社会開発協力部報告書

No. 8

ザンビア共和国

マイクロウェーブ回線網建設計画

フィージビリティ調査報告書

昭和56年 3 月

国 際 協 力 事 業 団

開 二
[redacted]
81 — 91

ザンビア共和国

マイクロウェーブ回線網建設計画

フィージビリティ調査報告書

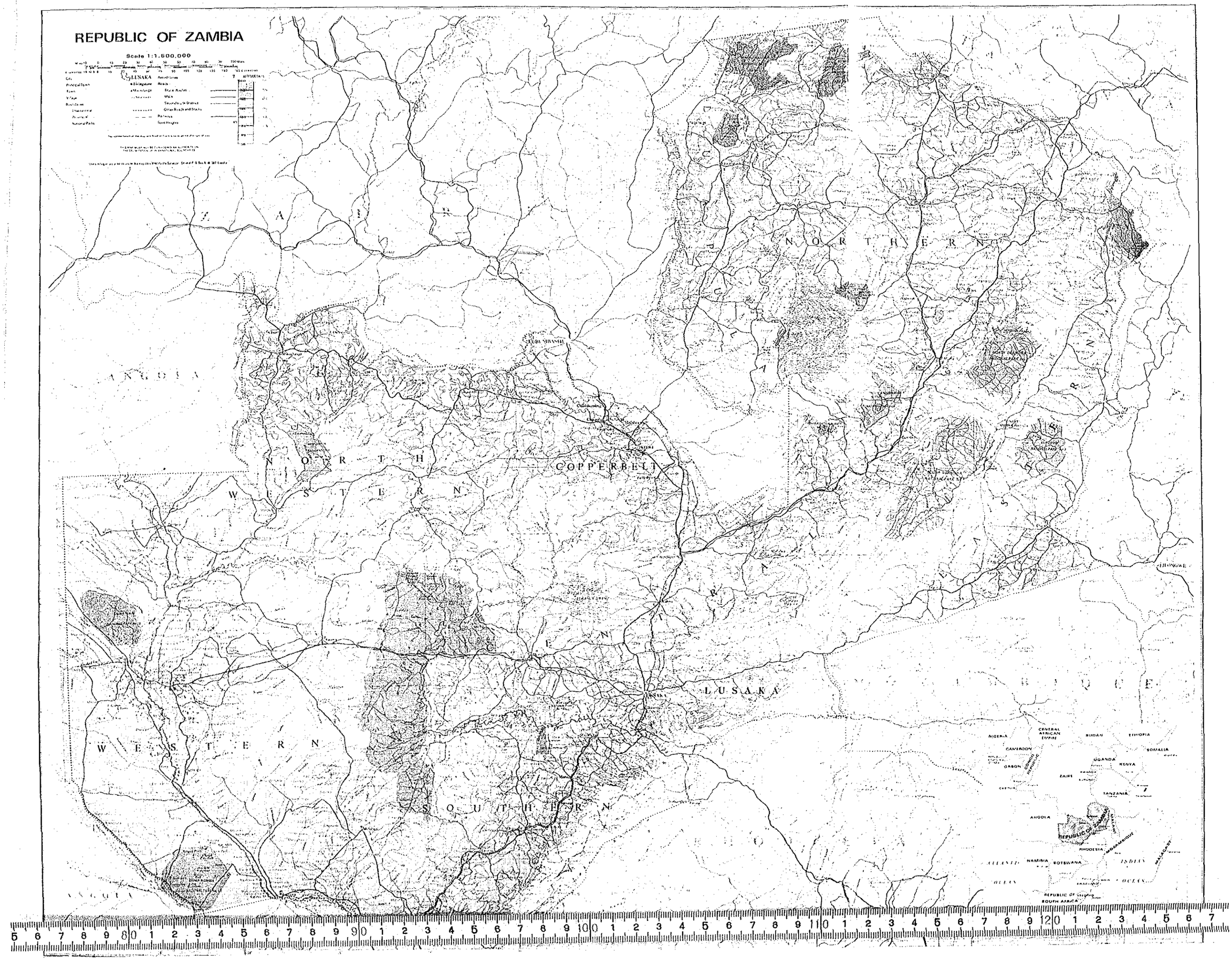
JICA LIBRARY
1019348[0]

昭和56年 3 月

国 際 協 力 事 業 団

国際協力事業団

受入月日 '84. 4. 11	533
	647
登録No. 03238	SDS


REPUBLIC OF ZAMBIA
Scale 1:1.500.000
LUSAKA
NORTHERN
COPPERBELT
NORTH WESTERN
WESTERN
SOUTHERN
LUSAKA
ANGOLA
NIGERIA
CENTRAL AFRICAN EMPIRE
SUDAN
ETHIOPIA
SOMALIA
CAMEROON
GABON
CONGO REPUBLIC
UGANDA
KENYA
ZAIRE
TANZANIA
ANGOLA
REPUBLIC OF ZAMBIA
MALAWI
RHODESIA
MOZAMBIQUE
NAMIBIA
BOTSWANA
INDIAN OCEAN
MALAGASY
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

序　　文

ザンビア共和国政府は，国家開発計画の一環として，国内の主要都市間を結ぶマイクロウェーブ幹線網の整備拡充を推進しており，昭和５５年９月，カウンダ大統領が国賓として来日した際に同計画に対するわが国の協力を要請した。日本政府は，この要請に応じ，通信網の整備拡充は同国の発展に不可欠であるとの認識から，５５年度内にフィージビリティ調査を行う用意があることを共同コミュニケで表明した。この決定に基づき，当事業団は，５５年１１月２６日から12月１７日まで要請内容の確認とフィージビリティ調査のScope of Work 協議のための事前調査団を現地へ派遣した。調査団は，電力運輸通信省（ＭＰＴＣ），国家開発計画委員会（ＮＣＤＰ）および郵電公社（ＰＴＣ）の関係者と協議してプロジェクトの規模を確認するとともに，本格調査のScope of Work について郵電公社の合意を取り付け，併せて所要資料の収集を行った。

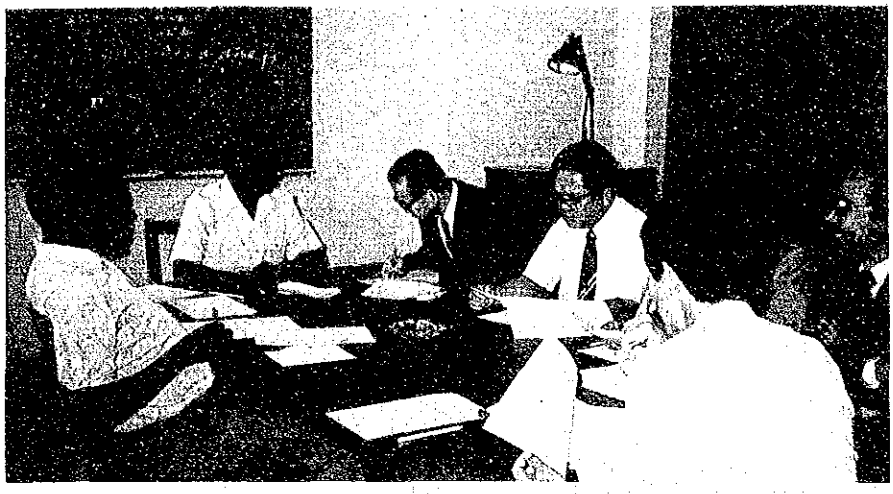
日本政府は，事前調査団の報告に基づき予定どおり５５年度内にフィージビリティ調査を行うこととし，５６年2月１６日から3月１８日まで郵政省電波監理局無線通信部陸上課検査官長谷川徹氏を団長とする６名の調査団を派遣した。調査団は，ザンビア郵電公社の全面的協力を得て現地調査を行うとともに，報告書の素案について協議を重ね郵電公社の合意を取り付けた。調査団は，帰国後，さらに調査結果の検討と分析を行い，ここに本報告書提出の運びとなった。

本報告書が，本プロジェクトの進展に寄与するとともに，両国の友好親善関係を一層強化することに役立つことを願うものである。

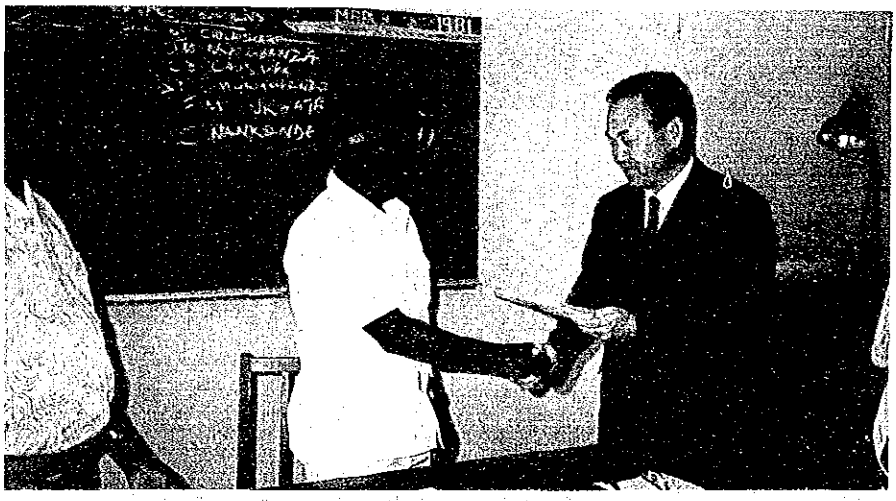
終りに，本件調査にご協力とご援助をいただいたザンビア共和国政府，在ザンビア日本大使館および関係機関に対し厚くお礼申しあげる次第である。

昭和５６年３月

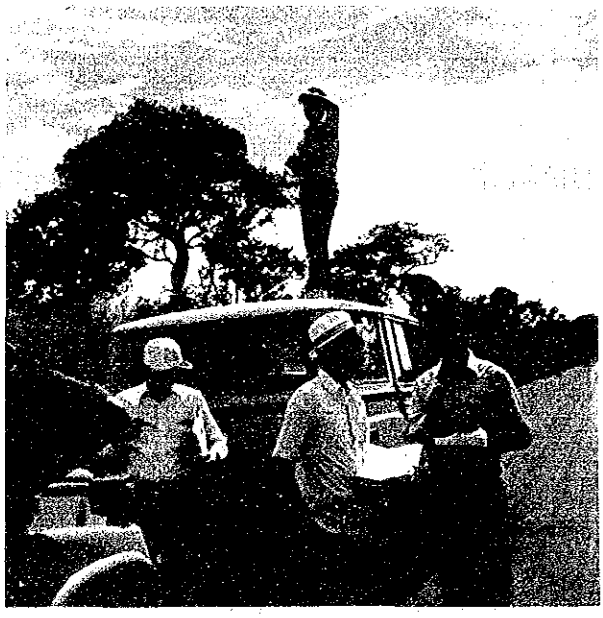
国際協力事業団
総裁　有田圭輔



Mr. Hasegawa, Leader of Japanese Study Team, signing the meeting minutes for the final draft report of feasibility study at the PTC head office in Ndola



Mr. P.Ng'oma, Director General of PTC, and Mr. Hasegawa shaking hands after signing of the meeting minutes



The field survey for the microwave radio system in Mansa-Samfya link

目　　次

要約と勧告

1. マイクロウェーブ回線網建設計画 …… 3
2. 伝送方式 …… 3
3. 伝送ルート …… 4
4. 電源方式 …… 4
5. 周波数使用計画 …… 4
6. 保守・運用 …… 4
7. 建設工事費及び工程 …… 4
8. 経済評価 …… 5

第1章　序　　説 …… 11

第2章　計画概要

2.1　プロジェクトの目的 …… 21
2.2　フィージビリティー スタディーの対象となるマイクロウェーブルート …… 21
2.3　国家および地域経済に及ぼす予期効果 …… 21
2.4　電気通信サービスの現況 …… 21
2.5　第3次国家開発計画（TNDP） …… 23

