, which can be carried over the shoulder but by untwisting, can form a large single loop for transmission.

Future Developments

The development of a small pager, that is active during normal progression in the cave, is still required in order to pass simple messages such as “please get your radio out we want to talk”, or “change to plan B”. We have demonstrated the operation of a simple pager using an earth current emitter on the surface and a Rugby receiver type detector (very small) carried in the pocket underground. This device had a limit of reception at about 500m but was quite erratic due to the fact it detects sudden drops in the carrier. Unfortunately by moving the ferrite rod around, spurious sudden drops in the carrier are frequently detected. A triple orthogonal ferrite rod should be tried.

We hope to re-layout the complete transceiver system on a single surface mount board with power amplifier and transformers included. The board should also allow the emission of the carrier alone which can be used as a call sign to activate a buzzer at the receiver in order to ‘wake up’ the other

party. To this end the following components have been identified as interesting: AD607, TDA7396 and the Newport transformer 1015. The board should have output IQ facility to allow BPSK detection and emission using a microcontroller chip on a separate board which should also allow interfacing to a further link (e.g. VHF set, cellular phone, SWT etc.).

There are plenty of ideas and most of these have long been discussed within the CREG Journal. Unfortunately there are not enough hours in the day. What is clear, however, is that there is a very high demand here in France for good underground communication systems.

References

Fauchez, Jean-Jacques (1998a) Notes from our French Correspondent, CREGJ 32, pp19-32.

Fauchez, Jean-Jacques (1998b) The Berger on 137kHz, CREGJ 34, p12.

Gill, Rob (1998) A Transformer for Earth Current Communications, CREGJ 32, pp15,16.

Hey, John (1995) The G3TDZ Cave Radio, CREGJ 22, pp12-16.

SYSTEM NICOLA Mk2

Designed by Graham Naylor naylor@esrf.fr

Development and testing in collaboration with SSSI and ADRASEC 38



Graham NAYLOR, a physicist at the European Synchrotron in Grenoble, is a member of the Isere cave rescue team and works in collaboration with the ADRASEC 38 on the development of new cave communication systems. He is the third from the left.

He is explaining the operation of the system NICOLA to gendarmes of the PGHM and to the Lieutenant ROMARY of the technical department of the gendarmerie nationale at Rosny-sous-Bois during test in the cuves de Sassenage (near Grenoble) with regards to future use by the gendarmes of the PGHM.

1. Technical characteristics

- o **Principle** : Emission/Reception SSB super heterodyne

Euro Norm : I-ETS 300 330 Class 3

Emission frequency : 86.95 Khz

Intermediate frequency : 455 Khz

Mixing and BFO : Derived from quartz oscuillator

Front-end filtering : Preselection with low pass filter and two stage LC filter

IF filters : Ceramic filter + high gain ampl + mechanical filter.

Modulation : Single side band.

Microphone: electret

Power into antenna : 3 Watts

Current loop : 0.1 A when matched

Adjustment : A 3 position switch to adapt the via the transformer the impedance of the ground to the impedance of the output stage.

Supply: 12V to 15V

Consumption at 12V : 0.06A on reception and 0.9A on emission

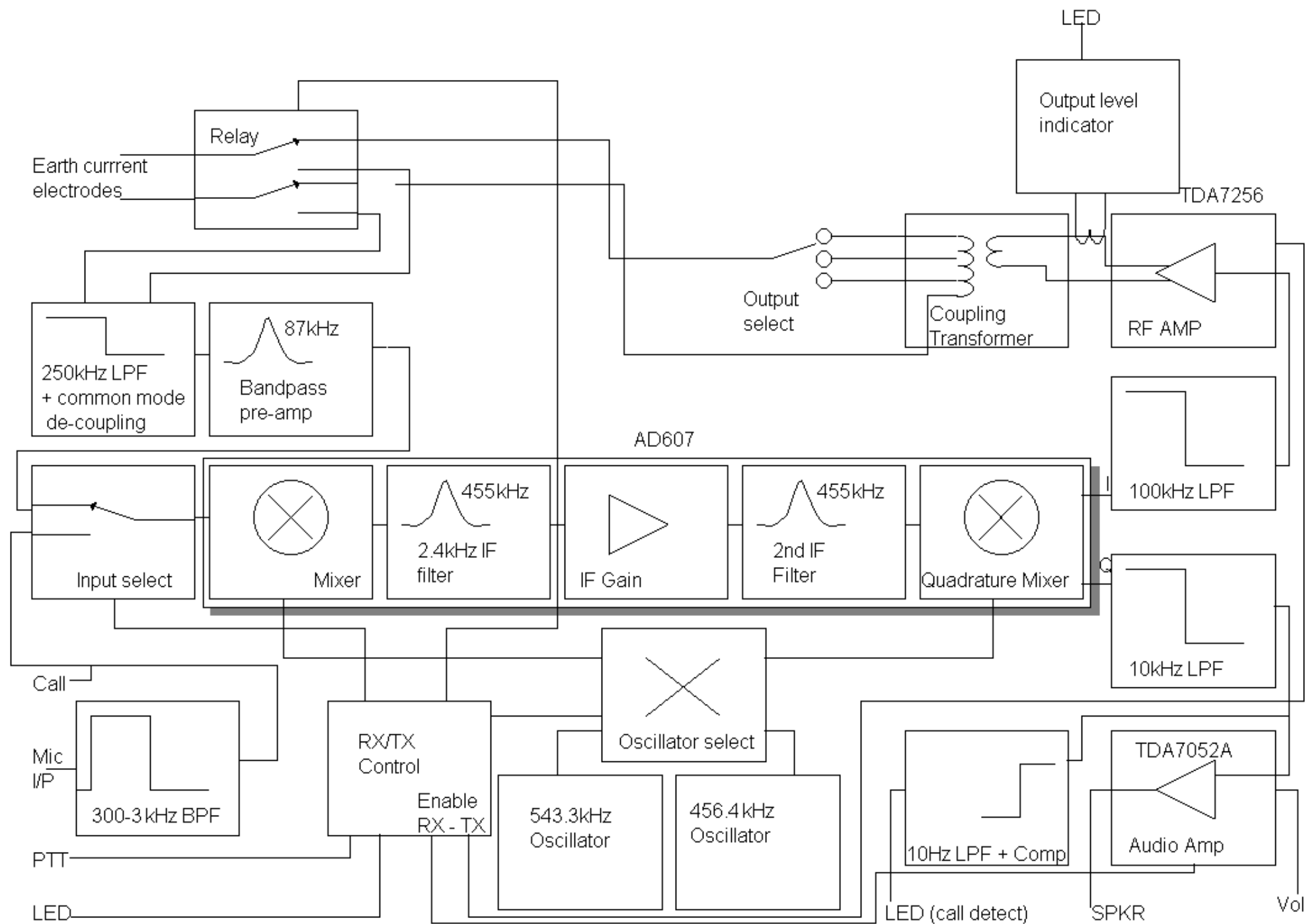
Antenna : Large virtual loop constituted by the two electrodes connected to earth spaced by 40-80m

