



Energy, Mines and
Resources Canada

Énergie, Mines et
Ressources Canada

CANMET

Canada Centre
for Mineral
and Energy
Technology

Centre canadien
de la technologie
des minéraux
et de l'énergie

SYSTÈMES D'INFORMATION ET DE COMMUNICATION DANS LES MINES SOUTERRAINES CANADIENNES

R. Tervo & N.R. Billette
Laboratoires de recherche minière

Décembre 1987

Présenté à Val D'Or, Québec, février 24-25, 1988.

Compte Rendu du séminaire CANMET; Val D'Or, Quebec. pps. 79-110.

TOUS DROITS RÉSERVÉS DE LA COURONNE

LABORATOIRES DE RECHERCHE MINIÈRE
RAPPORT DIVISIONNEL MRL 87-143(OPJ)

MRL 87-143

(OPJ) "F" c.2

(OPJ) "F" c.2

MRL 87-143 TRW

Carrot Information
Centre
D'information de Carrot

JAN 28 1997

555, rue Booth ST.
Ottawa, Ontario K1A 0G1

SYSTÈMES D'INFORMATION ET DE COMMUNICATION DANS LES MINES SOUTERRAINES CANADIENNES

par

R. Tervo* et N. Billette**

INTRODUCTION

CANMET considère que les facteurs les plus importants sur la scène minière sont aujourd'hui la sécurité des travailleurs et leur productivité individuelle. Ces deux facteurs peuvent être considérablement améliorés par de bonnes communications souterraines, que ce soit verbalement, pour la transmission de données numériques du statut de l'équipement, ou encore pour des systèmes de surveillance environnementaux.

Il ne s'agit évidemment pas d'idées nouvelles. Les possibilités de tels systèmes ont été reconnues depuis longtemps, et des systèmes radios sont en usage sous terre depuis de nombreuses années, certains avec des résultats plus heureux que d'autres.

Le texte qui suit tente de cerner l'ensemble du problème des communications souterraines, de l'équipement disponible et des moyens potentiels de solution qui existent à l'heure actuelle. Il ne sera pas question ici de solutionner tous les problèmes, mais bien plutôt d'orienter les recherches afin d'aboutir à une solution et d'expliquer les problèmes auxquels sont confrontés les opérateurs dans divers types de terrain.

Les auteurs présentent aussi divers textes de référence à la fin, qui peuvent être consultés. La documentation volumineuse sur le sujet des communications souterraines ne peut être qu'effleurée dans les pages qui suivent, de sorte que ces références devraient s'avérer fort utiles au lecteur qui désire pousser plus à fond ses connaissances du problème et des moyens de solution.

Par cette présentation, CANMET espère donner une impulsion supplémentaire au momentum déjà considérable que suscite le sujet des communications souterraines dans l'industrie minière.

* Gérant, Laboratoire d'Elliot Lake;

** Chercheur scientifique, Laboratoire canadien de Technologie minière, Ottawa;
Laboratoires de recherche minière, CANMET, Énergie, Mines et Ressources Canada.

Mots clés: communications verbales, mines souterraines, transmission de données numériques, téléphone, télévision, câblage, signal et bruit.

PROBLÈMES À SURMONTER POUR DE MEILLEURES COMMUNICATIONS SOUTERRAINES

Il existe en fait trois problèmes principaux à surmonter avant d'introduire un système de communication en souterrain. Le premier concerne la réticence des travailleurs à sortir de cet isolement qui leur donne tellement de latitude, comparé aux travailleurs de n'importe quelle autre industrie. Le second concerne la réticence du personnel cadre qui doute très souvent du bien-fondé de cet investissement et qui doit tenir compte du coût relié à l'entretien du système. Le troisième problème concerne le choix du système à utiliser, son coût versus ses avantages et défauts, et les critères de choix en général.

ACCEPTATION PAR LES TRAVAILLEURS

Il faut d'abord vaincre la réticence des travailleurs en leur expliquant le but du système; que ce soit la sécurité ou l'amélioration potentielle de leurs conditions de travail, les bénéfices anticipés au niveau de la productivité individuelle et la réduction des frustrations liées au manque de matériel requis pour compléter leur tâche. Ceci doit permettre de les motiver suffisamment pour répondre au téléphone ou au signal radio. Le résultat doit conduire non pas à une acceptation passive du système, mais bien à son utilisation optimale par l'ensemble des usagers potentiels. Il ne faut pas négliger la scolarité accrue du personnel qui lui permet de mieux mesurer les avantages et inconvénients d'un système, et par conséquent de l'accepter plus facilement lorsqu'il leur procure plus d'avantages que de désavantages.

Le système de communications choisi doit donc être assez fiable, afin de maintenir l'intérêt des utilisateurs. Sans cela, il perd rapidement de sa valeur et tombe dans l'oubli pour cause de désuétude. Chaque élément (radios, câbles, fils, jonctions ou autres) doit donc posséder une vie suffisamment longue sans problème de bris récurrents, une fois les ajustements de mise en place effectués.

ACCEPTATION PAR LA DIRECTION

Lorsque le système de communications sélectionné accroît les problèmes de la direction plutôt que de simplifier les tâches administratives, il est bien évident que ce système ne peut être acceptable. Il faut donc s'assurer d'un apport positif à l'opération non seulement au niveau de la productivité et de la sécurité des travailleurs et de la mine en général, mais en plus dans son potentiel à répondre plus rapidement aux situations qui se développent en souterrain et qui demandent une décision immédiate.

Tout comme les travailleurs, la direction des mines canadiennes a augmenté son niveau moyen de scolarité au cours des deux dernières décennies. Il lui faut donc un système de communication qui lui procure plus d'avantages que d'inconvénients, une tâche plus motivante.

L'entretien préventif du matériel de production constitue un secteur clé où les bénéfices devraient apparaître à plus long terme à cause d'une efficacité améliorée et d'une réduction des risques à la sécurité dus aux pannes imprévues.