第3章　通信需要予測と市外トラヒック予測

3.1　概　　要 …… 39
3.2　自動即時方式のトラヒック予測 …… 39
3.3　電話チャネルおよび伝送路容量 …… 41

第4章　伝送路計画と回線設計

4.1　概　　要 …… 57
4.2　伝送路収容計画 …… 57
4.3　各マイクロウェーブルートの概要 …… 57
4.4　システム設計の概要 …… 59

第5章　保全概要 …… 87

第6章　建設工事費の算出 …… 91

第7章　建設工事実施計画 …… 101

第8章　経済評価

8.1　はしがき …… 111
8.2　経済と電気通信部門 …… 112
8.3　プログラムとプロジェクト …… 113
8.4　初期投資 …… 113
8.5　運転資本 …… 114
8.6　操業費 …… 114
8.7　プロジェクト残存価値 …… 115
8.8　料金計画 …… 115
8.9　操業収益 …… 116
8.10　プロジェクト融資 …… 117
8.11　借款の支払 …… 117
8.12　利子支払及び借款の返済 …… 118
8.13　資金運用計画 …… 118
8.14　投資効果（その1） …… 119
8.15　投資効果（その2） …… 121
8.16　シャドープライスによる経済分析 …… 121
8.17　結　論 …… 122

付属資料

1. Path Profile Maps

2. Meeting Minutes on the Final Draft Report of Feasibility Study for the Microwave Radio Relay Project in the Republic of Zambia

3. Itinerary of Field Survey and Preparation of Final Draft Report

目　次（表）

Table

2-1 Present Telephone Exchange in Zambia
2-2 Type and Capacity of Existing Telephone Exchange
2-3 On-Going Telecommunication Project
2-4 Present Number of Telephone Set in Major Cities and Towns
2-5 HF Network in Zambia
2-6 Group Switching Centres and Subordinate Centres
2-7 New Projects
3-1 Forecasts of Number of Telephone
3-2 STD Traffic and Number of Telephone Channels
3-3 Typical Channel Expansion Plan (1984/89-2000)
4-1 Typical Parameters of Transmitter/Receiver
4-2 Typical Parameters of Antenna System
4-3 System Performance in Telephony Transmission
4-4 Overall System Performance in TV Signal Transmission
4-5 Overall Noise Performance in TV Sound Program Transmission
6-1 Project Cost for Phase-I
6-2 Project Cost for Phase-II
6-3 Condition of Cost Estimate for Each Radio Station
7-1 Construction and Procurement Schedule for Phase-I
7-2 Construction and Procurement Schedule for Phase-II
8-1 Project Cost
8-2 Working Capital and Project Salvage Value
8-3 Operating Expenses
8-4 Telephone Tariffs (1)-(2)
8-5 Operating Revenue
8-6 Interest Payment and Loan Principal Repayment Schedule
8-7 Cash Flow Statement (1)-(3)

目　次（図面）

Figure

1-1 The Existing Long Distance Telecommunications Trunk Network in Zambia

1-2 Projected Telecommunications Network

2-1 Present STD Service Network

3-1 STD Network Plan in 1984

3-2 Circuit Requirements for Lusaka-Copperbelt and Chingola-Solwezi Routes

3-3 Circuit Requirements for Kasama-Mansa, Kasama-Mbala, Kasama-Mporokoso and Chipata-Lundazi Routes

4-1 System Configuration of Lusaka-Copperbelt and Chingola-Solwezi Routes

4-2 Route Map of Lusaka-Copperbelt

4-3 System Configuration of Kasama-Mansa Route

4-4 Route Map of Kasama-Mansa

4-5 Route Map of Chingola-Solwezi

4-6 System Configuration of Kasama-Mbala and Mporokoso Routes

4-7 Route Map of Kasama-Mbala and Mporokoso

4-8 System Configuration of Chipata-Lundazi Route

4-9 Route Map of Chipata-Lundazi

4-10 Remote Supervisory System for Kasama-Mansa, Mbala and Mporokoso Routes

4-11 Remote Supervisory System for Chipata-Lundazi

4-12 Power Supply System using Standby Engine Generator on Full-Floating Basis at AC Mains Station

4-13 Power Supply System using Dual Prime Engine Generator on Charge-Discharge Basis

4-14 Power Supply System using Thermoelectric Generator

4-15 Power Supply System using Soar Cells

要　約　と　勧　告

要約と勧告

ザンビア政府は，第２．第３次国家開発計画の一環として，同国内の主要都市間を結ぶ国内マイクロウェーブ幹線網の整備拡充計画を推進しており，昭和５５年カウンダ大統領が国賓として来日した際に同計画に対する我が国の協力を要請した。この要請に基づき，１９８０年11月26日から１２月１７日まで事前調査団を派遣した。

同調査団は，ザンビア政府関係機関と協議して計画の内容，規模を確認し，計画予定ルートの現地踏査を行い所要資料を収集するとともに，本格調査のScope of Workについて，ザンビア政府の合意を得た。日本政府は，引続き１９８１年２月１６日から３月１８日まで３１日間にわたり「ザンビア国マイクロウェーブ回線網建設計画フィジービリティ調査団」を派遣した。

同調査団は，事前調査に基づいて作成したScope of workに従って，ルートプラン，電気通信需要と予測，システムデザイン，経済評価等の諸項目について調査を実施した。以下本計画に関するフィージービリティ調査結果の概要を述べる。

なお，調査団の構成は別表－１のとおりである。

1. マイクロウェーブ回線網建設計画

ザンビア共和国第３次国家開発計画（ＴＮＤＰ：１９７９－１９８３）によれば，１９８４年までに全国５８市町に電話局設備（主として自動交換局）の新・増設工事が計画されており，現在各地域においてこれらの工事が進行している。

更に，これに加えて，同開発計画年度中に，およそ２０局の電話局建設が新プロジェクトとして予定されている。これらの交換局が全国規模で設置されることにより，通信需要が大巾に増加することが予測される。

また，第３次国家開発計画において，情報省の部門では都市と地方間の経済，文化等の格差を埋めるために，全国テレビジョン放送網の拡張を推進している。

以上の背景に基づいて，次に示すマイクロウェーブ回線網の整備拡充ができるだけ早期に必要である。

(1) ルサカ－コッパーベルト間幹線ルートにおける，通信需要の増加及び既設設備の老朽化に対処するための整備改善

(2) 上記ルートの搬送端局装置の新増設

(3) 地方州郡へのテレビジョン信号伝送路拡張整備

(4) 北部及び東部地域における地方通信網の建設

2. 伝送方式

伝送方式の選定にあたっては，既設マイクロ回線網との整合性を考慮し，かつ建設経費の低

減，運用の合理化を図るため，アナログ伝送によるＳＨＦ帯見通し内通信方式を採用する。

3. 伝送ルート

伝送ルートを第１図に示す。

無線中継局の設置予定点場所については，電波伝搬特性の他，アクセス道路の建設工事，保守用資機材の輸送の便等を考慮して選定した。

4. 電源方式

商用電力の受電が可能な局においては，Standby Engine Generator による浮動充電方式とし，商用電力の受電が不可能な局で直流負荷１００Ｗ以上の局については，Dual Engine Generatorによる浮動充電方式を，１００Ｗ未満の局については，太陽電池方式を採用する。

5. 周波数使用計画

本建設計画対象の回線における伝送容量は，１２０ＣＨ，９６０ＣＨ及び１８００ＣＨである。既設回線の周波数使用状況を考慮して，Lusaka－Copperbelt，Chingola－Solwezi，Earth Station－Lusaka 間は６ＧＨz帯，その他の区間は２ＧＨz 帯を使用するものとする。

但し，既設及び新設のTelevision Studio－Lusaka間は８ＧＨz 帯を使用することが望ましい。

6. 保守・運用

回線の保全については，各回線における主要端末局を保守局として，これらの局には遠方監視制御機能をもたせ保守の集中化と省力化を図るものとする。なお，これらの局には保全要員を配置し，管轄の無人局の定期巡回保守にあたるものとする。

また，Lusaka－Copperbelt ルートは大容量回線になるため，保守管理上，Lusaka 局とKitwe 局に自動回線試験装置の設置を考慮するものとする。

7. 建設工事費及び建設工程

建設工事は，Mass Media Television Link を除いて段階的に実施することとし，全体を２期に分けて実施する。

第１期にはLusaka－Copperbelt，Kasama－Mansa，Kasama－Mbala，Kasama－Mporokoso，Chipata－Lundazi の各ルートの建設を行う。これに要する経費は7,714,800千円（外貨分5,933,000千円，内貨分1,781,800千円相当）である。交換レートはＵＳ＄１＝２００円，Kwacha １＝２３６円である。

第２期には第１期分を除いたルートの建設を行う。

これに要する経費は2,044,136千円（外貨分1,528,000千円，内貨分516,136千円相当）である。

建設費内訳を表２，３に示す。第１期工事の建設工程は３年とする。第２期工事は第１期工事開始後２年を経た段階で実施するものとする。

なお，本プロジェクトを予定工期内に円滑に完成させるため，プロジェクトの実施に際しては，コンサルタントを使用することが望ましい。

Mass Media Television Linkについては，New Mass Media Centerの完成時期が１９８１年１１月であることから，本件プロジェクトとは別に早急に建設を実施することが望ましい。

従って，これに要する建設工事費についてはザンビア政府の自己資金でまかなうものとし，その経費は１９８１年１１月までに完成する必要のあるTelevision Link（New Mass Media Center－Lusaka T.E）を含め約１００万Kwachaと見積られる。

8. 経 済 評 価

本章では，財務的なプロジェクト評価を主に実施した。その結果，前記建設計画の第１，第２期を含めたプロジェクト財務の内部収益率は利益率法により8.７８％，さらに開発計画全体の中から抜粋された，地域開発上選択性の高い開発領域である第１期プロジェクトについては１１.２８％である。さらにシャドープライスを用いて，ザンビア国家経済的立場から建設計画第１期，第２期を含めたプロジェクト全体を評価した結果，その投資効果は経済的内部収益率で表わすと１０.３８％になる。ただし，以上の評価はザンビア経済と諸物価の高騰を考慮し，ＰＴＣ経営戦略の一環として料金値上げを勧告し，プロジェクト評価の基本的便益にこれを導入した結果である。なお，現行の料金体系を用いて評価した財務的内部収益率は，前者につき6.６７％，後者につき9.１１％である。

ザンビアの第３次国家開発計画の主眼とするところは，銅生産輸出特化国としてのモノカルチュア経済構造から脱却するために，Rural地区の地域開発を遂行することにより巾広い雇用創出と，より効率の高い農業生産への改善，工場誘致を含む地方分散形の投資誘発効果である。

本プロジェクトもその一環として遂行されるものであり，同国の経済，産業開発の推進，行政機能の充実及び文化の普及による国民生活の向上等を考慮すると，本件プロジェクトの実施については早急に行うことが必要と認められる。

表－1

氏　　名	所　　属	担　当
長谷川　　徹	郵政省電波監理局無線通信部　陸上課検査官	総　　括
矢　野　常　夏	〃　　陸上課第一技術係	電　波　技　術
鈴　木　　喬	日本通信協力K.K　海外事業部技術部長	無線回線設計
黒　野　宗　雄	〃　　海外事業部専門課長	無　線　設　備
相　馬　幹　男	〃　　海外事業部技術部設計職	経　済　評　価
伊　藤　昭　雄	国際協力事業団　　社会開発協力部参事	業　務　調　整