Design : Mixed surface mount and through hole.

Performance : Through rock transmission 1200 m maximum dependant on the local geological conditions, 500 m generally useful.

Size : 150 X 80 X 50 mm

Weight : 0.250 Kg without batteries



Block diagram

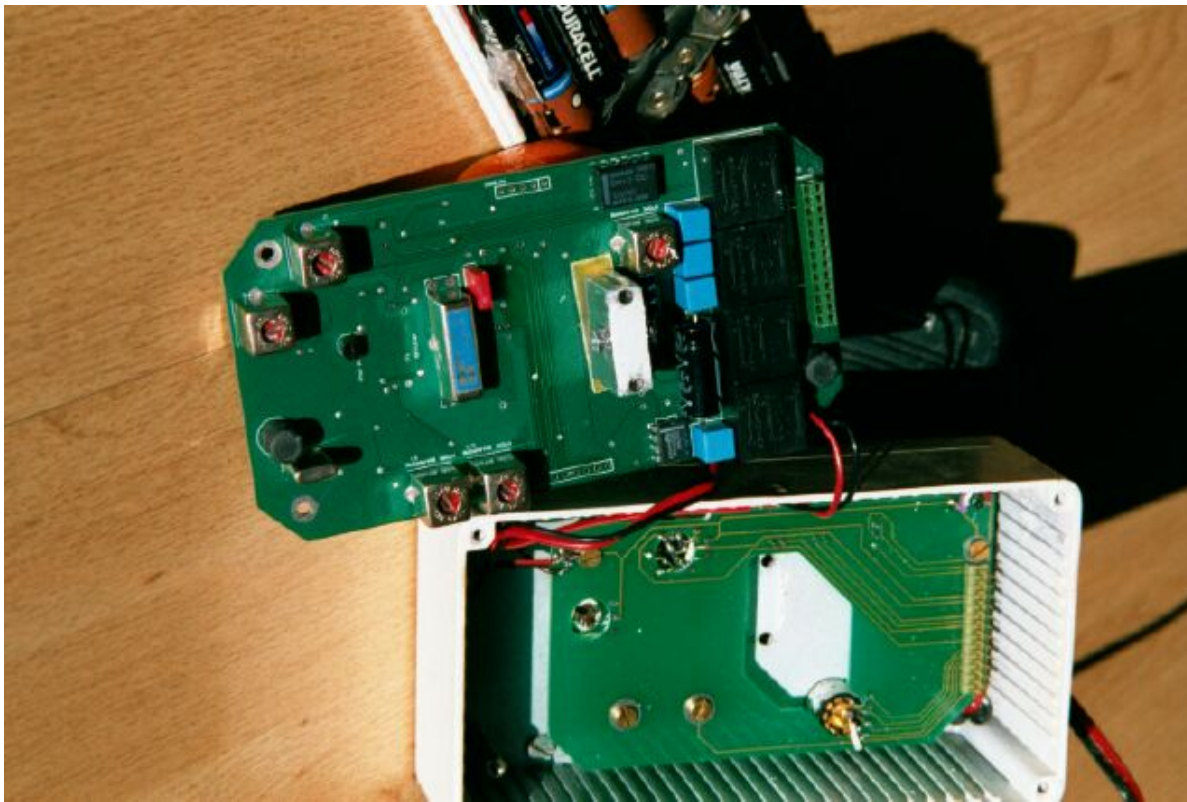


The unit is shown here housed in a protective box for use underground. It is recommended that it is transported in a separate waterproof container to avoid excessive contamination with mud and water. The microphone is hard wired to avoid any problems with connectors, but a connector is provided to allow future expansion for example the addition of remote control equipment or the transmission of digital messages.