Enfin, un point très positif dû à la scolarisation accrue du personnel à tous les niveaux, c'est l'attitude positive face aux changements. Au lieu d'adopter une attitude conservatrice dictée par des connaissances très limitées, la direction des mines et ses travailleurs a de plus en plus tendance à faire des essais, sachant fort bien que certains d'entre eux ne pourront s'avérer profitables, bien que les résultats globaux de ces essais seront positifs. Ils sont d'ailleurs payés pour s'assurer du meilleur rendement des investissements et, par conséquent, pour discerner les nouveautés qui ont du potentiel de celles inapplicables dans le contexte de leur opération.

CHOIX DE L'ÉQUIPEMENT DE COMMUNICATION

Il existe divers systèmes conventionnels dans les mines. Par exemple, toutes les mines ont des téléphones sur les niveaux ou des lumières clignotantes en des points fixes stratégiques. Des systèmes moniteurs ont été implantés pour contrôler le statut des pompes ou des ventilateurs, et parfois des détecteurs de fumée ou des sondes de température (chauffage de l'air) ont été utilisés. Récemment, de nombreux systèmes ont été aménagés sous terre en Ontario pour la transmission des données de contraintes de terrain ou d'événements microsismiques. Certaines mines expédient au jour les rapports de la période, effectués sous terre.

Les communications souterraines radio demeurent le domaine le plus facile où reconnaître les avantages mais où de nombreuses questions sur la façon de l'introduire avec succès restent toujours sans réponse claire. Après une analyse des besoins et après avoir défini les domaines à desservir, il faut choisir l'équipement qui réponde aux divers modes de communication requis.

Il faut considérer un nombre imposant de moyens disponibles, des téléphones aux téléviseurs, sans mentionner les ordinateurs et les systèmes FAX pour la transmission des données et la surveillance de l'équipement stationnaire et mobile.

Pour propager le signal, il est possible d'utiliser les ondes MA, MF, BLU (bande latérale unique) à basse, moyenne ou haute fréquence. Pour véhiculer l'information, la

sélection du médium va des conducteurs existant dans la mine, en passant par le simple fil de cuivre no 12, jusqu'à l'un des nombreux types de cables (plat à deux conducteurs, coaxial ou encore à gaine non-étanche - LEAKY). Des câbles de fibre optique ont aussi été suggérés et utilisés pour transmission vocale ou de données numériques; ils éliminent toute interférence électromagnétique. Des microprocesseurs et un système de contrôle informatisé ont également leur place dans cette optique. La question est la suivante: comment choisir?

On prétend que les cables ne peuvent résister à l'environnement souterrain ou que des dommages, parfois délibérés, sont inévitables. Une installation soignée et un entretien adéquat peuvent fournir une réponse partielle à ces allégations.

Toutefois, les principaux problèmes reliés aux communications verbales possèdent des solutions relativement simples. Il y a déjà longtemps que chacun utilise des téléphones ou radios en surface. Pourquoi une technique aussi valable fait-elle face sous terre à des réticences qui n'existent pas en surface? La réponse dépend de la fiabilité du système. À cause de l'environnement souterrain difficile, il faut s'assurer que les radios durent longtemps, avec peu d'entretien; il faut aussi que la communication soit possible la plupart du temps. De ceci découlent deux conditions principales à rencontrer:

1. Parce que le coût d'installation du système est important, le rapport coût/bénéfice doit être favorable. Le système doit donc simplifier les fonctions de direction plutôt que les alourdir. Un système qui est souvent en panne tombe rapidement en désuétude. Un système qui fonctionne bien résulte en des améliorations de la sécurité, de la productivité et de la satisfaction au travail à mesure qu'augmentent son efficacité et son usage.
2. Il faut informer les travailleurs de la nécessité du système et de ses usages prévus. Quand les bénéfices à l'utilisateur dépassent les inconvénients, les travailleurs acceptent rapidement d'utiliser le système et s'assurent qu'il demeure fonctionnel.

Saunders¹, dans son rapport à MIROC en 1981, est arrivé à des conclusions (p. 26) qui sont toujours valides aujourd'hui. Elles sont les suivantes:

“L'avantage coût/bénéfice des systèmes de communication peut s'avérer très réel, à la condition que la conception originale est adéquate et son application correcte. Des bénéfices intangibles peuvent aussi être obtenus par une sécurité et un confort individuel accrus. **Aucun système n'a toutes les réponses, tel que démontré par l'expérience de la mine**

¹ Saunders, H.W.(1981). Communications in Underground Mines, Technical Report - R.046, prepared for MIROC, Cominco Ltd, Trail, décembre, 27p plus annexes

Sullivan. Alors que cette assertion peut être vraie pour les mines de taille importante, les opérations plus modestes sont moins affectées et peuvent fort bien s'accommoder d'un seul système.

La communication radio bidirectionnelle est possible sous terre. Les endroits de bénéfices maximaux sont: les puits, les systèmes de convoyeurs, les chemins de halage et les zones mécanisées.

Les systèmes conventionnels ont leur place. Des téléphones utilisant des caténaires sont plus économiques dans les longs trajets de halage souterrains. Des systèmes à fil tels que téléphones, pagettes et autres systèmes légers sont mieux adaptés pour des utilisations stationnaires. Certaines pagettes de mine sont très simples avec des coûts d'entretien peu élevés, ce qui les rend idéaux à titre de réserve d'urgence à des systèmes plus complexes.

L'introduction dans le milieu de travail de systèmes de commutation téléphonique de type PABX et les besoins accrus de communications vont accélérer l'intégration des divers systèmes dans les mines.

La prochaine évolution pratique dans la technologie des communications souterraines se fera dans le sens de systèmes hybrides. Il semble maintenant évident que la panoplie des systèmes en usage possède ses avantages et inconvénients. La prochaine étape consiste donc à intégrer ces systèmes en un outil plus utile et productif. Le central électronique pourrait fournir cet interface."