表－2　　Project Cost for Phase - I

	Foreign Currency		Local Currency
	Thousand Japanese Yen	Equivalent Thousand US $	Thousand Kwacha
1. Equipment Work Portion			
a. Lusaka-Copperbelt Route	1,850,000	9,250	830
b. Kasama-Mansa Route * 1	1,492,000	7,460	1,870
c. Kasama-Mbala Route * 2	598,000	2,990	700
d. Kasama-Mporokoso Route	272,000	1,360	410
e. Chipata-Lundazi Route * 3	748,000	3,740	980
f. Sub Total (a+b+c+d+e)	4,960,000	24,800	4,790
g. Survey Cost	37,000	185	-
h. Training Cost	43,000	215	-
i. Total (f+g+h)	5,040,000	25,200	4,790
2. Civil Work Portion			
j. Lusaka-Copperbelt Route	5,000	25	250
k. Kasama-Mansa Route	15,000	75	500
l. Kasama-Mbala Route	10,000	50	250
m. Kasama-Mporokoso Route	10,000	50	50
n. Chipata-Lundazi Route	15,000	75	970
o. Sub Total (j+k+l+m+n)	55,000	275	2,020
p. Survey Cost	34,000	170	-
q. Total (o+p)	89,000	445	2,020
3. Total Cost for Equipment and Civil Work Portion (i+q)	5,129,000	25,645	6,810
4. Consultancy Service	416,000	2,080	240
5. Basic Project Cost (3+4)	5,545,000	27,725	7,050
6. Contingency	388,000	1,940	500
7. Total Project Cost (5+6)	5,933,000	29,665	7,550

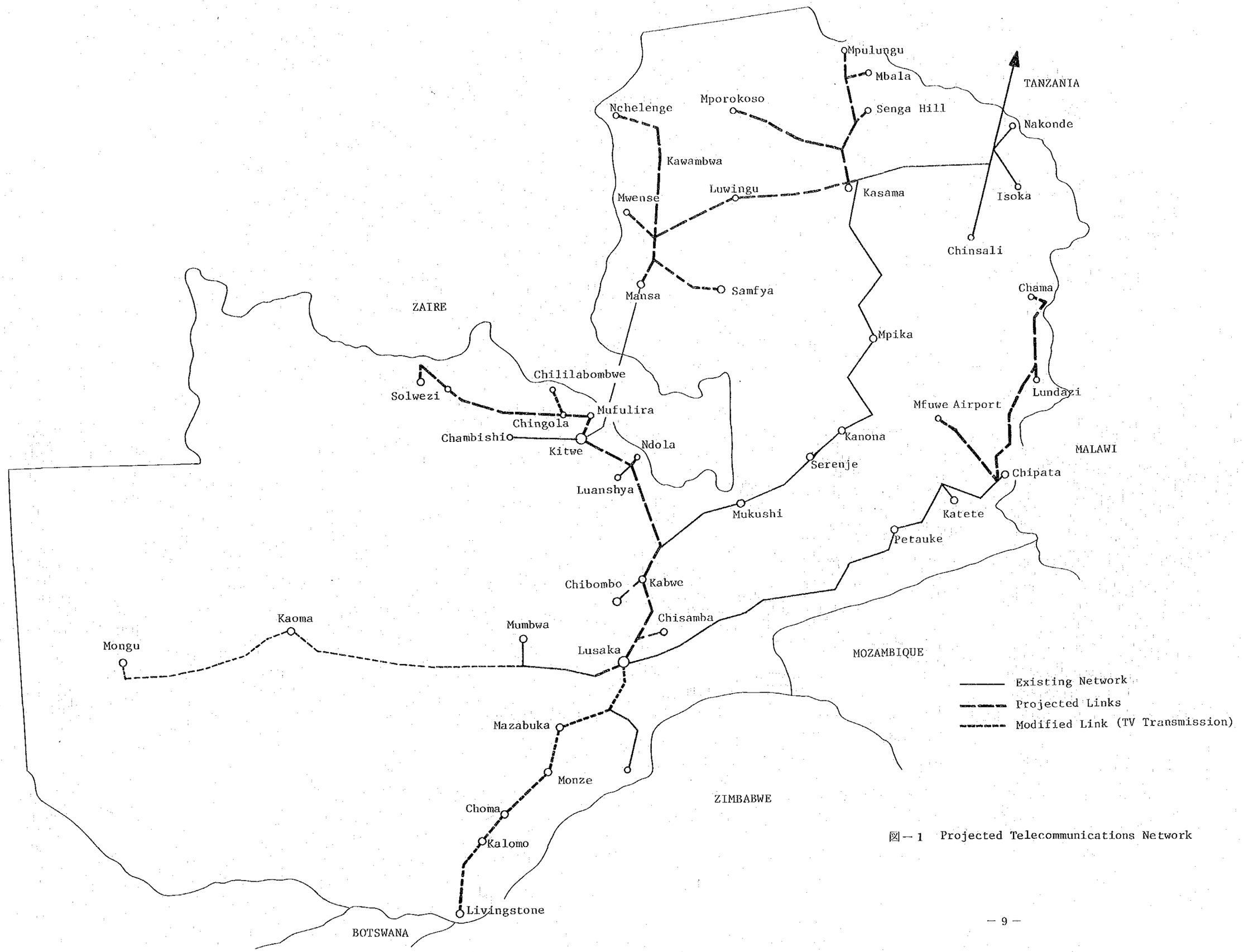
Exchange Rate: 1US Dollar = 200 Japanese Yen
1 Kwacha = 1.179 US Dollars

* 1 - Except Kawambwa-Nchelenge Link
* 2 - Except Senga Hill
* 3 - Except Lundazi-Chama Link

表－3　Project Cost for Phase - II

	Foreign Currency		Local Currency
	Thousand Japanese Yen	Equivalent Thousand US $	Thousand Kwacha
1. Equipment Work Portion			
a. Chingola-Solwezi Route	549,000	2,745	810
b. Lundazi-Chama Route	419,000	2,095	600
c. Kawambwa-Nchelenge Link	303,000	1,515	400
d. Sub Total (a+b+c)	1,271,000	6,355	1,810
e. Survey Cost	30,000	150	-
f. Total (d+e)	1,301,000	6,505	1,810
2. Civil Work Portion			
g. Chingola-Solwezi	-	-	-
h. Lundazi-Chama Link	5,000	25	140
i. Kasama-Nchelenge Link	5,000	25	30
j. Sub Total (g+h+i)	10,000	50	170
k. Survey Cost	7,000	35	-
1. Total (j+k)	17,000	85	170
3. Total Cost for Equipment and Civil Work Portion (1+2)	1,318,000	6,590	1,980
4. Consultancy Service	110,000	550	64
5. Basic Project Cost (3+4)	1,428,000	7,140	2,044
6. Contingency	100,000	500	143
7. Total Project Cost (5+6)	1,528,000	7,640	2,187

Exchange Rate: 1US Dollar = 200 Japanese Yen
1 Kwacha = 1.179 US Dollar



図－1 Projected Telecommunications Network

第 1 章　序　　説

第１章　序　　説

本報告書は，ザンビア共和国における電話及びテレビジョン信号伝送に供されるマイクロウェーブ幹線通信設備の一部整備取替え，改善及び拡張を行う計画について，並びに後述する他の計画についてバイアビリティの確認を行うことを目的とする。

本プロジェクトは，前述の計画内容とともに，ザンビア国の北部および東部地域における，地方通信網の建設を含み，更に既設テレビジョン伝送路システムへの機能追加も含まれる。

本報告書では，ザンビア国における電気通信サービスの現状並びに提案するシステムの概要を述べ，最後に本プロジェクトの経済評価を行っている。

図１－１は，既設の長距離通信網を示し，図１－２は本プロジェクトにおいて既設装置及び設備取替え区間並びに新たに建設されるマイクロウェーブルートを図示している。

提案するマイクロウェーブシステムは，Lusaka−Copperbeltリンクに対して1,800チャンネル伝送容量を，Chingola−Solwezi間及びKasama−Mansa間に対して960チャンネルを，北部及び東部地方通信システムに対しては，それぞれ１２０チャンネルの容量を持たせている。Copperbeltリンクは，現用１，テレビジョン用１及び予備１のシステム構成とする。予備回線は，カラーテレビジョン信号の上り予備運用が出来るように設計されている。他のルートの構成は第４章のシステム設計の概要に述べている。

信号の変調方式は，既設設備との整合性及び保守運用の合理化を考慮してアナグロ変調方式とする。

経済評価で使ったプロジェクトコストは，最近の国際入札価格を基本とし，前述のプロジェクトをターン・キーベースで完成させることを条件として見積っている。

本プロジェクトの経済フィージビリティースタディは，上記のプロジェクトコストに基づき，主として財務分析を行なっている。この財務分析によって，本プロジェクトの財務的内部収益率を算定した。