The system has been tested on several foreign expeditions to Spain, Mexico and China as well as in France. The compact unit should be suitable for transport in most commonly used waterproof caving or cave diving containers. As of March 2000 these devices have been used on about 20 days of rescues.

The device shown above has a supply lead to allow the connection of an external battery. Two push terminals allow the connection of the antenna wires. A volume knob is provided and a three position rotary switch for the transmission power. There are three indicators: a red/green LED indicates emission reception; a red flashing LED indicates the presence of a carrier signal (useful for indicating that someone is calling when the volume knob is reduced) and an orange

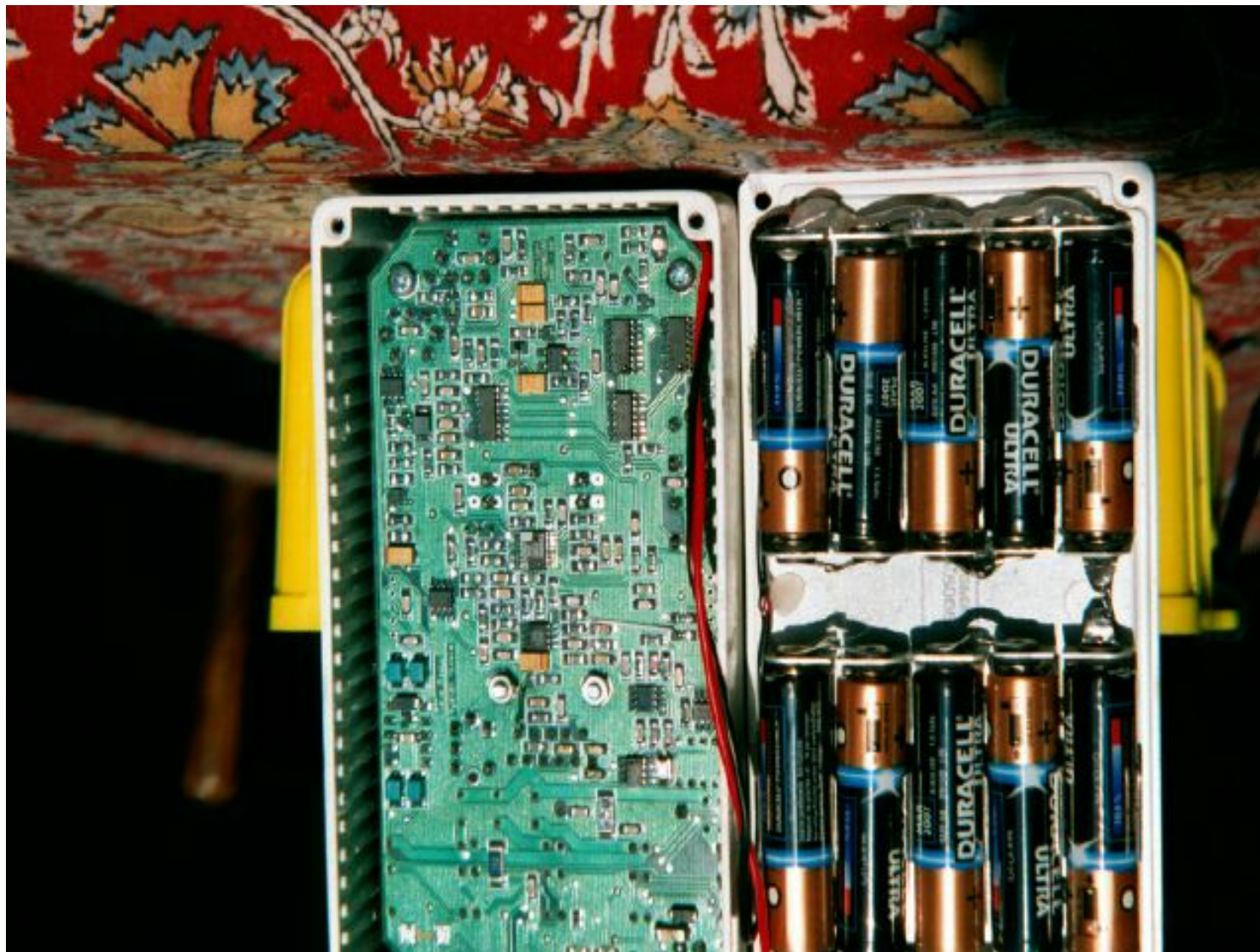
LED indicating the current running into the antenna (shows emission strength). A seven pin connector allows the connection of a spare headset, a spare microphone, remote control from VHF, connection of a SWT, connection of a beacon or connection of an interface (eg DSP) for the transmission of digital signals.



The device can be supplied from batteries providing between 12 and 15V. This is a view of the inside of the device showing the main low profile circuit board. All the connections for the front panel are made via a separate PCB attached to the front panel. There is even space in the box for 10 AA batteries (giving about 2-3 hours of intensive use with Duracell Ultras).