Un autre critère de choix d'équipement de communication, c'est sa disponibilité et l'accès rapide à des experts pour solutionner les problèmes opérationnels. Par exemple, Rio Algom Ltée bénéficie de la présence sur place à Elliot Lake des bureaux de la firme El-Equip, ce qui permet de maintenir leur système de communication dans un état de rendement optimal.

Parkinson (1973)², du USBM, a décrit, il y a plus de dix ans, une approche sensée au développement des communications souterraines:

"Le Bureau des Mines (Américain) poursuit présentement des études, recherches, expériences et démonstrations afin de développer des méthodes et moyens nouveaux ou améliorés qui solutionneraient les problèmes de

² Parkinson, H.E.(1973). Mine Communications. Proceedings: Bureau of Mines Technology Transfer Seminar, Bruceton, Pa., March 21-22, IC 8635.

communication entre le jour et le fond, ainsi qu'entre les places de travail. Ces efforts ont permis d'identifier certaines solutions à ces problèmes, solutions qui peuvent être introduites en modifiant les systèmes de communication disponibles. Notre approche générale à l'identification des solutions implique six types de travaux:

1. **Utiliser de l'équipement disponible.** - Nous nous sommes concentrés sur une approche directe. Nous avons acquis de l'équipement qui permet de solutionner les problèmes immédiats de communication minière. Cet équipement a été aménagé dans notre mine de recherche en sécurité de Bruceton, de façon à servir de démonstrateur pour l'industrie.
2. **Définir les besoins futurs et l'équipement nécessaire.** Nous avons commencé à évaluer les besoins futurs en communications souterraines et la disponibilité d'équipement moderne de communication qui permettra de satisfaire ces besoins.
3. **Mesurer les propriétés des signaux et des bruits.** Nous avons initié des essais afin de mesurer les bruits électromagnétiques, les propriétés électromagnétiques du charbon et du mort-terrain, ainsi que la propagation des ondes électromagnétiques dans les galeries, travers-bancs, les toits et à travers le mort-terrain.
4. **Démontrer les principaux systèmes dans des mines en opération.** Nous avons planifié au moins trois démonstrations d'importance, dans des mines en exploitation, de systèmes de communication englobant toute la mine et permettant des communications régulières et d'urgence. Ces travaux constitueront un effort coopératif entre les opérateurs de ces entreprises, le Bureau des Mines et les mineurs.
5. **Établir les travaux de base pour standardiser les équipements.** Nous avons commencé à étudier les besoins techniques en équipement de communication minière. Les résultats de cette étude conduiront à l'élaboration de standards industriels qui assureront l'industrie minière d'équipement de communication fourni par les manufacturiers satisfaisant les besoins opérationnels, suffisamment résistant aux conditions quotidiennes difficiles, et permettant des communications instantanées en cas d'urgence.
6. **Développer des produits spéciaux.** Nous avons débuté un programme de développement de produits orienté vers la mise au point

de produits satisfaisant des besoins particuliers de communications souterraines. Ces produits seront testés de façon poussée dans des mines opérationnelles avant d'aboutir à des conceptions utiles aux fabricants desservant l'industrie minière."

Ceci permet de comprendre qu'il n'existe pas de système permettant de rencontrer tous les besoins de l'industrie et qu'il est nécessaire d'introduire un système hybride utilisant les diverses composantes requises pour chaque partie du système aux endroits où elles fonctionnent le mieux. Il y a également place pour des produits spéciaux.

MÉTHODES D'APPROCHE ET SOLUTIONS POTENTIELLES

Chaque mine doit être considérée comme un cas unique. Les problèmes à solutionner doivent être définis à l'avance, de façon à élaborer une solution économique. Il peut y avoir plus d'une solution acceptable, comme diverses solutions peuvent être nécessaires selon le type de problème. Par exemple, il faut considérer les puits, les voies de halage, les ateliers souterrains, les mineurs en transit, l'équipement minier mobile, les travailleurs au front, les communications entre niveaux et les communications entre le jour et le fond.

Afin de choisir un système, une mine doit contacter des fournisseurs qui peuvent parfois lui aider à cerner son problème, installer le système requis et entraîner le personnel à son usage, à son entretien et aux réparations courantes.

L'étape suivante consiste à contacter des mines possédant des systèmes qui fonctionnent bien. Les coûts d'investissement peuvent paraître élevés, mais les bénéfices escomptés sont impressionnants. Aujourd'hui, l'acceptation de la radio, vieille technologie à l'ère de l'espace, ne devrait pas être si difficile ni pour la direction, ni pour les travailleurs. Une fois un système de base en place, il devient plus facile de l'améliorer, alors que l'automatisation et la robotisation de l'équipement minier semblent de plus en plus rapprochées.

L'évolution des systèmes de communication de surface utilisant des techniques numériques, tant pour les transmissions vocales que de données, devraient être transférables sous terre sans coûts de développement importants. Les techniques d'étalement spectral permettront à plusieurs usagers d'utiliser la même bande sans interférence.

EXEMPLES DE SOLUTIONS

Au séminaire COMM-LITE de Sudbury en novembre 1987, Les opérateurs ont expliqué comment différents systèmes ont été implantés à Rio Algom Ltd., Falconbridge

Ltd., Ruttan Mine and Kidd Creek Mine dans des conditions canadiennes. Des informations additionnelles sont disponibles auprès de PCS à Saskatoon ou de la mine Sullivan de Cominco à Kimberley, Colombie Britannique.

Domtar a démontré que Facsimile est économique à l'usage, en l'utilisant pour établir le contact entre les stations souterraines à Goderich et le bureau d'ingénierie à Toronto, à 300Km de là.

Un système complet de télécommunication minière a été décrit dans un article d'International Mining en 1985. Le mot clé est ici "système". La mine Fukasawa au Japon est une exploitation souterraine de métaux usuels de haute teneur, qui utilise un cycle conventionnel de forage, sautage, déblaiement et boisage. Leurs problèmes sont très semblables à ceux des mines canadiennes: sécurité, productivité, coordination des activités, utilisation efficace du personnel, réduction du stress causé par l'isolation du travailleur, et amélioration du moral des employés.