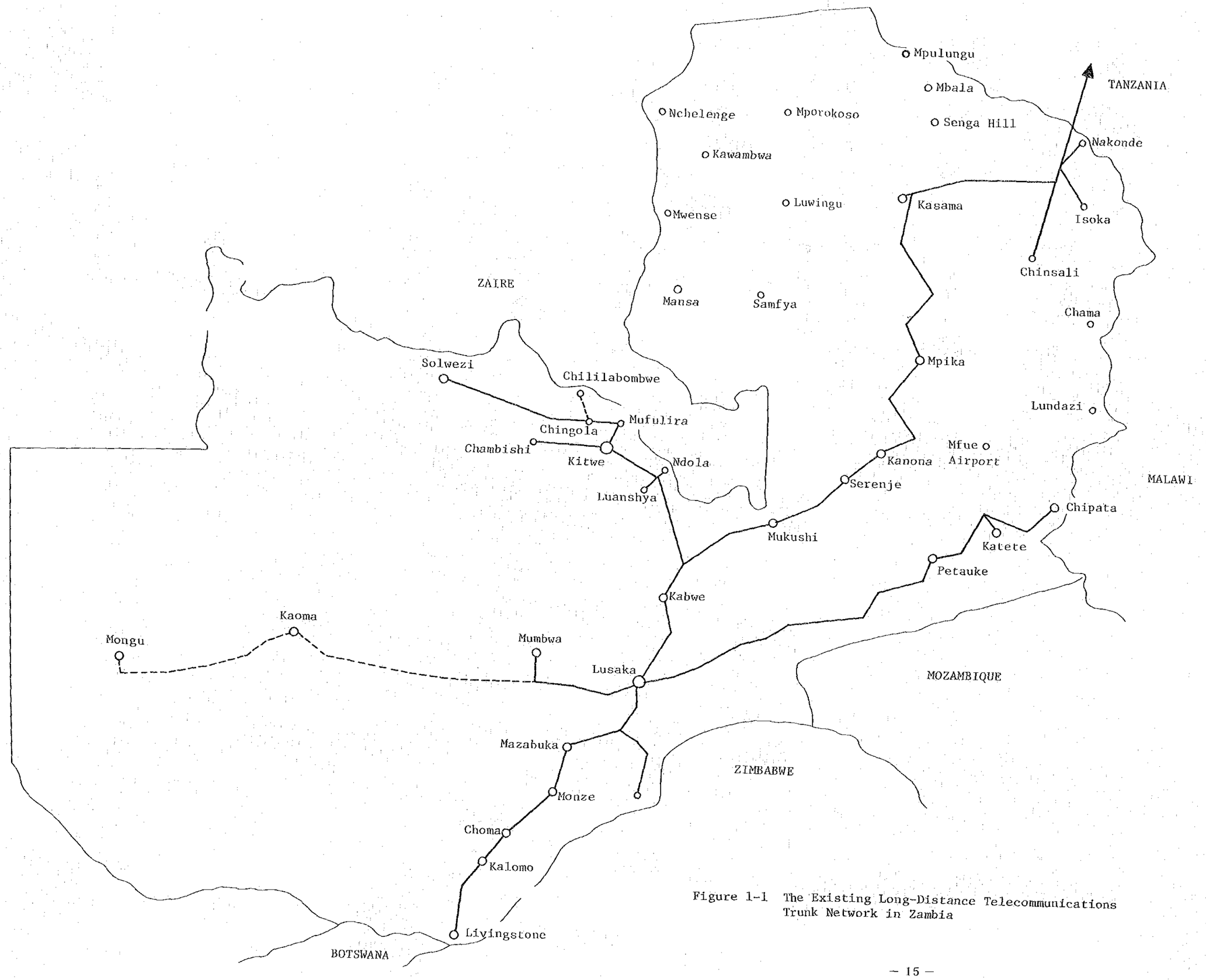


Figure 1-1 The Existing Long-Distance Telecommunications Trunk Network in Zambia

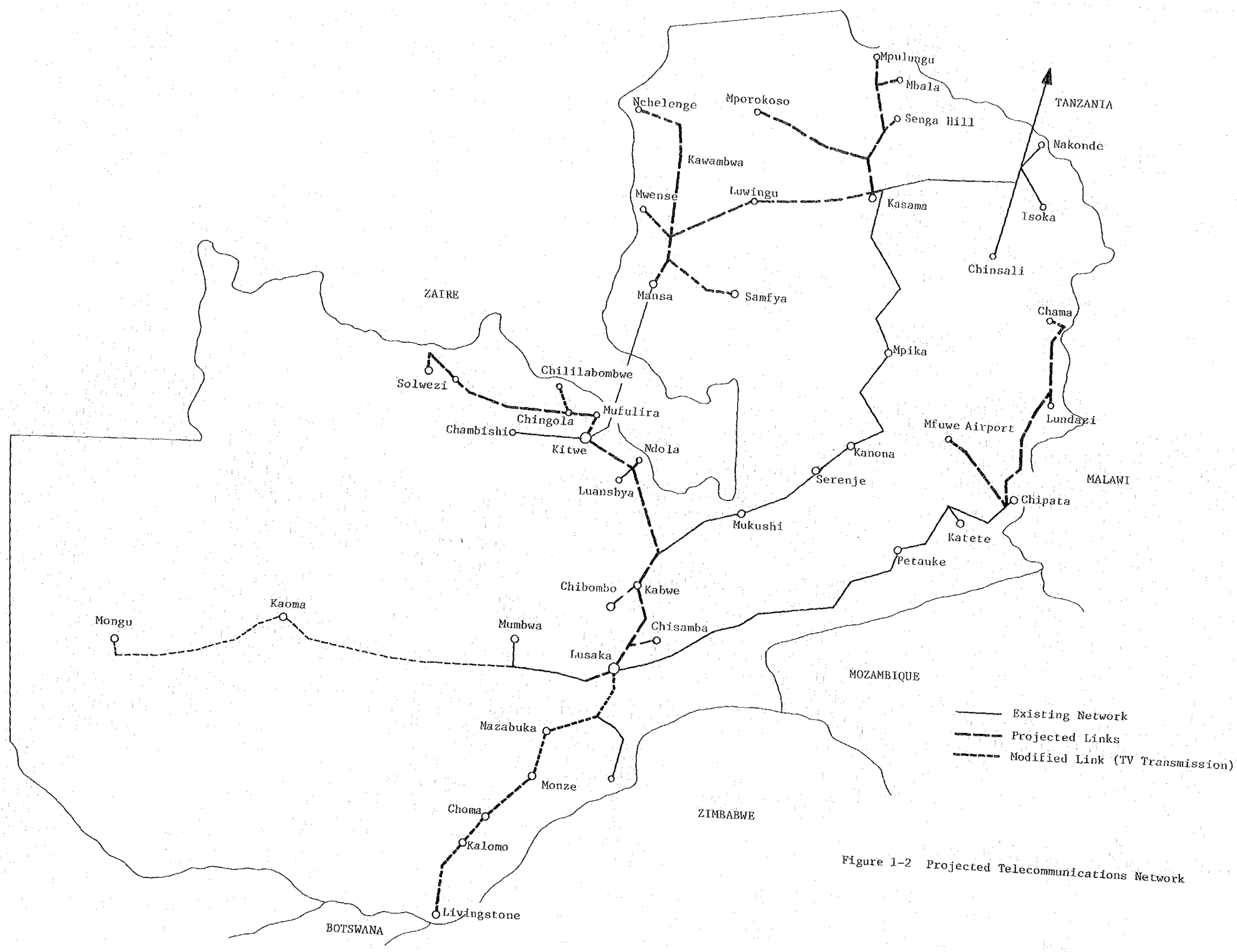


Figure 1-2 Projected Telecommunications Network

第 2 章　計画概要

第２章　計画概要

2.1　プロジェクトの目的

本プロジェクトは，ザンビア国の既設マイクロウェーブ通信ネットワークのうち老朽化している区間の整備改善を行い，かつ耐用年数を過ぎたシステムによって，サービスが提供されいる地域における著しい通信の需要の増加に対して救済を行うものである。また，本プロジェクトでは，第３次国家開発計画の一環として，新しい自動市外即時通話のための市外電話回線網が必要な地域及びテレビジョン伝送網が必要な地域にマイクロウェーブシステムを建設する。即ち，既設設備の改善，拡充及び地方通信網の新設が，本プロジェクトの目的である。

2.2　フィージビリティ・スタディの対象となるマイクロウェーブルート

本調査において，フィージビリティ・スタディの対象となるマイクロウェーブルートは下記のとおりである。

1) マスメディア　テレビジョン　リンク
2) Lusaka － Copperbelt ルート（1800チャンネル＋テレビジョン信号伝送）
3) Kasama － Mansa ルート（960，120チャンネル＋テレビジョン信号伝送）
4) Chingola － Solwezi ルート（960チャンネル＋テレビジョン信号伝送）
5) Kasama － Mbala ルート（120チャンネル）
6) Kasama － Mporokoso ルート（120チャンネル）
7) Chipata － Lundazi ルート（120チャンネル）

2.3　国家及び地域経済に及ぼす予期効果

本プロジェクトが実現されることによって，ザンビア国家経済並びに地域開発に対して，下記のような効果が及ぼされるであろう。

1) 本プロジェクトによる全国的な電気通信サービスの改善と拡充は，国家的経済発展と地域開発の基盤となる社会資本の整備に対して，重要な役割を持つ。
2) テレビジョン伝送システムの改善と拡充は，国家の社会経済の安定と発展，並びに，地域住民に対する福祉，教育，文化等の生活基盤を高めることに貢献するであろう。

2.4　電気通信サービスの現況

現在の電気通信施設現況並びに第３次国家開発計画（ＴＮＤＰ）において，電気通信と情報部門に対して達成すべき政策及び目標を下記に述べる。

2.4.1　市内交換サービス

１９７７年現在，ザンビア国はおよそ60,000台の加入電話機を保有し，加入者線数は32,000であるが電話需要に対して充分なサービスが行われていない。ＰＴＣから入手した資料によれば，ザンビアの総電話局数は表２－１に示すように４９局である。表には，無線電話局名も示されている。総ての電話局のうち，３１局が自動交換局であり，残りは手動交換局である。表２－２は，交換機タイプと容量を示す。

自動交換機の大多数はstep-by-step方式であったが，最近，最新式のものに取替えられつつある。１９８１年末までに５３の新交換局が運用開始をする予定である。

進行中の電話局建設プロジェクトを表２－３に示す。表２－４は，ザンビア国の主要市・町における電話機数を示す。

2.4.2　長距離通信サービス

現在，長距離幹線システムは，下記の区間に設備されている。

1)　マイクロウェーブ　システム

Lusaka - Livingstone (6 GHz upper, 960 CH + TV)
Lusaka - Nakonde (6 GHz upper, 960 CH + TV)
Lusaka - Kitwe (2 GHz, 960 CH + TV)
Kitwe - Ndola (2 GHz, 960 CH)
Kitwe - Chingola (2 GHz, 960 CH)
Kitwe - Luanshya (6 GHz upper, 960 CH)
Lusaka - Chipata (2 GHz, 960 CH + TV)
Lusaka - Mumbwa (6 GHz upper, 960 CH + TV)

上記，Lusaka－Chingola間のリンクは，Copperbeltマイクロウェーブシステムと称され，１９６６年に運用が開始された。本システムは，ザンビア全国の９０％のトラヒックを運び，ＰＴＣの総収入の約９５％を生み出している。トラヒックの増大により，このリンクの伝送容量は，飽和状態にあり，もはや電話チャンネルの増設が不可能である。

2)　既設ＵＨＦ及びＶＨＦシステム

Chingola - Solwezi (120 CH)
Kitwe - Mansa (120 CH)
Kitwe - Chambishi (120 CH)
Kitwe - Kalulushi (12 CH)
Chingola - Chililabombwe (120 CH)
Ilonda - Isoka (120 CH)
Ilonda - Nakonde (120 CH)
Chipata - Malawi (36 CH)
Monze - Gwembe (12 CH)
Choma - Pemba (120 CH)

Chililabombwe - Zaire (1 CH)
Mkushi Rep. - Serenje T.E (120 CH)
Serenje Rep. - Serenje T.E (120 CH)
Kululu - Chindari (120 CH)
Kabwe - Kapiri Mposhi (120 CH)

上記ＵＨＦリンクのうち，Chingola－Solwezi 間及びKitwe－Mansa 間（120 CH）の無線システムは正常に動作していない状態である。

他の市外伝送路としては，行政管区を相互に接続する短波及び裸線搬送システムがある。各州における既設の短波回線ネットワークを表２－５に示す。

2.4.3　自動市外交換サービス（ＳＴＤ）

現在，加入者市外ダイヤルサービス網が全国２１都市相互間で運用されており，その状況は図２－１に示すとおりである。ザンビア国の全地域について，自動市外交換サービスの改善，拡張を行うために，新しい拡張計画による工事が実施されている。

この計画によって，Lusaka（総括局），Kitwe（総括局），Livingstone，Kasama，Chipata，Choma，Solwezi，Mongu，Mansa 及びKabweに中心局（グループ・スイッチングセンタ）が設置される予定である。

表２－６は，これらの中心局に従属する局名及びその交換機容量を示している。

2.5　第３次国家開発計画（ＴＮＤＰ）*

電気通信部門及び情報，放送部門に対する第３次国家開発計画の概要は下記のとおりである。

2.5.1　電気通信部門

この計画は，国内並びに国際通信を効果的に行うために，更に，電気通信サービスの拡張を考慮している。そのプログラムは次のとおりである。

1) 計画は３つのカテゴリに分けられる。即ち，進行中の政府プロジェクト，世銀プロジェクト及び双務援助プロジェクトである。これらプロジェクトは，総額７９.８百万クワチャ（ＵＳ＄１０２.５百万）の支出投資を必要とする。

2) 進行中のプロジェクトには，Copperbelt 及び東部地域の新電話局建設，Lusaka および Copperbelt における市内ケーブル網の改善ならびにLusaka における国内と国際テレックス交換機能の結合を含むものである。

世銀プロジェクトは，５年間にわたり，実施される予定であり，市内交換機の据付け，拡張，加入者線路の拡張及び長距離通信網の拡張を含む。世銀のこれらプロジェクトへの援助額は，２６.６百万クワチャとなる。

双務協定により，スェーデン国際開発事業団（ＳＩＤＡ）は，Lusaka 市外交換局，

Kitwe 市外交換局及び Lusaka 国際交換局を建設する。この協定に基いて，ＳＩＤＡは，1.6 百万クワチャに値する通信装置を納入する。

ＰＴＣに委託された部分は，政府との借款協定により補充される財源によって支払われる。

第３次国家開発計画における電気通信部門への投資内容は次のとおりである。

(K in thousand)

Project	Location	Investment cost	Source of Finance	
			GRZ	Other Sources
Telecommunications Division				
International telex exchange extension	Central	1,490	590	900
Inter-territorial communications	National	2,900	-	2,900
National trunk network	Various locations	20,819	5,072	15,747
Automatic telephone exchange and local distribution network	Various locations	29,276	10,840	18,436
Telephone exchanges and bearer systems	Various locations	13,000	-	13,000
Maintenance and support services	Various locations	11,750	-	11,750
Satellite earth station	Lusaka	600	498	102
Total		79,835	17,000	62,835