The output stage uses a series of 4 low profile circuit board mounted transformers to adapt the impedance to the ground. The primaries are connected in parallel and either 1,2 or 4 of the transformer secondaries are connected in series to the output, depending on the position of the rotary switch.

This design represents about a year of evenings and weekends. Several prototypes have been built and the current circuit board design is the fourth version. The loudspeaker is in the handset.



View of the surface mount side of the main board.



Protection of the device in a waterproof box.

2 - Construction of the device

- The production of a series of about 50 circuit boards is anticipated by mid april 2000. The boards can be assembled in these numbers for about 1850 F per board. There should also be some bare boards for hand assembly in small quantities in the future. The AD607 is however a 20 pin device with a 0.65mm pitch between pins. Hand soldering this device requires a little practice but a well made board should be able to be soldered by a competent technician in an afternoon. Around 1500 F is required to complete and box the device with a good quality handset and good quality front panel components. A few hours are required for the final assembly and trimming of the presets.

2 - Operation :

1. Wires are run out in each direction from the device to convenient points at which a good ground contact can be made. A ground connection can be made underground using a length of about 10m of electric fence tape in a pool or mud. On the surface metal stakes (or large metal

tent pegs) will work well. The symmetry of the antenna is not important but aim to have a separation between the grounding points of about 1/6th the distance over which communication is required.

2. Once the ground contacts have been made the battery should be connected causing the LED to light red.
3. The three position switch should be turned to 1. Blow into the microphone while squeezing the transmit switch. Raise the position of the switch until the orange LED lights.
4. Correct adaptation to the ground should now be achieved. With a good grounding connection this will be on position 1, with normal grounding it will be on position 2 but if you have to switch to position 3 then this indicates a poor ground connection or perhaps a broken wire.
5. Once the voice connection has been made it may be possible (if the reception is good at the far end) to drop the switch position in order to conserve the batteries.



case where large distances are to be attempted then it

Assembly:

- The construction of the circuit board is perhaps best subcontracted to an electronics company from the point of reliability (requires grouping a large order to make it economical). The gerber files for construction of the board are available from [Graham Naylor](#) . Soldering by hand such a surface mount board is possible provided the circuit board is of good quality with a solder resist layer (but requires some courage and a little practice).
- [List of components for the main circuit board.](#)
- [Circuit diagram of the board.](#)
- [Artwork and layout surface mount side](#) !!250k!!
- [Artwork and layout Component side](#) !!290k!
- [Surface mount layout](#)
- [Front panel cutouts](#)
- [Drill diagram for rivets to hold battery holders inside lid](#)
- [Front panel wiring diagram.](#)
- [Parts list for the box](#)
- [Circuit board for front panel](#) (suggested arrangement instead of wiring loom)
- [Assembly of the box](#)
- [Antenna connectors](#)
- [Box Layout](#)
- [Spacers](#)
- [Arrangement of the batteries in the lid](#)
- [Alignment of the set](#)
- [Notes/Modifications.](#)

[HOME](#)



PRESENTATION DU SYSTEME NICOLA

Quand il sera au point, Le Système Nicola sera utilisable comme un nouveau Système de communication pour les secours dans le Gouffre Berger. Graham Naylor décrit le système et les nouveaux progrès.

Par Graham NAYLOR (BCRA CAVE RADIO & ELECTRONIC GROUPE)

Traduction R. POUGET d'un article publié dans le journal de [CREG](#)

Présentation :

Le Système NICOLA a été réalisé en Isère (région de France où se trouvent les cavités du Vercors et de la Chartreuse) pour être utilisé comme système de communication entre la surface et le sous sol. Ce travail a été réalisé grâce à la participation de l'ADRASEC 38 (une association de Radio Amateurs qui apporte son aide en communications radio aux services de secours – l'équivalent du Britannique RAYNET), et plusieurs spéléos anglais (Paul Mackrill, Paul Rice, et moi-même). Le développement de ce système de communication a été fait à la demande de l'équipe départementale de secours spéléo ([SSSI](#)). La tragique montée des eaux dans le Gouffre Berger en 1996, fut la cause principale de la perte de deux vies. (Torda Istvan et Nicola Dollimore). Nick Perrin, (l'époux de Nicolla), fut à l'origine d'une fondation destinée à financer des recherches pour développer un système de communication utilisable dans les cavités souterraines et particulièrement pour transmettre un message d'alerte dans le Gouffre Berger.

L'importance de rapides communications pour transmettre l'état des victimes, (bilan médical), a été mis en évidence depuis longtemps par les équipes de secours Françaises (Note du traducteur : en France la médicalisation d'urgence se fait dans un premier temps sur le lieu même de l'accident). Spécialement en Isère où le retour à la surface peut prendre plus de dix heures dans certains réseaux souterrains.