Le centre d'information, équipé d'une salle de contrôle dotée d'un micro-ordinateur, est situé en surface dans les bureaux de la mine. Les communications vocales et numériques sont véhiculées par des lignes téléphoniques vers un relai fixe souterrain. De là, trois fils à induction conduisent vers cinq endroits de travail. Des ondes THF de 100 MHz sont utilisées, avec des relais aux 300 mètres. D'autres lignes terminées par des antennes se rendent aux fronts de travail. Le système comprend 6000 mètres de fil à induction, 4000 mètres de fil pour antennes, 40 relais et 50 unités portatives. Un seul opérateur occupe la salle de contrôle et transforme l'information reçue de façon aléatoire en système administratif d'informations cohérentes. Les rapports de production et de statut des opérations sont transférés sur ordinateur. Celui-ci édite un rapport à la fin de chaque période qui inclut l'ensemble des opérations et les niveaux de production, avec en plus le 'temps nécessaire aux mineurs pour effectuer chaque élément du cycle'. Comment les mineurs canadiens accepteraient-ils de telles interventions?

La productivité s'est accrue de 40% en deux ans, surtout à cause de l'introduction simultanée de matériel minier mécanisé plus performant, et aussi d'une meilleure coordination de l'ensemble des opérations. L'intérêt et la satisfaction des travailleurs ont fortement contribué à l'accroissement des performances individuelles. La mine a économisé 15% sur ses coûts d'électricité par une campagne pour éteindre les lumières et ventilateurs auxiliaires en quittant la zone d'usage.

Il est intéressant de noter que cette mine fut le site d'un violent séisme. Le système de communication a permis de s'assurer que tous les mineurs et l'équipement étaient saufs et intacts en quelques minutes seulement.

CONCLUSION

Voilà un exemple détaillé d'un système intégré qui utilise toutes les ressources pour couvrir l'ensemble de la mine par des communications vocales et numériques.

Ceci peut également réussir au Canada!

Il est nécessaire que les mines canadiennes développent et s'adaptent aux technologies de communication en souterrain, afin d'accroître leur compétitivité internationale à travers diverses innovations. CANMET est décidé à promouvoir ces nouvelles technologies, à soutenir leur application en fournissant l'information nécessaire et à financer partiellement des projets démonstrateurs (comme au Manitoba). Soyez assurés de notre intérêt et que nous ne ménagerons aucun effort pour vous aider à réaliser vos objectifs dans ce domaine.

RÉFÉRENCES

Staff USBM (1984). Underground Mine Communications, Control and Monitoring. US Dept. of Interior, Bureau of Mines Information Circular IC 8955, 212p.

COMM-LITE, Underground Radio Communications and Mine Lighting. Seminar held at Laurentian University, Sudbury, Nov. 24-25, 1987. Sponsored by OML, Laurentian University, MAPAO, CANMET.

ANNEXE

SYSTÈME EL-EQUIP EN USAGE À LA MINE QUIRKE DE RIO ALGOM

RIO ALGOM QUIRKE MINE

SHIFTBOSS SURVEY, MAY 1987

When are calls placed?

Beginning of shift	24%
During shift	39%
Lunch	15%
End of shift	<u>22%</u>
Total.....	100%

How many calls per shift? (5 Levels)

Shiftboss initiated	68
Operator to operator	<u>50</u>
Total.....	118

Which operators initiate calls to other operators?

Scoop	32%
Trolley	21%
Jumbo	21%
Mechanic	15%
Rockbolter/Anfoloader	<u>11%</u>
Total.....	100%

Which levels use the radios?

9 Level	8%
10 Level	40%
11 Level	21%
12 Level	20%
13 Level	<u>11%</u>
Total.....	100%

How often does the radio save time?

9 Level	2.25 times
10 Level	9.5 "
11 Level	5.75 "
12 Level	2.25 "
13 Level	<u>3.5 times</u>
Total.....	23.25 Times

.....Continued/2

How much time saved per call?

Average 27.2 minutes.

TOTAL TIME SAVED

27.2 minutes
X 23.25 times
632.4 minutes

or 10.54 hours.

Therefore, increased production time per shift over 5 levels is 10.54 hours or 2.1 hours per level per shift.

Conclusion

The ten shiftbosses using underground radios at Quirke have concluded that they are realizing an additional 2.1 hours per shift (26%) in critical path production time.

UNDERGROUND RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT
QUESTIONS AND ANSWERS

Technical Questions

Q. What is a radio?

A. A two way radio (transceiver) is a device that will send and receive voice or other data on a preset frequency.

Q. How does a radio work?

A. When the voice frequency is combined with a high frequency radio frequency (RF), a carrier frequency (signal) is produced at the antenna. This signal is emitted from the antenna and picked up by other radios tuned to that signal. The voice or data is then separated, filtered and amplified until a suitable signal is achieved.

Q. What is AM (Amplitude Modulation)?

A. When using AM transmission, the radio frequency varies in amplitude depending on the voice signal. Thus, the voice signal is "controlling" the amplitude of the radio frequency. It is the height of the radio frequency that is being transmitted.

Q. What is SSB (Single Sideband)?

A. When an AM transmission is made, three resultant waves are sent and received. The signal consists of upper and lower sidebands as well as the original carrier signal. SSB uses only the lower sideband of the resultant waves. Therefore considerably less power is used to transmit and receive. Another characteristic of SSB transmission is that it can couple to existing surrounding conductors and use them as a path for transmission.

Q. What is FM (Frequency Modulation)?

A. In the case of FM transmission, the actual frequency or number of cycles per second is made to vary in conjunction with the voice amplitude. Thus the voice amplitude is "controlling" the number of radio frequency cycles rather than the height of each frequency as with AM.

Q. Can I use El-Equip radios for data transmission?

A. Yes. Each mine has a different priority regarding the requirement for remote operation of electrical/mechanical devices such as fans, vent doors etc. The development of data communication is individual and should be developed as a second stage to voice communication which is basic requirement for all mines.