前述の進行中のプロジェクトの他に更に，電話交換機，無線伝送路及び市内ケーブル施設が第３次国家開発計画期間中に建設される予定である。表２－７はこれらの新プロジェクトの内容を示す。

2.5.2 情報・放送部門

第２次国家開発計画には，テレビジョン並びにラジオ放送サービスの改善，並びに全国にわたる設備の拡張プロジェクトが含まれており，過去５年間の投資額は８百万クワチャであった。

1) 第３次計画の目標

第３次国家開発計画の目的は次のとおりである。

(a) あらゆるマス・メデア手段の強化計画を継続し，全国的に拡張すること。

(b) 地方組織の改善と他の国家開発計画に協力して，放送のサービスエリアを拡張し，ラジオ及びテレビジョンのプログラム内容とその提供についての改善を行うこと。

(c) 地方の人材を育成するために，地方で制作するラジオ及びテレビジョンプログラムの量を増加させること。

(d) 全国のラジオ受信状況を改善し，国民の経済及び社会生活の状態に合ったラジオ・テレビジョンの普及を調整すること。

(e) 真のザンビア国家のイメージを国外に伝えるために，効果的な国外放送サービスを行うこと。

(f) 国内新聞，雑誌及び他の出版物の標準規格を改善すること。また，社会及び経済開発の国家計画によって支えられた出版物の発行及びその効果を改善すること。

(g) 全国のあらゆる地域へ，ニュースを迅速に流すことが出来るように，ニュース交換機関としてのＺＡＮＡ（Zambian News Agency）を強化すること。

日本の援助で建設されているマス・メディアプロジェクトは，ラジオ・テレビジョン及び他の情報サービスの発展に重要なリンクとなるであろう。このプロジェクトの完成は，地方間にある現状の情報ギャップを埋めることが出来る。全国すべての地域で良好なラジオ受信が得られる様，多くの地方放送局を開設する。ラジオ並びに，テレビジョン放送スタジオの設備が特に必要であることが強調される。

装置，輸送及び他の設備がすべてのマス・メディアに準備される予定である。地方職員の訓練も特に重要であり，情報センターを開設し，サービスエリアの改善が必要であろう。

2) 計画

第３次国家開発計画において，情報・放送部門に対する政府の投資を３０百万クワチャと決定する。

情報・放送省が管轄し，実施すべきプロジェクトは下記のとおりである。

(a) Ministry Headquarters
  i) Mass Media Complex
  ii) Zambia Institute of Mass Communications

(b) Zambia Information Services
  i) Specialist vehicles
  ii) Film boats and speedboats
  iii) Campaign vans and boat equipment
  iv) Film on the history of Zambia
  v) Training of personnel
  vi) Publicity overseas
  vii) Utility vehicles
  viii) Provincial information centers

(c) Zambia Broadcasting Services

i) Improvement of radio reception

ii) Installation of regional radio transmitters and standby facilities at Chipata, Mongu, Kasama and Solwezi

iii) Completion of on-going minor projects

iv) Improvement of television reception at regional transmitting stations--Kasama, Mpika, Serenje, Chipata, Mansa, Mumbwa, Kalomo, Mongu and Solwezi

v) Radio facilities, Lusaka and Kitwe

vi) Television facilities, Lusaka and Kitwe

vii) Staff housing at various regional stations

viii) Staff training

ix) Transport

(d) Zambia News Agency

i) Training

ii) Staff housing

iii) Transport

*Third National Development Plan published by the Office of the President, National Commission for Development Planning, October 1979 より抜粋した。

Table 2-1 Present Telephone Exchange in Zambia

1. Automatic Exchange

Chambishi
Chilanga
Chililabombwe
Chingola
Chipata
Choma
Gwembe
Itimpi
Kabwe
Kafue
Kalomo
Kalulushi
Kasama
Kitwe
Livingstone
Luanshya
Lusaka
Ridgeway
Mansa
Mazabuka
Mbala
Mongu
Monze
Mpulung
Mufulira
Mumbwa
Namulundu Gorge
Ndola
Pemba
Siavonga
Solwezi

2. Manual Exchange

Chalata
Chirundu
Chisamba
Kanona
Kapiri Mposhi
Katete
Kazimule
Limulunga
Luwingu
Mkushi
Mpika
Mungwi
Nakonde
Namwala
Petauke
Sesheke
Serenje
Zimba

3. Radio Telephone Public Office

Chadiza
Chama
Chavuma
Chilubi
Island
Chitokoloki
Chizera
Ikelenge
Kabompo
Kalabo
Kaputa
Kasempa
Kawambwa
Kazembe
Kaoma
Luampa
Luangwa
Lukulu
Lundazi
Mporokoso
Msoro
Mulundu
Mununga
Mwanjawanthu
Mwewa
Mwense
Mwinilunga
Namwala
Nyimba
Puta
Samfya
Senanga
Sesheke
Shiwangandu
Sinda
Zambezi

Table 2-2 Type and Capacity of Existing Telephone Exchange

Name of Exchange	Type of Exchange	Capacity	Existing Subscriber Line
Chilanga	Semi Electronic	135	88
Chipata	Sxs	400	380
Choma	Crossbar	800	342
Gwembe	Crossbar	200	10
Kafue	SxS	200	189
Kalomo	Crossbar	300	103
Livingstone	SxS	1,400	1,160
Lusaka Main	Electronic	10,000	4,670
Mazebuka	Crossbar	800	254
Mongu	Crossbar	190	180
Monze	Crossbar	600	80
Pemba	Crossbar	300	37
Namalundu Gorge	PABX	100	45
Ridgeway	Crossbar	5,000	3,205
Siavonga	Crossbar	70	66
Mumbwa	Crossbar	200	88
Chirundu	Manual	20	8
Chisamba	Manual	60	29
Katete	Manual	50	47
Kazimule	Manual	20	3
Limulunga	Manual	20	11
Namwala	Manual	100	49
Petauke	Manual	100	88
Sesheke	Manual	2	2
Zimba	Manual	20	18
Chambishi	Crossbar	300	44
Chililabombwe	Crossbar	1,000	612
Chingola	Crossbar	1,900	1,682
Itimpi	Crossbar	300	207
Kabwe	Crossbar	1,900	1,409
Kalulushi	Crossbar	1,000	402
Kasama	Crossbar	1,000	417
Kitwe	Crossbar	9,000	4,905
Luanshya	Crossbar	3,000	1,340
Mansa	RAX	400	368
Mbala	RAX	150	141
Mpulungu	RAX	50	35
Mufulira	Crossbar	3,000	1,323
Ndola	SxS	5,800	4,711
Solwezi	Crossbar	300	221
Chalata	Manual	20	7
Kanona	Manual	6	6
Kapiri Mposhi	Manual	100	78
Luwingu	Manual	100	86
Mkushi	Manual	100	85
Mungwi	Manual	30	28
Mpika	Manual	200	142
Nakonde	Manual	50	35
Serenje	Manual	100	63

Table- 2-3 On-Going Telecommunication Projects Sheet 1/2

Automatic Exchange	Expected Year of Completion	Capacity	Remarks
Chelston	1981	3000	
Chilanga	1980	768	Expansion
Chililabombwe	1981	2000	Expansion
Chinsali	1981	192	
Chambishi	1981	200	
Chadiza	1981	200	
Chipata	1981	800	
Choma	1981	800	
Chisamba	1984		
Gwembe	1980	256	
Isoka	1981	256	
Itimpi	1978	200	
Kabompo	1982	128	
Kabwe	1981	4000	
Kafue	1981	2000	
Kalabo	1981	128	
Kalomo	1979	200	
Kalulushi	1982	1000	
Kaoma	1981	128	
Kapiri Mposhi	1981	512	
Kasama	1981	1500	
Kasempa	1982	128	
Katete	1981	300	
Kawambwa	1983	256	
	1978		
Livingstone			Replacement
Luangwa	1982/84	200	Man/Auto
Luanshya	1978	3000	
Lukalu	1981	64	
Lusaka Airport	1980	512	
Lusaka Main	1980/1981	8000/7000	
Luwingu	1983	256	
Mansa	1981	800	
Mazabuka	1980	800	
Mbala	1981	640	
Mkushi	1981	256	
Mongu	1981	500	
Monze	1980	600	
Mpika	1981	896	
Mporokoso	1983	256	
Mplungu	1981	192	
Mufulira	1980	3000	
Mumbwa	1980	200	
Mungwi	1981	192	
Mwense	1983	128	
Mwinilunga	1981	128	
Nakonde	1981	128	
Ndola	1983	10000	
Nymba	1981	200	
Nchelenge	1981	128	
Pemba	1980	300	
Petauke	1981	300	

Table 2-3 On-Going Telecommunication Projects (cont'd) Sheet 2/2

Automatic Exchange	Expected Year of Completion	Capacity	Remarks
Ridgeway	1978	500	
Samfya	1981	256	
Senga Hill	1981	256	
Selenje	1981	384	
Sinda	1981	200	
Solwezi	1981	600	
Zambezi	1981	128	
Radio Links			
Lusaka-Mongu	1981	960 ch	Microwave
North West Rural Radio Link	1982		
Chililabombwe-Chingola	1981	960 ch	Microwave
Kalulushi-Kitwe	1981	120 ch	

Table 2-4 Present Number of Telephone sets in Major Cities and Towns

City/Town	Number of Telephone Subscribers	Population (1979 mid-year estimates)	Telephone Penetration Per 100 Residents
Chililabombwe	1,006	74,000	1.3
Chingola	2,811	183,000	1.5
Kabwe	2,688	284,000	0.9
Kalulushi	797	57,000	1.3
Kasama	1,104	129,000	0.9
Kitwe	8,968	325,000	2.6
Luanshya	2,024	156,000	1.2
Mansa	958	89,000	1.0
Mbala	421	114,000	0.3
Mufulira	2,074	178,000	1.2
Ndola	8,229	394,000	2.0
Solwezi	636	68,000	0.9
Luwingu	138	92,000	0.1
Mkushi	394	67,000	0.2
Mpika	238	69,000	0.3
Serenje	129	62,000	0.2
Chipata	1,320	196,000	0.6
Choma	893	119,000	0.7
Kalomo	332	88,000	0.3
Livingstone	2,864	80,000	3.5
Lusaka	19,939	714,000	2.5
Mazabuka	823	94,000	0.8
Mongu	613	119,000	0.5
Monze	507	92,000	0.4
Katete	99	101,000	0.09
Mumbwa	135	71,000	0.2
Namwala	120	42,000	0.3
Petauke	187	157,000	0.1
Sesheke	15	64,000	0.02

Table 2-5 HF Network in Zambia

Province and Name of Station	Number of CHs	Mode
North Western		
Chavuma	2	R/T and CW
Chitokoloki	2	R/T and CW
Chizera	2	R/T and CW
Ikelenge	2	R/T and CW
Kabompo	2	R/T and CW
Kasempa	2	R/T and CW
Kipushi	1	R/T
Mwinilunga	2	R/T and CW
Zambezi	2	R/T and CW
Kasama		
Chilubi Island	2	R/T and CW
Chinsali	1	CW
Isoka	1	CW
Kaputa	2	R/T and CW
Mporokoso	2	R/T and CW
Ndole Bay	1	R/T
Shiwangandu	2	R/T and CW
Mansa		
Kawambwa	1	R/T
Samfya	1	CW
Eastern		
Chadiza	2	R/T and CW
Chama	2	R/T and CW
Katete	1	CW
Lundazi	2	R/T and CW
Msoro	2	R/T and CW
Mwanjawanthu	2	R/T and CW
Petauke	1	CW
Sinda	2	R/T and CW
Southern		
Machili	1	R/T
Masese	1	R/T
Sesheke	1	R/T
Sesheke (P.O)	1	CW
Senanga (P.O)	1	R/T
Central		
Kacholola	1	R/T
Keembe	1	R/T
Liteta	1	R/T
Luangwa	2	R/T and CW
Namwala	2	R/T and CW
Ngoma	1	R/T
Nyimba	2	R/T and CW
Western		
Kalobo	1	CW
Kaoma	1	CW
Mongu	1	CW
Senanga	1	CW
Senanga/Living-stone	2	R/T and CW
International		
Tanzania	1	ISB
Mozambique	1	ISB

Note: Lemba Farm (Chisamba) operates direct to Shiwa Estate (Shiwangandu) on R/T only.