Suivant d'autres fructueux travaux réalisés dans le même but en [Suisse, Grande Bretagne, USA et Canada](#), nous avons construit quatre radios pour la Spéléo en utilisant le schéma original d'un émetteur récepteur basse fréquence en bande latérale unique publié par John HEY. Les deux premiers prototypes ont été utilisés pour démontrer le principe, et les deux suivants furent réalisés sur un niveau de qualité plus élevé par F6EGY. C'est ces derniers appareils qui sont actuellement stockés dans les locaux de la CRS des ALPES prêts à partir pour un secours d'urgence). Ils comportent un simple amplificateur en pont utilisant deux TDA2006 qui pilotent un transformateur similaire à celui que Rob Gill

décrivait récemment (Gill, 1998). L'efficacité des courants telluriques a été démontrée à 87 Khz verticalement à travers 500m de roche dans le Gouffre Berger et horizontalement à travers 900m de roche à la Dent de Crolles tel que Jean-Jacques FAUCHEZ de l'ADRASEC 38 le rapportait dans le dernier journal du GREG (Fauchez, 1998a) et conformément au cahier des charges qui a été défini par SSSI pour assurer des communications a travers 500m de roche.

Technique :

Les conditions de variations de la qualité d'une liaison pour les communications radio suivant la distance sont multiples.

1 – [La réalisation de bonnes connections de terre](#)

2 – [Le couplage de la puissance de sortie](#)

3 – [La nature des strates de roches entre l'émetteur et le récepteur.](#)

4 – [Le bruit de fond](#)

La maîtrise de tous ces éléments est nécessaire pour obtenir une liaison fiable. Ceci a été l'objet du développement du "Système Nicola ". J'aimerais vous décrire dans ses grandes lignes les techniques que nous avons utilisé.

Connections de terre :

Réussir de bonnes connections est essentiel pour obtenir un maximum de signal à l'entrée du récepteur. Sans entrer dans les détails du mécanisme du transfert de puissance, nous pouvons être assuré que quand nous augmentons le courant injecté dans le sol nous augmentons le niveau du signal reçu. Ainsi réduire la résistance de terre améliore le couplage du signal.

Il y a eu de nombreuses diffusions d'articles sur la résistance entre des électrodes enfoncées dans un support de média homogène. Malheureusement, nos terrains de travail ne sont que rarement des médias particulièrement homogènes. En pratique, une bonne connexion de terre ou la résistance entre les électrodes devrait faire moins de 500 Ohms, devrait pouvoir être réalisée si de solides piquets sont enfoncées dans de la terre humide ou dans de la boue en surface. Sous terre, de la tresse électrique enfoncée de la même façon dans la boue, ou lancée dans une flaque d'eau donnera le même résultat. Par contre, une tresse bourrée dans une fente ou une fissure de rocher ne donnera qu'un médiocre contact.

Les exigences pour établir d'aussi bonnes connexions dans un passage sec nous a amené à réfléchir sur la façon de réaliser les contacts. Nous pouvons atteindre de très basses impédances résistives en couplant le courant dans le sol par l'intermédiaire des capacités réparties le long du fil du dipôle lui même plutôt qu'en un seul point au niveau de l'électrode, car la conjonction des lignes des courants telluriques dans la zone de cette électrode produit une sorte d'étranglement et augmente de façon spectaculaire la résistance. La composante réactive de la capacitance peut-être annulée aux radio fréquences en utilisant une série d'inductances.

Cette technique a été utilisée pour démontrer l'amélioration des communications à travers 500 m de roches par couplage capacitif sur du sol très sec. Ceci a été obtenu en utilisant une inductance réglable à mi longueur sur un seul fil d'antenne, donc en principe, on pourrait espérer qu'une inductance sur chaque fil d'antenne devrait donner de meilleurs résultats. L'inductance a été soigneusement construite avec une relativement grande valeur (plusieurs milli Henrys), mais nous avons malgré tout une faible capacité parasite résiduelle à la fréquence utilisée. Nous avons construit de la même façon un réseau d'inductances en connectant plusieurs selfs (supérieur à 10mH à 1,6 mH, + supérieur à 10, 840 micro Henry à 10, 120 micro Henry). Cette technique n'a pas, toutes fois été adoptée pour nos opérations, le réglage par inductances étant à la fois une onéreuse et inacceptable complication. En outre, le voltage à la résonance spécialement quand nous augmentons la puissance de sortie, atteint probablement un niveau plutôt élevé (autour de 10 Kv !) et potentiellement mortel. Une récente publication dans ce journal du CREG sur ces problèmes de sécurité en a parlé. – Dans un environnement humide, comme un lac ou une rivière souterraine, le voltage admissible de sécurité pour l'utilisation d'un appareil électrique est de 12 volts ! Si nous avons plusieurs centaines de volts sur les fils d'antenne, et que nous avons aussi les mains mouillées (sûrement dans une grotte), qu'en plus nous sommes agenouillés dans l'eau (ce n'est pas impossible dans une grotte), nous obtenons la recette pour subir le passage de plus de 25 mA à travers le corps (et donc de bonnes chances pour mourir). Si nous avons des gants secs et sommes agenouillés, mais qu'heureusement le sol est sec, nous n'aurons probablement pas de trop mauvaises sensations. En tout cas, nos communications doivent être établies en sécurité dans toutes les circonstances car elles sont destinées à sauver des vies et pas à tuer de pauvres spéléologues qui ne nous ont rien fait. Voilà pourquoi nous n'avons pas accepté les hauts voltages.