Page 2 of 5

Q. Why do we use AM frequency SSB transmission?

A. The reasons that we feel AM SSB has many advantages over FM in the underground environment are:

- a. SSB requires only 25% of the power required to transmit FM signals.
- b. SSB signals carry significantly further than FM signals in practical tests.
- c. SSB does not require a fixed dedicated wire in order to transmit and receive signals.
- d. SSB can be varied to offer many frequencies to eliminate congestion otherwise caused by the single frequency FM signals.

Q. Can I use these radios on surface?

A. El-Equip radios use low frequency radio waves for transmission and depend on reciprocal conduction to metal carriers. In free air on surface, the propagating distance is approx. 100 meters.

Q. Are those radios safe to use in areas with electrical blasting?

A. Yes. Strict ministry tests have been carried out to prove that the current output is well below the legislated limit of 60 ma. In fact, the output is less than 1 ma on El-Equip radios.

Q. How far does the signal go?

A. It is difficult to be specific about how two radios will propage in an underground area without testing. We can say that in average trackless areas, that several kms. of coverage, can be achieved.

In single tunnels with power cables, perhaps 5 km. is achievable.

With only air and water lines, 1500 ft. is the approx. limit of transmission distance.

Q. Does the El-Equip radio use a special or dedicated wire to carry the signal?

A. In an average work area or level, no special wires are required. In very long runs such as ramps or links to other remote work areas, we suggest linking by a dedicated one conductor 12 gauge copper wire. It is however important to understand that this wire is not extended into dynamic work faces where wire breakages will cause a system failure.

Q. Why do FM systems use wires?

A. FM transmission operates in the high frequency band width that requires line of site to be operational. Alternatively, a dedicated an integral wire is required to carry the radio signal in areas such as underground drifts and workfaces. It is these wires in the workfaces that cause many FM system failures.

Q How long does it take to install a radio?

A An installation of radio an antenna complete with connection to the vehicle battery circuit takes approx. 4 hours. Portable radios are simply carried and require no installation.

Q. How long does it take to install a 10 radio system including mobile installations, lunchroom, garage and surface link?

A. Assuming an average 4 hours per installation, we can suggest one week to install. A second week is required to train operators and prove the communication works in all areas required.

Q. How many radios can talk together?

A. El-Equip radios have a selective call feature which allows an operator to talk privately with another operator, also an all call feature allows all operators to listen to a call.

Q. How long are these radios expected to last?

A. Our initial radios were installed 3 1/2 years ago. All radios are operating with an average repair cost of less than 3% of their capital price per year.

We expect that a mine-wide radio system would have a practical life of more than 7 years.

Q. How important is training?

A. Training how to communicate underground is several times more important than for other technologies. Without proper initial and continuous training, a system of underground radios will either fail or develop very slowly.

Q. Do these radios propagate through rock?

A. Although the radios do have some ability to transmit through rock (up to 1/2 km), it is too unreliable since faults, consistency of material and metallic content, are ultimately variable.

Page 4 of 5

Q. How do the radios get their power?

A. In a lunchroom or garage, the radio is plugged to a charger which accepts 110v or 220v from the mine power system.

Mobile radios are powered directly from the unit 12v wiring system.

Portable radios have their own 8 hour ni-cad battery.

General Questions

Q. Why use underground radios?

A. A U.S.B.M. study determined that, in an underground environment, an average 35 minutes was spent each time an attempt was made to locate someone.

U.G. radio systems, when installed and introduced properly, will show a productivity gain of 3-10% within the first year of use.

Q. Why can't we run wires to each work face and use wired radios?

A. Numerous cases can be cited that have shown small wires do not maintain their integrity in dynamic work areas. When these wires fail, the operators quickly lose confidence and stop using the radios rather than risk what they perceive to be further embarassement or waste of time.

Q. How long should the supplier stay on site after installing radios?

A. A rule of thumb is three weeks for every ten radios purchased. For a system of 50 radios, we suggest the supplier be on site for 4 months and then a regular visit routine be scheduled.

Q. Do you have a lot of radios working in the field?

A. The El-Equip radio has been in operation around the world since 1978. More than 600 radios have been sold with more than 100 working in Canada.

Q. What is the largest Canadian underground radio system?

A. Rio Algom Quirke Mine is using 61 radios on 5 trackless levels using 5 different frequencies - one for each level.

Q. Can I talk to surface from underground?

A. Yes. We can link the underground radio system to the surface wired telephone system. This means that your office telephone can call an individual radio in any underground workface.

Q. Should the supplier carry out regular maintenance under contract?

A. Although it is not at all difficult to repair a radio, antenna or connection, it is very important to stay on top of repairs.

It is sometimes advantageous to have the supplier guarantee repair prices and carry out maintenance and continuous training. The cost of this service is unusually low and normally lower than the mine's cost if they did it internally.

Q. Does the operator make adjustments to his radio?

A. No. The radio is totally self-contained and the operator has only to receive and send calls.

Q. How can we know what the maintenance costs are?

A. Rio Algom has had 3 years of experience with a 61 radio system. They have documented the cost of repair to be approx. 3% of the capital cost of the radio per year. This cost includes labour and parts to repair radios, antennas and all associated componentry.

FEATURES COMPARISON

El-Equip Inc. Inductive Radio

Capital cost is considerably lower

Maintenance costs are very low. - eg. \$.31 per radio/hr over 4 years at Rio Algom. This is 1/2 man for 61 radio system where the supplier does all maintenance.

Proven performance in hard rock mines. Rio Algom reports over 4 years:

4% productivity increase
75% rate of return on investment.

No wired antenna system in the work areas. The dynamic work areas are covered by inductive coupling to existing wires & cables & air & water lines.

Inductive data transmission capability up to 2 km with no dedicated wiring system.

No electrical noise interference with new generation SSB radios.

Completely modular design allows for up-grading to newer technologies as they are developed.