* R/T: Radio Telephone System
P.O: Post Office
ISB: Indipendent Sideband

Table 2-6 Group Switching Centres and Subordinate Centres Sheet 1/2

Exchange	Existing Capacity	Expanded Capacity
Lusaka Group SW Centre		
Lusaka Main	4,000 lines	15,000 lines
Chelston	-	3,000
Kafue	200	2,000
Chilanga	135	500
Ridgeway	5,000	5,000 retained
Airport	-	500
Mumbwa	50 manual	200
Chisamba	60 manual	
Luangwa	-	
Kitwe Group SW Centre		
Kitwe	4,500	9,000
Mufulira	1,500	3,000
Chingola	1,500	3,000
Luanshya	1,500	3,000
Chambeshi	-	200
Chililabombwe	1,000	2,000
Itimpi	-	200
Kalulushi	1,000	1,000
Ndola	4,000	10,000 planned
Mpongwe	-	50 planned
Choma Group SW Centre		
Choma	300	800
Gwembe	manual	
Kalomo	100	200
Mazabuka	300	800
Monze	100	600
Pemba	50 manual	100
Namwala	-	100 planned
Chipata Group SW Centre		
Chipata	300	800
Chadiza	-	50
Katete	50 manual	150
Nyimba	-	50
Petauke	100 manual	200
Sinda	-	50
Chama	-	50 planned
Lundazi	-	150 planned
Kakumbi	-	50 planned
Kasama Group SW Centre		
Kasama	1,000	1,500
Chinsali	50 manual	150
Isoka	-	200
Mpika	100 manual	800
Nakonde	-	50
Luwingu	100 manual	200
Mporokoso	-	200
Mbala	150	500
Mpulungu	-	150
Mungwi	30 manual	150
Kaputa	-	50 planned
Solwezi Group SW Centre		
Solwezi	192	600
Kabompo	-	100
Zambezi	-	100
Mwinilunga	-	100
Chizera	-	50

Cont'd

Table 2-6 Group Switching Centres and Subordinate Centers Sheet 2/2

Exchange	Existing Capacity	Expanded Capacity
Mongu Group SW Centre		
Mongu	192 lines	500 lines
Lukulu	-	100
Kalabo	-	100
Senanga	-	100
Kaoma	-	100
Mulobezi	-	100
Mansa Group SW Centre		
Mansa	200	800
Samfya	-	250
Kawambwa	-	250
Nchelenge	-	100
Mwense	-	100
Kabwe Group SW Centre		
Kabwe	1,900	4,000
Mkushi	100 manual	200
Kapiri Mposhi	500 manual	500
Serenje	50 manual	300
Chibombo	-	50
Livingstone Group SW Centre		
Livingstone	1,400	
Sesheke	2 manual	200 planned
Zimba	20 manual	2,000 planned

Table 2-7 New Projects*

Automatic Exchange	Expected Year of Completion	Capacity	
Chama	1983/1984		Man/Auto
Chavuma	1984		
Chibombo	1980		
Chienge	1984		
Chirundu	1984		
Chizera	1983/1984		Man/Auto
Chozi	1984		
Ikelenge	1984		
Kakumbi	1983/1984		Man/Auto
Kaputa	1983/1984		Man/Auto
Lundazi	1983/1984		Man/Auto
Maamba	1984		
Mpongwe	1982		
Mwandi	1984		
Namalundu Gorge	1981		
Namwala	1984		
Rufunsa	1984		
Sesheke	1984		
Siavonga	1981		
Sinazongwe	1984		
Zimba	1984		
Radio Links			
Chavuma-Zambezi	1984	24 ch	
Chibombo-Kabwe	1984	24 ch	
Chingola-Lusaka	1983	1800 ch	
Chingola-Solwezi	1983	960 ch	
Chisamba-Lusaka	1983	120 ch	
Choma-Sinazongwe	1984	120 ch	
Chozi-Kasama	1984	24 ch	
Eastern Rural	1983	120 ch	
Ikelenge-Mwinilunga	1984	24 ch	
Kitwe-Mansa	1983	960 ch	
Livingstone-Mwandi-Sesheke	1984	120 ch	
Luanshya-Mpongwe	1981	120 ch	
Luapula Rural	1983	120 ch	
Lusaka-Livingstone MUX Expansion	1982		
Lusaka-Luangwa	1983	120 ch	
Lusaka-Mass Media Complex	1981	TV	
Mazabuka-Mazabuka T.E	1981		
Northern Rural	1983	120 ch	
Outside Plant			
Chelston-Lusaka Exp.			
Chilanga-Lusaka			
Chirundu-Lusaka OWL			

* International Links are excluded.

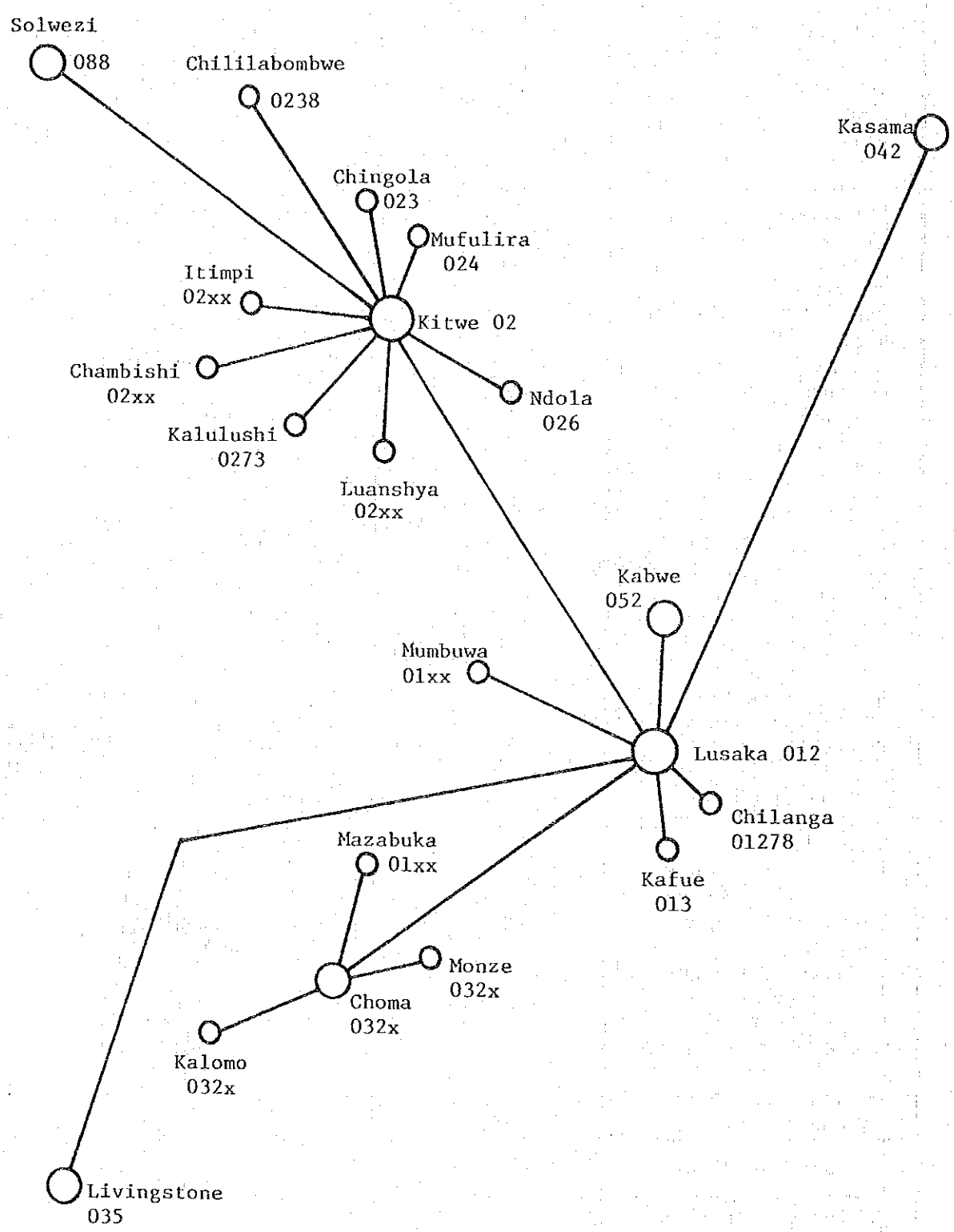


Figure 2-1 Present STD Service Network in Zambia

第 3 章

需要予測と市外トラヒックの予測

第３章　需要予測と市外トラヒックの予測

3.1　概　　要

1）本章は，本プロジェクトで建設されるマイクロウェーブシステムに関し，電気通信需要予測および市外トラヒックの予測と，伝送路の終局及び初期容量の検討について述べる。

2）ザンビア国における今後の電気通信需要は，現在と同様，電話に対するものが主要要素となろう。現在テレックス加入者数は約1,０００であり，電話加入者数との比は約3.３％に達している。世界的な傾向を考慮すると，今後のテレックスの伸びは急激且つ大巾なものにはならないと考えられる。

したがって，プロジェクトのフィージビリティの検討は電話需要を基礎として進めることとする。

3）対象とするマイクロウェーブシステムは，主として長距離市外電話トラヒックを運ぶためのものである。勿論それ以外に，その他の各種トラヒック，例えばテレックス，電信，専用線等に対するものも運ばれるが，８０から９０％が電話トラヒックと推測される。

長距離市外電話トラヒックは，加入者自動即時方式（ＳＴＤ）と，扱者自動即時方式（ＯＴＤ）の如き自動／半自動接続によるもののほかに手動接続によるトラヒックも含まれる。

ＰＴＣの進行中のプロジェクト及び計画されている新規プロジェクトの進捗状況から，現在進行中プロジェクトが約２～３年程度のおくれがあるが，１９８３年末には，ザンビア国内の地方都市電話局の自動化は，相当充実されたものになると考えられる。

本プロジェクトによるマイクロウェーブシステムの引渡しが，１９８４年中頃と仮定すると主たる長距離市外電話トラヒックは，加入者自動即時方式の呼によるものと推測される。

加入者自動即時方式のトラヒックの予測は，１９８４，１９８９及び２０００年について実施した。

4）初期に実装される電話チャンネル数は１９８９年に対する予測トラヒック見合いのものとして検討した。

次の検討期間としては，システムのサービス寿命が一般に云われている２０年とすると２００３年になるが，昨今の急速な技術革新を考えると，システムの利用期間は短くなる傾向にあることを考慮し，最終検討期間は２０００年とした。

3.2　自動即時方式のトラヒックの予測

1）１９８４年と１９８９年の自動即時方式のトラヒックの予測は，各年におけるザンビ

ア国の合計電話機数及び各電話局地域の電話機数の予測値と，１９８０年の電話局間係数（ＣＩＦ）とから計算する。２０００年のトラヒックは，２０００年における電話機数の予測値を考慮したトラフィックの増加率を用いる。

2) 全ザンビアの電話機数の予測

１９８０年末の電話機数は60,700，加入者数は34,000である。国連機関が行った１９７５年の予測に対して，加入者数の増加は約３年のおくれとなっている。今後ＰＴＣの努力により２年おくれの形で追いつくことを期待すると，１９８４年の加入者数は70,000，電話機数は94,500程度に達するであろう。（１９７８年の電話機数／加入者数の比は1.4であるが，１９８４年は1.35になるものと推定した，70,000×1.35=94,500）