La solution est donc d'utiliser les bas voltages tout en diminuant le plus possible la résistance de contact. Nous avons réalisé cela en utilisant 10 à 20 mètres de ruban pour clôtures à vaches, large ruban tissé avec des fils métalliques, qu'on a connecté à la fin des fils d'antenne. Ceci a donné une dispersion des contacts avec la terre qui a contré l'effet d'étranglement au niveau des lignes de courants telluriques, car ceci est l'équivalent d'une multitude de petites électrodes en contact avec la terre. Il est judicieux d'utiliser ce type de bande conductrice aplatie et large qu'on peut coucher à plat sur le sol plutôt qu'une clôture électrique type fil de fer qui est plus rigide et qu'on ne peut maintenir à plat. Ce qui est important, c'est d'avoir de nombreux points de contacts. Les contacts peuvent être améliorés en posant des pierres de loin en loin par dessus la bande conductrice ou mieux, l'immobiliser en l'enfonçant à coup de talon dans la boue humide (si c'est possible). Bien sûr, le plus fantastique contact peut être réalisé en lançant la totalité de la longueur de bande dans une large piscine ou dans plusieurs petites flaques d'eau.

Couplage de la puissance :

En principe nous pouvons coupler plus de puissance dans l'étage de sortie pour avoir une meilleure liaison en utilisant simplement un amplificateur à haute puissance. Mais il y a toutefois quelques consignes de prudence à respecter.

Nous sommes uniquement limités par la puissance maximum de sortie de nos batteries et nous voulons aussi que le rendement de l'amplificateur soit aussi bon que possible (Heureusement que nous avons une fourniture complémentaire en piles au lithium de 13 Ah qui nous donnent une bonne autonomie). Les amplificateurs en classe A donnent peu de distorsions mais sont assoiffés de courant. Les TDA type d'amplificateurs en classe AB, sont pratiques à utiliser mais on ne peut pas utiliser le plein voltage de sortie crête à crête.

Nous avons fait des expériences avec ces deux modes d'amplificateurs et nous avons démontré qu'il est possible d'encoder un signal SSB avec une onde PWM (obtenir une émission en bande latérale unique à partir d'une modulation par largeur d'impulsions). Le départ de l'impulsion commande la phase de la SSB pendant que sa durée donne l'amplitude. Une série de filtres LC devant la sortie du transformateur permet depuis un MOSFET monté en pont mélangeur de reconstituer le signal SSB. Malheureusement, le circuit n'est pas fait pour rester linéaire entre l'amplitude et la largeur de l'impulsion . J'ai utilisé le circuit SGS 3525 qui a donné une distorsion de modulation. Aussi pour ce haut niveau de puissance, l'inductance utilisée dans le filtre de sortie a été calculée plutôt élevée et de ce fait n'a pas été saturée introduisant de la distorsion. La leçon tirée de ceci fut que si nous désirons un gain de 10 dB en sortie avec un gain en rendement de 3db, mais que nous n'avons pas fait rigoureusement attention, nous aurons tout simplement 10 dB de gain, mais avec une telle perte de qualité de la modulation correspondant à une perte équivalente à plusieurs dB, que cela reviendra à être moins efficace tout en consommant encore plus de puissance des batteries sans augmentation notable du gain général. Ceci nous fait dire qu'il reste encore pas mal de travail pour plus tard..!

De la même façon, chaque fois que nous voulons augmenter la puissance, nous nous créons des problèmes en retour. Basé sur mon expérience, je donne les conseils suivants : Avec les antennes de grande dimension, l'important champ HF peut être capté par le fil du microphone et alimenter un accrochage à travers l'ampli BF (la fréquence radio utilisée est très basse, 87 Khz ne l'oubliez pas). La puissance consommée par l'amplificateur BF peut aussi induire des perturbations dans le circuit d'alimentation du micro ou du mélangeur (c'est pour cela qu'il faut un bon filtre de découplage entre les étages BF et HF). Utiliser un régulateur de voltage pour le microphone et le mélangeur est une bonne idée. Dans le circuit de John HEY, la moitié du voltage de référence obtenue par un diviseur de potentiel avec un ampli opérationnel ne peut prévenir efficacement cette ondulation parasite dans le circuit du microphone car ce pont diviseur n'a pas de capacité de découplage. Bien que le schéma prévoit cette capacité, le circuit imprimé n'a pas d'emplacement pour elle. Aussi, en bref, utilisez un circuit analogique audio, expérimentez et surveillez le couplage parasite (soignez votre travail de câblage ! Je dois admettre que ma pratique de câblage donne un triste fouillis. - Note du traducteur: En réalité il câble comme un cochon. Heureusement, il a bien d'autres qualités que nous apprécions tous. ;-)

Nature du sol :

La nature de la roche peut être très variable, ainsi 1000 m de roche à un endroit peut autant absorber que 300m à un autre emplacement. Une couche de marne ou un calcaire pauvre bloque le signal alors qu'un bon et solide calcaire le laisse bien passer.

Cet effet à été clairement démontré durant nos essais dans le Gouffre Berger où nous désirions établir une liaison depuis le camp souterrain de la salle des Treize. L'année dernière nous avons fait un essai de communication depuis un point en surface à la verticale de cette station souterraine. A cause d'une couche de marnes et du calcaire Sénonien qui accumulait l'humidité, nous n'avons obtenu aucun contact.[berger3.gif](#) Le 13 août de cette année (lire FAUCHEZ, 1998b), nous avons réussi un très bon résultat dans l'ensemble en 87 Khz avec le Système Nicola et avec le 137 Khz de J-J FAUCHEZ dans toutes les directions du point 4 (sur la carte au croisement des chemins) à travers 600m de roche. Un appel fut aussi entendu par le Système Nicola de la Salle des treize depuis une station située à 1 Km de là mais la liaison bilatérale ne put être obtenue à cause du fort niveau de parasites d'orages qui saturaient la station en surface.