Coverage area of several kilometers with SSB radios.

Leaky Feeder Dedicated Wire Radio

Capital costs are 3-4 times higher

Maintenance costs in an average mine include 2 electricians full-time to add, dismantle & repair cable, and replace amplifiers & repeaters in a mine with concussion blasting.

Leaky feeder systems have generally failed in the past. As an example, Brunswick spent 1/2 million dollars & kept 2 electricians busy, however, could not keep up.

Expensive leaky feeder cable must be run into every working face for line of sight communication.

Data transmission capability is limited to areas where the leaky feeder cable is installed.

Some electrical interference noise with FM radios.

No facility for expansion with surface type FM radios.

Limited coverage area without a dedicated cable in the immediate work area for FM radios.

continued.../2

El-Equip Inc. Inductive Radio

Designed for use underground with poly carbonate case & submersibly waterproofed. Life expectancy of more than 7 years from practical experience.

Turn-key approach to introduction ensures success of installation and continuous use.

Leaky Feeder Dedicated Wire Radio

Designed for industrial use, not submersibly waterproofed with underground life expectancy of 1-2 years.

Two different suppliers for installation and warranties & no structured plan for complete on going support if required.

DATA COMMUNICATIONS

Applications

Production Scheduling

Monitor and Control the operating status and position of Mobile vehicles and report any alarm conditions.

Maintenance Scheduling

Instantaneously determine the status of mobile equipment, conveyor systems and other devices requiring a high degree of reliability.

Ventilation Control

Monitor and display air quality and quantity parameters. Control ventilation fans and ventilation doors to maximize efficiency and to provide quick response during emergencies.

Classification of Data Sources

Stationary Equipment

- Main ventilation fans
- Crushers
- Pumps

Portable Stationary Equipment

- Continuous miners and loaders
- Portable crushers
- Auxiliary fans

Mobile Vehicles

- LHD Vehicles
- Trucks
- Jumbo Drills

System Configuration

Sensors

Suitable sensors are located throughout the mine to monitor many different parameters from many different devices. The parameters may be analogue or digital.

Telemetry System

The sensor data is detected, stored, processed and converted into a suitable format for radio transmission or hard-wire transmission. The encoded data is transmitted up to 2 km without the use of a dedicated control cable to the Central Control station.

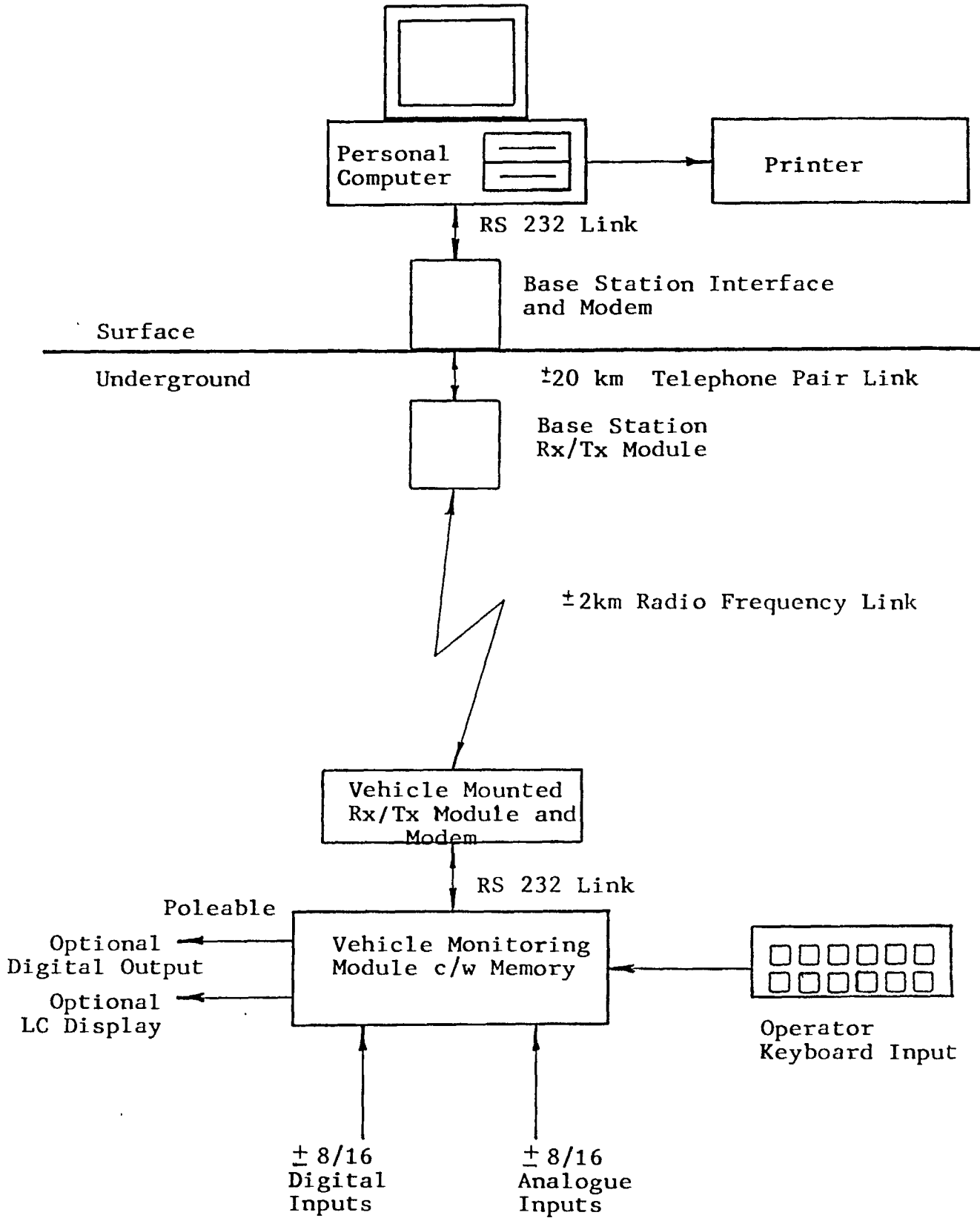
Central Control Station

The encoded data is received at the Central Control station and is decoded, stored and displayed by an IBM PC AT or equivalent. Data is analyzed and displayed using system software.