１９８４年以降１９８９年迄は，現在進行中の通信プロジェクトの完成による電話需要誘発効果を考慮して，新規加入者の伸び率を予測すると，電話機数は145,000に達する。

２０００年の電話機数は，ザンビアの人口及び１人当りのＧＮＰの推測値と，世界的な平均の１人当りのＧＮＰと１００人当りの電話機数の関係を考慮して，242,000と予測した。

ザンビアの人口は，国連の統計による増加率（１９７３年から１９７９年の間で3.18％），国連機関の予測値（２０００年で10,000千人）等から，11,000千人と推定した。今後の１人当りのＧＮＰの伸び率を年間２％とすると，１９７８年のザンビア国の１人当りのＧＮＰが約US$440を示しているので，２０００年の１人当りのGNPはＵＳ$680となる。ＣＣＩＴＴの調査分析結果によればGNPがＵＳ$６８０の場合，世界の平均的な電話機密度は１００人当り約2.2となっている。

この値を採ることは決して過大ではなく，むしろ控え目な予測と考えられるので，結局，２０００年の電話機数を2.2／１００×11,000千人＝242,000と推定した。

3) 電話局地域別電話機数の予測

ＰＴＣの資料によると，１９８０年の電話機数を基礎とした予測値は表３－１のとおりである。本フィージビリティスタディに関係の深くない地域については省略した。

4) 電話局間係数（ＣＩＦ）の予測

１９８０年における電話局間係数はＰＴＣ資料に入っている各都市の電話機数と都市間の電話トラヒック密度により，次の様に算出される。

$$CIF_o = \frac{Aij}{Ni \cdot Nj}$$

こゝに，Ａｉｊ＝ｉ電話局地域とｊ電話局地域間のトラヒック

Ｎｉ，Ｎｊ＝ｉ電話局地域とｊ電話局地域に関係する電話機数

１９８４年と１９８９年のＣＩＦは，それぞれ

$$CIF_x = CIF_o \times \frac{M_o}{M_x} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots 1984年$$

$$CIF_y = CIF_o \times \frac{M_o}{M_y} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots 1989年$$

ここに，M_o ＝１９８０年の電話機数

M_x ＝１９８４年の予測電話機数

M_y ＝１９８９年の　〃

5) トラヒックの予測

局間トラヒックＡｉｊは，前項にしたがって，下記により予測する。

$$1984年 \quad Aij = Ni \cdot Nj \cdot CIF_o \cdot \frac{M_o}{M_x}$$

$$1989年 \quad Aij = Ni \cdot Nj \cdot CIF_o \cdot \frac{M_o}{M_y}$$

なお，ＰＴＣ資料が利用出来ない局間（比較的トラヒックが小さい区間）及び，本プロジェクトのマイクロウェーブルート内に終始しない局に対するトラヒックは，電話機当りの発着信トラヒック及びその中のＳＴＤトラヒックの占める割合の各平均値を推定して予測する。

電話局間係数は，今後の都市間の経済活動如何で変化するものである。したがって2000年のトラヒックの予測は前述の１９８４年，１９８９年と同様な手法（すなわち今後も現在のＣＩＦの傾向が続く）で予測することは適当ではない。

もしＣＩＦ変化が無いものとすると，前述の電話機数の予測値では，２０００年における局間トラヒックは１９８９年の平均1.６６倍となる。

本報告書では，控え目な予測を行う意味で，２０００年の局間トラヒックは，1989年の1.3倍から1.5倍の範囲を考慮する。

予測トラヒックは表３－２のとおりである。

3.3 電話チャンネル及び伝送路容量

1) ＳＴＤ電話回線網

１９８４年の電話チャンネル数及び伝送路の容量は１９８４年におけるＳＴＤ回線網が図３－１の如く構成されるものとして計算した。

電話局局階位の決定，並びに斜回線の設定如何により，トラヒック経路が変化する。

特に，中継トラヒックの交換容量及び電話局施設の機能に影響するところが大きい。詳細な検討は，個々のプロジェクトの実施段階で検討し，最適トラヒック経路を決定する必要がある。仮にトラヒック経路の変化があったとしても伝送路に関する建設工事費の変動は無視し得る程度であると考えられる。

2) 電話チャンネル数

１９８４年と１９８９年のＳＴＤトラヒックに対しては，サービスグレード１％のチ

ャンネル数が必要である。本プロジェクトのマイクロウェーブシステムで運ぶトラヒックはＳＴＤ以外に，テレックス，電信，専用線等が含まれる。又，保守，運用上若干の予備チャンネルも必要である。

この様なトラヒックのために，１９８４年はＳＴＤ用チャンネル数の２０％，１９８９年に対しては１０％を用意することゝする。

２０００年に対するチャンネル数は，トラヒック予測と同様な伸び率，すなわち１９８９年のチャンネル数の1.2倍から1.5倍の範囲を考慮する。１９８４年及び１９８９年のＳＴＤ所要のチャンネル数は表３－２に示す。

１９８９年の設備チャンネル数及び２０００年に対する所要チャンネル数の予測は，前述の電話用以外のチャンネルを含め，且つ，搬送端局装置のグループ単位（１２チャンネル）で設備するものとして計算すると図３－２，３－３のとおりである。

3) 伝送路容量

１９８９年から２０００年にかけて，回線増設を一度行う必要があるが，この場合その時点における実際の回線要求に基づいて，増設する回線数を決めるべきである。

代表的な回線増設の例を表３－４に示す。

上記，２０００年に必要な回線数要求を考慮してマイクロウェーブ伝送システムの容量を下記の如く決定する。

Lusaka - Copperbelt	1800 チャンネルシステム
Chingola - Solwezi	960 チャンネルシステム
Kasama - Mansa	960 チャンネルシステム
Kasama - Mbala - Mpulungu	120 チャンネルシステム
Mansa - Kawambwa - Mwense - Nchelenge	120 チャンネルシステム
Mansa - Samfya	120 チャンネルシステム
Chipata - Lundazi - Chama	120 チャンネルシステム
Chipata - Kakumbi - Mfuwe	120 チャンネルシステム

Chingola－Solwezi及びKasama－Mansa間は，テレビジョン信号の伝送を行うため９６０チャンネルの伝送容量を持たせることゝする。

Table 3-1 Forecasts of Number of Telephone

City/Town \ Year	1980	1984	1989	2000
Lusaka	20,000	34,000	51,000	
Kitwe	8,970	15,300	24,500	
Ndola	8,230	14,100	22,600	
Chingola	2,810	4,800	7,700	
Chililabombwe	1,100	1,700	2,700	
Mufulira	2,070	3,500	5,600	
Kalulushi	800	1,400	2,200	
Solwezi	640	760	1,100	
Kabwe	2,690	3,200	4,700	
Kasama	1,100	1,300	1,900	
Mansa	960	1,100	1,600	
Chipata	1,320	1,500	2,200	
Livingstone	2,860	3,300	4,800	
Chisamba	170	200	400	
Nchelenge		50	150	
Kawambwa		50	150	
Mwense		50	200	
Samfya		50	200	
Luwingu	140	160	230	
Mporokoso		50	150	
Mpulungu	60	150	200	
Mbala	420	540	800	
Kakumbi		50	150	
Lundazi		50	150	
Chama		50	150	
Other Towns	6,450	7,090	9,470	
Total	60,700	94,500	145,000	242,000

Table 3-2 STD Traffic and Number of Telephone Channels

Sheet 1/3

Exchange A	Number of Telephones 1984	Number of Telephones 1989	Exchange B	Number of Telephones 1984	Number of Telephones 1989	C.I.F 1980	Traffic in Erl. 1984	Number of CHs 1984	Traffic in Erl. 1989	Number of CHs 1989	Circuit Requirements 1989	Circuit Requirements 2000
	x1000	x 1000		x 1000	x 1000							
Solwezi	0.76	1.10	Kitwe	15.3	24.5	0.98	7.3	23x2	11.0	31x2	72	120
			Ndola	14.1	22.6	0.01	0.1		0.1			
			Lusaka	34.0	51.0	0.06	1.0		1.4			
			Others	30.14	45.48	0.78	11.4		16.4			
North West Region			Other Tandems				7.6		12.0			
Chililabombwe	1.7	2.7	Chingola	4.8	7.7	12.75	66.6		111.3			
	1.7	2.7	Kitwe	15.3	24.5	1.94	32.3	28x2	53.9	42x2	96	132
			Others	72.7	110.1	0.06	4.7		7.5			
Chingola	4.8	7.7	Kitwe	15.3	24.5	0.88	41.4	50x2	69.7	77x2	180	240
			Others	58.6	87.5	0.19	34.2		53.8			
	4.8	7.7	Ndola	14.1	22.6	1.69	73.2	49x2	123.5	77x2	180	240
Mufulira	3.5	5.6	Kitwe	15.3	24.5	3.56	122.0	84x2	205.1	133x2	300	372
			Others	61.6	92.3	0.11	15.2		23.9			
	3.5	5.6	Ndola	14.1	22.6	1.46	46.1	34x2	77.6	51x2	120	156
Kitwe	15.3	24.5	Ndola	14.1	22.6	1.79	247.1	142x2	416.3	232x2	516	612
			Lusaka	34.0	51.0	.7	246.4	183x2	388.3	287x2	636	756
			Livingstone	3.3	4.8	0.06	1.9		3.0			
			Kasama	1.3	1.9	0.15	1.9		2.9			
			Kabwe	3.2	4.7	1.26	39.5		60.9			
			Mansa	1.1	1.6	0.31	3.3		5.1			
			Others	11.44	16.8	0.32	35.8		55.3			
Ndola	14.1	22.6	Lusaka	34.0	51.0	0.57	174.9	143x2	276.0	218x2	480	576
			Mansa	1.1	1.6	0.17	1.7		2.6			
			Livingstone	3.3	4.8	0.09	2.7		4.1			
Cont'd												

Table 3-2 STD Traffic and Number of Telephone Channels

Sheet 2/3

Exchange A	Number of Telephones 1984	Number of Telephones 1989	Exchange B	Number of Telephones 1984	Number of Telephones 1989	C.I.F 1980	Traffic in Erl. 1984	Number of CHs 1984	Traffic in Erl. 1989	Number of CHs 1989	Circuit Requirements 1989	Circuit Requirements 2000
Cont'd	x 1000	x 1000		x 1000	x 1000							
Ndola	14.1	22.6	Kasama	1.3	1.9	0.22	2.6		4.0			
			Chipata	1.5	2.2	0.12	1.6		2.5			
			Kabwe	3.2	4.7	1.47	42.4		65.6			
			Others	11.64	17.3	0.22	23.1		36.1			
Kabwe	3.2	4.7	Lusaka	34.0	51.0	1.37	95.4	109x2	138.0	155x2	348	444
			Kitwe	15.3	24.5	1.26	39.5		60.9			
			Ndola	14.1	22.6	1.47	42.4		65.6			
			Others	27.8	42.2	0.09	5.1		7.5			
Mansa	1.1	1.6	Kasama	1.3	1.9		20.0	27x2	30.0	42x2	96	132
			Ndola	14.1	22.6	0.17	1.7		2.6			
			Kitwe	15.3	24.5	0.31	3.3		5.1			
			Lusaka	34.0	51.0	0.21	5.0		7.2			
Nchelenge	0.5	0.15	Other tandems	93.35	143.2		0.7		2.2			
Kawambwa	0.5	0.15	Other tandems	93.35	143.2		0.7		2.2			
Mwense	0.5	0.15	Other tandems	93.35	143.2		0.7		2.9			
Samfya	0.5	0.15	Other tandems	93.35	143.2		0.7		0.9			
Mansa	1.1	1.6	Others	28.5	42.06		3.4		4.9			
Nchelenge	0.05	0.15	Mansa	1.1	1.6		1.8		5.6	9x2	24	36
			Others	93.35	143.25		0.7		2.2			
Kawambwa	0.05	0.15	Mansa	1.1	1.6		1.8	5x2	5.6	9x2	24	36
			Others	93.35	143.25		0.7		2.2			
Mwense	0.05	0.2	Mansa	1.1	1.6		1.8	5x2	2.9	11x2	24	36
			Others	93.35	143.25		0.7		7.0			
Cont'd												