La conclusion fut que ce n'était pas forcément en se positionnant verticalement au dessus de la station souterraine pour raccourcir la distance, qu'on obtenait le meilleur contact. Pour ces opérations, nous avons utilisé des récepteurs équipés de boucles de réception (un récepteur Lowe ou des Molephones avec leur antennes boucles.), pour chercher en surface l'endroit où le signal était le meilleur. Le point de meilleur signal en surface peut-être anticipé en connaissant le relief géologique (voir la coupe géologique) mais les influences des conditions locales peuvent être plus profondes par exemple, une faille, une fissure, une rivière souterraine, une grande salle dans le réseau.

Bruit de fond :

Le bruit de fond peut-être très fort, spécialement avec des contacts de terre. Le bruit de fond provient des perturbations atmosphériques particulièrement fortes en fin de soirée, en été et pendant les orages. L'émetteurs de radionavigation LORAN produit des salves périodiques de bruit qui ressemblent à celles d'un équipement motorisé proche. Les clôtures électriques des fermes peuvent aussi donner des impulsions bruyantes sur la bande des très basses .fréquences.

Le choix de la fréquence modulée est un problème important et bien que le 137 Khz soit légèrement moins perturbé par les bruits atmosphériques, le 87 Khz donnerait des meilleures conditions de transmission à travers une plus grande épaisseur de roche. Le problème du bruit est particulièrement aigu car en surface le bruit aurait tendance à être plutôt

plus important que le signal venant du fond au point que parfois l'équipe du fond entend très bien la surface mais que la surface ne reçoit absolument pas le fond.

Pour surmonter cela, nous avons l'intention de développer des communications digitales (émission en BPSK et utilisation des possibilités de la réception par détection de phase). Ceci assurera le retour de communications dans les conditions où la surface est perturbée par les statiques, bien que dans certains cas extrêmes (orages), l'équipe de surface doive déconnecter les dipôles et se mettre à l'abri.

Les tests dans le [Gouffre Berger](#).

Le 23 août de cette année, nous sommes descendus dans le Gouffre Berger avec le "Devon Speleological Society" pour des essais et établir un contact à mi chemin du fond du gouffre. Cet emplacement est d'une importance critique pour les secours, mais également, ce secteur du gouffre est un d'un grand intérêt pour les équipes d'exploration car un contact radio depuis ce point permettrait de recevoir un rapport météo récent avant de s'engager dans la partie aquatique du réseau. Un tel système aurait été utile en 1996 car il aurait sauvé des vies. La mise à disposition pour tous de ce service est le but de la fondation NICOLA.

Une liaison vocale remarquablement claire (dans les deux directions) fut établie sous terre entre le Grand Canyon et l'équipe de surface de l'ADRASEC positionnée, dans un chemin au dessus du hameau du Fournel sur la commune d'Engin. L'excitation était intense car c'était la première liaison établie depuis cette profondeur avec une qualité équivalente à celle du téléphone. Les différentes liaisons établies sont visibles sur le schéma diagramme. Durant l'établissement de ce premier contact entre la surface et le Grand Canyon, une liaison à deux voies fut établie avec les Molephones en surface, à une distance proche de 500 m, ceci constitue certainement un record pour les Molephones! En surface, malgré les parasites, le Molephone de surface recevait clairement le puissant courant tellurique produit par le système Nicola du Grand Canyon à cause de son efficace couplage. Par contre sous terre, et dans l'autre sens, malgré un relatif environnement sans bruits et sans parasites, grâce à l'efficacité du couplage avec le sol permettant une bonne collecte du signal, le récepteur par courant tellurique (du système Nicola) permettait tout juste d'entendre faiblement le Molephone de surface. [berger1.gif](#)

Quand en surface, le Molephone était remplacé par un Système Nicola avec courant tellurique, sous terre, le haut-parleur faisait littéralement un bond dans son support tellement le son était fort. Le succès de cette liaison était due à l'importante étendue d'une faible résistance entre la terre et les électrodes produite par l'utilisation de nos rubans conducteurs (N.D.T.: clôtures de vaches). Bien que poser ces électrodes fut facile, l'acquisition d'une certaine pratique pour obtenir moins de 300 Ohms au bornes de l'appareil est vraiment critique. A ce niveau de résistance de contact de terre, l'impédance capacitive des fils est négligeable.

Malheureusement le jour de ces test le Gouffre n'était pas équipé jusqu'au fond. Mais comme on peut le voir sur la coupe verticale, l'épaisseur de la couche de calcaire entre la galerie et la surface, n'étant pas plus importante plus bas à cause de la pente en surface, nous avons estimé qu'établir une liaison à -1000 m serait aussi facile qu'à -800. berger4.gif

Avant de remonter, un appareil (un des premiers prototypes moins performant mais d'un niveau acceptable) fut laissé sur place.