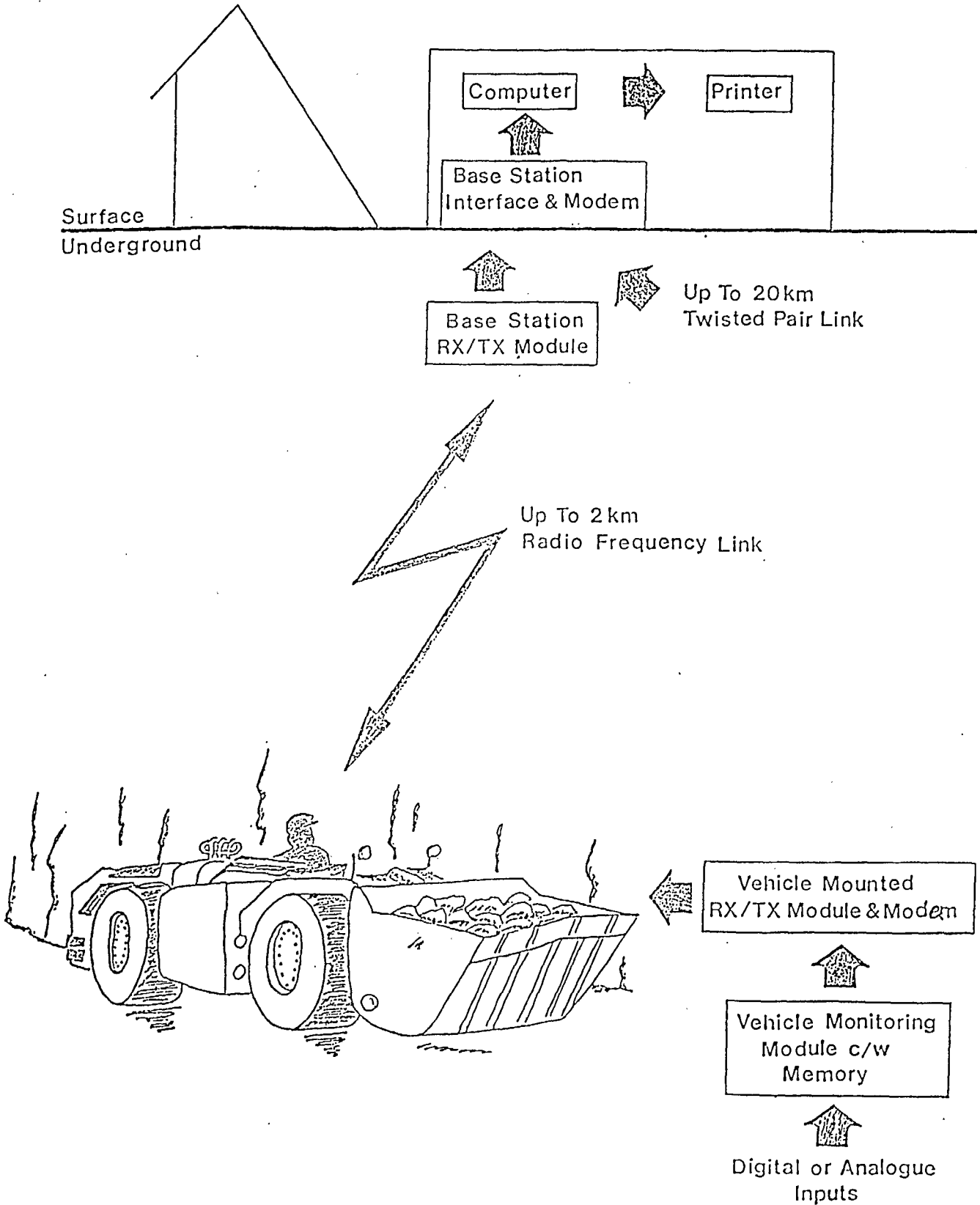
Benefits of Inductive Radio Data Communication

- Reduce Production Costs
- Safety
- Improved Maintenance
- Improved Ventilation Control
- No expensive control cable to install and maintain
- Modular design facilitates installation operation and maintenance

DATA TRANSMISSION FOR MOBILE VEHICLES



EL-EQUIP inc. DATA COMMUNICATIONS



EL-EQUIP RTS 1000 RADIOS

MAIN FEATURES

1. Modulation

SSB. Reason:

We have incontrovertible evidence, based on side by side trials, that SSB gives greater ranges in the underground environment.

2. Noise

Unique noise blanking circuitry renders it immune to most types of underground electrical interference. This not only improves the quality of communication to at least that of FM, but also extends the range.

3. Squelch

State of the art circuitry which completely eliminates the end of transmission "noise-tail" of our current radios.

4. Digital Data Transmission

The radio has been designed to include, at a later date, various digital data transmission, such as vehicle position indication, Long Wire Antenna (LWA) breakage indication, environmental states, etc.

5. "One Radio" Principle

The design principle is that there will only be one radio, whatever the application (e.g. rescue, work area, maintenance, vehicular, shaft, etc.). Only the ancillaries, such as the antennas and mics change.

6. Ancillaries

Designed appropriate to a specific usage. For example, the mobile mic fixed on vehicles will withstand high pressure water-hose cleaning, this being the method most vehicles are cleaned underground.

.....Continued/2

7. Antennas

Three types: body-loop, vehicle and LWA. The LWA is unique. It will comfortably enable a radio in the base station role to communicate to vehicle or portable radios over at least 10 km, if not more. If greater ranges are required, then an additional base station is merely used. (Repeaters have been specifically excluded because of the technical complexity they add to a system). The LWA is inexpensive and both easy to erect and repair. It is equally effective in both meshed and unmeshed tunnels.