Les membres du "Devon Speleonic Society" ont utilisés cet appareil pendant la durée de leur exploration du gouffre. Un membre a même pu parler avec son épouse en Angleterre depuis le fond, la surface couplant manuellement le système Nicola à un téléphone GSM. Cette communication depuis le fond du Gouffre Berger avec la Grande Bretagne constituant certainement une remarquable première. Bien qu'il reste encore beaucoup de travail à faire sur le Système Nicola pour intégrer un couplage automatique avec un téléphone GSM, nous avons bon espoir d'y arriver dans le futur avec la production de la nouvelle génération d'appareils.

Résultats opérationnels:

Les appareils qui sont couramment utilisés fonctionnent sur la fréquence 87 Khz en modulation USB (Bande latérale supérieure) et sont compatibles avec les Molephones. possédés par l'équipe de secours Française malgré le léger décalage de fréquence. Ce décalage produit une tonalité de voix avec une légère perte d'intelligibilité. Les appareils Molephone utilisent des antennes boucles et sont utilisés en surface pour trouver le point où le signal est le plus fort. A cause de la variation de la topologie et de la géologie du terrain, le rapport signal sur bruit varie de façon spectaculaire quand on se déplace. Une fois que la bonne position est trouvée, le Système Nicola est installé.

Cette technique fut utilisée pour établir la communication de la surface avec la partie basse du Gouffre Berger Mais en fait ce point avait déjà été identifié comme théoriquement possible sur la carte géologique. Nous avons aussi utilisé un récepteur LOWE 150 HF (qui peut descendre jusqu'à 30 Khz) pour une meilleure réception en surface au cas où le signal aurait été faible. Le LOWE donnait une réception très claire et brillante, raccordé aux électrodes du dipôle. Il est supérieur à tous nos appareils faits maison.

Ces émetteurs - récepteurs avec antennes boucles sont aussi utilisés sous terre comme appareil de liaison mobiles dans le cas où nous devons suivre le transport d'une civière ou se déplacer pendant une recherche, pour rentrer en contact avec une station fixe plus loin à travers une épaisseur de roche d'environ 200 m. C'est cette station fixe qui sert de relais grâce à son puissant signal par courants telluriques avec la surface qui est ainsi moins gênée par le bruit de fond.

Une balise à trois position à été réalisée dans une prise de microphone (pouvant être auto alimentée par la prise micro) utilisant circuit intégré, un générateur de sons 7555 qui passe automatiquement d'émission en réception toutes les 5 secondes. Elle est utilisée pendant les réglages de mise en place pour permettre à l'autre équipe de se positionner pour la meilleure réception. Une antenne boucle plus facile à transporter pendant les déplacements sous terre a été aussi réalisé dans une gaine souple pour les fils électriques utilisée sur chantier de construction des maisons. Elle peut être transportée lovée en huit sur les épaules, et elle forme alors une double boucle pour la réception. Mais déployée, elle forme une large simple boucle utilisable en émission.

Développements futurs :

Le développement de petit récepteurs de messages pouvant recevoir pendant la progression sous terre sont encore demandés pour pouvoir passer un simple message comme "Sil vous plaît, mettez en route votre radio, nous voulons vous parler", ou "changement pour le plan B" Nous avons démontré cette opération avec un simple récepteur utilisant émetteur de courant tellurique en surface et un récepteur Rugby type détecteur (très petit) emmené dans la poche sous terre. Ce produit atteint ses limites de réception au bout de 500 m mais il est un peu irrégulier du fait qu'il détecte des variations subites de niveau pendant le transport. Malheureusement en déplaçant la ferrite de l'antenne de part et d'autres on peut déclencher des fréquentes détections de signaux. Une triple antenne ferrite orthogonale sera essayée.

Nous espérons construire prochainement un nouvel appareil émetteur récepteur complet sur un circuit imprimé d'une seule face avec l'amplificateur et le transformateur inclus. Cet appareil pouvant produire la porteuse seule qui sera utilisée comme signal d'appel pour activer un générateur de signal sonore prévenant l'autre équipe qu'on veut lui parler et qu'il faut augmenter le volume du haut parleur. A cette fin, les composants suivants ont été identifiés et sont intéressants : AD607, TDA7396, et le transformateur 1015 de Newport. Le circuit a des possibilités IQ pour produire de la BPSK en détection et en émission en utilisant un circuit intégré microcontrôleur et pouvant être utilisé pour interfacer la liaison avec un autre émetteur (par exemple en VHF ou un téléphone GSM, SWT etc.)

Il y a abondance d'idées dont un beaucoup ont été longuement débattues dans le journal du CREG. Malheureusement il n'y a pas assez d'heures dans une journée. Ce qui est sûr, malgré tout, c'est qu'il y a ici en France une très importante demande pour de bons systèmes de communication pour la spéléologie.

Références

Faucheux Jean-Jacques (1998a) Note from our french Correspondent, CREGJ 32, pp19-32

Faucheux Jean-Jacques (1998b) The Berger on 137Khz, CREGJ 34, p12

Gill Rob (1998) A transformer for Earth Current Communications CREGJ32, pp15, 16

Hey John (1995) The G3TDZ Cave Radio CREGJ 22, pp12, 16