8. Battery and Charging

A longer life battery is used with a specially designed electronically intelligent battery charging system.

9. Calling

A beep-tone calling facility is used.

10. Alarm

In the vehicular and maintenance roles, an alarm facility is available. This is in the form of a small add-on box which provides both visual (light) and audio (loud siren) indication of an incoming call. At the called radio, the audio aspect sounds only when the calling radios' "call" button is pressed; whilst the visual aspect remains on until the called radios PTT mic button is pressed, ie. the action of answering the call.

11. Physical

Ultra rugged, submersibly waterproof and using large self cleaning military connectors (mic, ants, etc.).

12. Repair

The use of replaceable modules greatly facilitates repairs and also makes the radio easily updatable as technology advances.

13. Selective Calling

A 37 radio SELCALL system is available to improve communication efficiency and prevent operator "socializing".

.....Continues/3

14. Telephone Interface

The radio system will be able to be interfaced with a mine's private telephone system by means of a unique interface unit.

15. Intrinsic Safety

Designed to be Intrinsically Safe to CENELEC standards (the world's most stringent). Approval pending.

16. Flexibility of Usage

Can be used for any application (rescue, shaft, vehicular, etc.) by merely using the appropriate ancillaries, as aforesaid. In particular mine expansion can be readily accommodated.

17. Customizing

The Second Generation equipment constitutes a series of "building blocks" enabling a communication system to be tailor-made to meet the specific requirements of a particular mine. All mines are different!

18. Frequency

Variable in the band 100-800 khz.

19. Power

Low power output - will not set off blasting circuitry or interfere with other underground electronic systems, such as telemetering, etc.

20. User Friendly

Very much so. Squelch and audio gain are automatic. No on/off switch. Radio "Switch-off" is automatically achieved when it is placed on battery charge. This obviates the common frustrating experience of a controller trying to contact an operational radio which has inadvertently been switched off! There is also an end of transmission tone which eliminates the need for a voice protocol.

21. Channel Capture

The transmitting radio "captures" the channel. Thus the possibility of jamming the channel by another radio inadvertently transmitting simultaneously is eliminated.

CANADIAN REFERENCE LIST

- 1] Rio Algom Limited, Quirke II Mine
Mine-Wide System
Please call Eric DuRussell, Chief Mine Engineer
Phone: (705) 461-4325

- 2] Kidd Creek Mines Ltd.
General Purpose Portables
Budget for Mine-Wide System
Please Call Jim Gibb, Instrumentation Superintendent
Phone: (705) 267-8647

- 3] Kidd Creek Mines Ltd., Hoyle Pond Gold Mine
Mine-Wide System
Please call Roy Young, Mine Superintendent
Phone: (705) 267-7930

- 4] Granges Exploration Ltd., Tartan Lake Mine
Mine-Wide System
Please call Al Boon, Mine Superintendent
Phone: (204) 687-3428

- 5] Denison-Potacan Potash Company
Mine-Wide System
Please call Mac Fraser, Industrial Engineer
Phone: (506) 839-2146

- 6] Lac Minerals Ltd., Page-Williams Mine Division
Shaft Inspection System
Please call Ivan Paris, Electrical Foreman
Phone: (807) 238-1100

- 7] Campbell Red Lake Mines Ltd.
General Purpose Portables
Please call Harry Chivers, Electrical Foreman
Phone: (807) 735-2075

- 8] I.M.C. Potash Saskatchewan
General Purpose Vehicle Radios On Order
Please Call Borge Pederson, Electrical Superintendent
Phone: (306) 745-3931

- 9] Echo Bay Mines Limited, Lupin Mine
Mine-Wide System On Order
Please call Marv Walker, General Superintendent
Phone: (403) 429-8750

- 10] Echo Bay Mines Limited, Cameron Lake
Mine-Wide System On Order
Please call Rene Tourigny, Mine Manager
Phone: (403) 429-5811

- 11] **H.B.M.S. Co., Limited, Trout Lake Mine**
Mine-Wide System For Evaluation
Please call Brian Murphy, Mine Supt.
Phone: (204) 687-6798

- 12] **Noranda Inc., Mattabi Division**
General Purpose Portables
Please call Manfred Lengwenus, Mine Supt.
Phone: (807) 934-2291

- 13] **Hemlo Gold Mine Inc., Golden Giant Mine**
General Purpose Portables
Please call Dan Nelson, Plant Supt.
Phone: (807) 238-1121

BUDGET TO PURCHASE EL-EQUIP RADIOS EARLY 1988

- 1] **P.C.S. Rocanville, Saskatchewan**
Please call Larry Mills, Electrical Superintendent
Phone: (306) 645-2870
- 2] **H.B.M.S. Co., Limited, Namew Lake Mine, Manitoba**
Please Call Brian Salamandra, Mine Superintendent
Phone: (204) 687-8215
- 3] **Pioneer Metals Corporation, Puffy Lake Project, Manitoba**
Please Call Brad Theile, Project Manager
Phone: (204-472-3215
- 4] **Lac Minerals Ltd., Bousquet Mine, Quebec**
Please Call Gilles Brousseau, General Mine Superintendent
Phone: (819) 759-3631

OTHER REFERENCES FROM TESTING

- 1] The Quebec Metal Mining Association carried out mine visits and a technical evaluation of the El-Equip System and the Montan Forshung System.

Their report recommends that their Quebec Member Mines accept the technology as installed by El-Equip.

Please Call Mr. Richard Jauron, Director
Phone: (418) 525-4085

- 2] Tests at Kiena Gold Mine were conclusive in proving propagating coverages far greater than Montan Forshung.

Please call Roger Lacerte, Chief Engineer
Phone: (819) 738-4031

WORLD-WIDE SALES

During the past ten years, over 3,000 Silec/Grinaker inductive radios have been sold.

El-Equip has been introducing to the Canadian Market for 4 years with total sales to-date of 210 Radios in hardrock underground mines.