Table 3-2 STD Traffic and Number of Telephone Channels

Sheet 3/3

Exchange A	Number of Telephones 1984	Number of Telephones 1989	Exchange B	Number of Telephones 1984	Number of Telephones 1989	C.I.F 1980	Traffic in Erl. 1984	Number of CHs 1984	Traffic in Erl. 1989	Number of CHs 1989	Circuit Requirements 1989	Circuit Requirements 2000
	x k000	x 1000		x 1000	x1000							
Samfya	0.05	0.20	Mansa	1.1	1.6		1.8	5x2	2.9	11x2	24	36
			Others	93.35	143.25		0.7		7.0			
Luwingu	0.16	0.23	Kasama	1.3	1.9		5.1	10x2	7.4	12x2	36	48
			Others	93.04	142.87		2.3		3.8			
Mpulungu	0.15	0.2	Mbala	0.50	0.8		2.2	9x2	2.9	11x2	24	36
			Kasama	1.3	1.9		3.0		4.0			
			Others	93.81	144.0		2.2		2.9			
Mbala	0.54	0.8	Kasama	1.3	1.9		11.3	19x2	16.8	25x2	60	96
			Others	92.66	142,3		7.6		11.2			
Mpulungu			Other tandems				2.2		2.9			
Mporokoso	0.05	0.15	Kasama	1.3	1.9		1.8	5x2	5.6	9x2	24	36
			Others	93.15	142.95		0.7		2.2			
Chama	0.05	0.15	Chipata	1.5	2.2		1.8	5x2	5.6	9x2	24	36
			Others	92.95	142.95		0.7		2.2			
Lundazi	0.05	0.15	Chipata	1.3	1.9		1.8	5x2	5.6	9x2	24	36
			Others	93.15	142.95		0.7		2.2			
Kakumbi	0.05	0.15	Chipata	1.3	1.9		1.8	5x2	5.6	9x2	24	36
			Others	93.15	142.95		0.7		2.2			

Note:

1. The traffic between each route is divided into two parts, i.e.
   Outgoing traffic: 50 % of the traffic
   Incomming traffic: 50 % of the traffic
2. Grade of service: 1%

Table 3-3 Typical Channel Expansion Plan (1984/89 - 2000)

Circuit		Initial Number of CKT for 1989	Expansion for 1994		Expansion for 2000	
			No. of Expansion	Sub-TTL	No. of Expansion	Sub-TTL
Lusaka	Kabwe	384	24	408	36	444
	Kitwe	636	60	696	60	756
	Ndola	480	48	528	48	576
	Chisamba	12	12	24	12	36
Kitwe	Mufulira	300	36	336	36	372
	Ndola	516	48	564	48	612
	Chingola	180	24	204	36	240
	Solwezi	72	24	96	24	120
	Chililabombwe	96	24	120	12	132
Mufulira	Ndola	120	24	144	12	156
Chingola	Ndola	180	24	204	36	240
Kasama	Mporokoso	24	–	24	12	36
	Mbala	60	24	84	12	96
	Senga Hill	24	–	24	12	36
	Luwingu	36	–	36	12	48
	Mansa	96	24	120	12	132
Mansa	Samfya	24	–	24	12	36
	Mwense	24	–	24	12	36
	Kawambwa	24	–	24	12	36
	Nchelenge	24	–	24	12	36
Mbala	Mpulungu	24	–	24	12	36
Chipata						
	Lundazi	24	–	24	12	36
	Mfuwe Airport	24	–	24	12	36
Lundazi	Chama	24	–	24	12	36
Kabwe	Chibombo	12	12	24	12	36
	Total	3,420	408	3,828	528	4,356

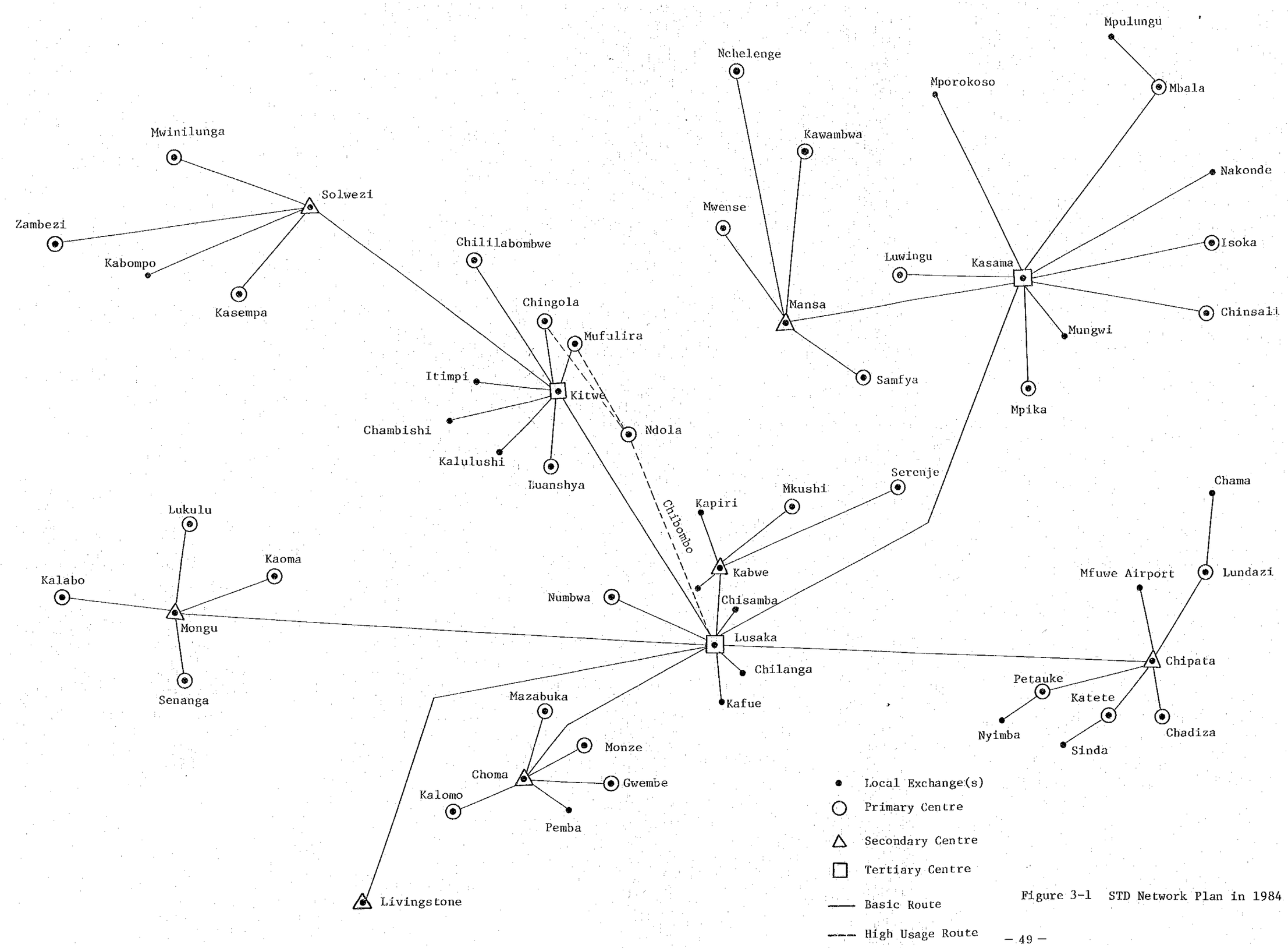


Figure 3-1 STD Network Plan in 1984

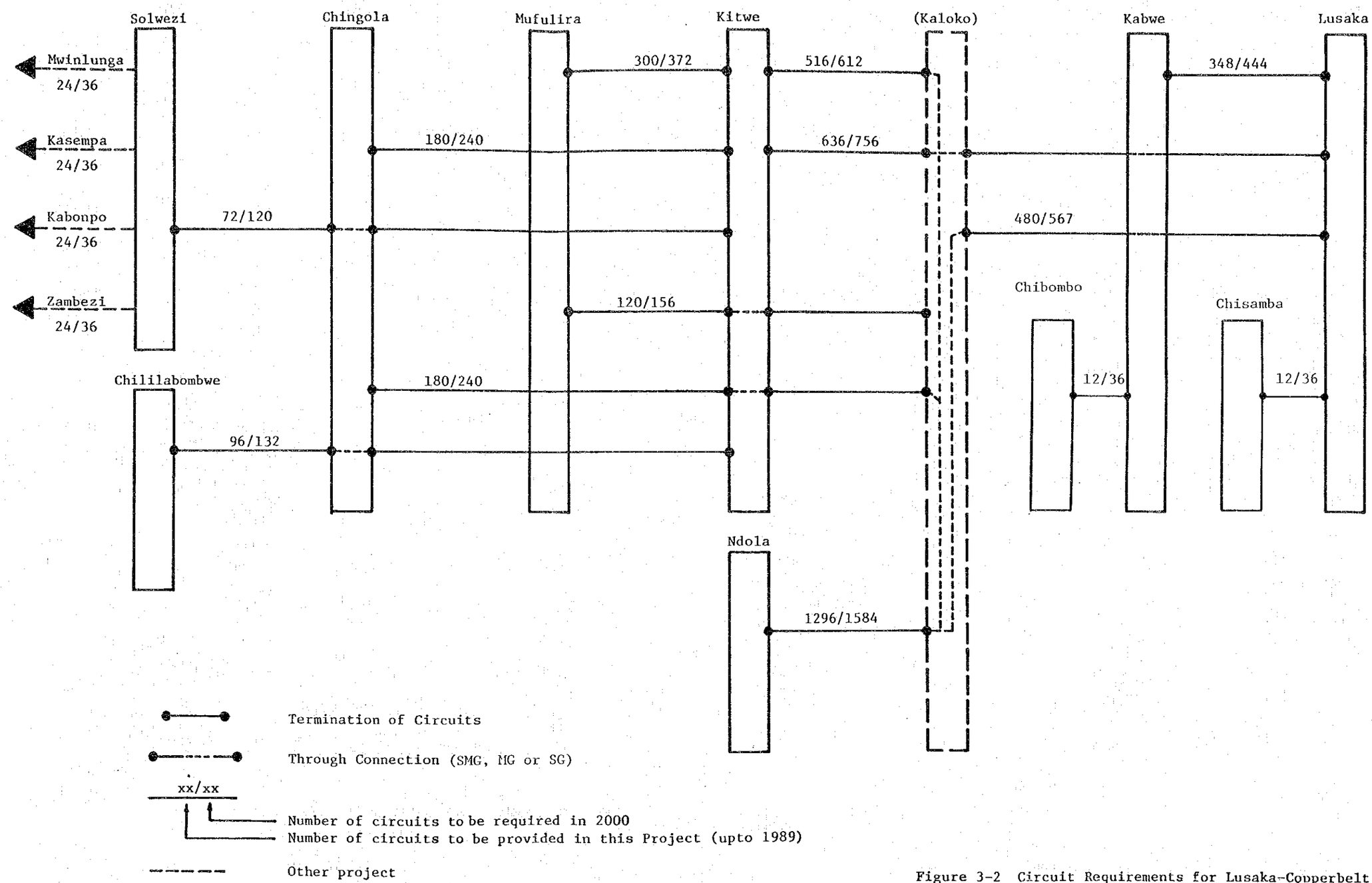
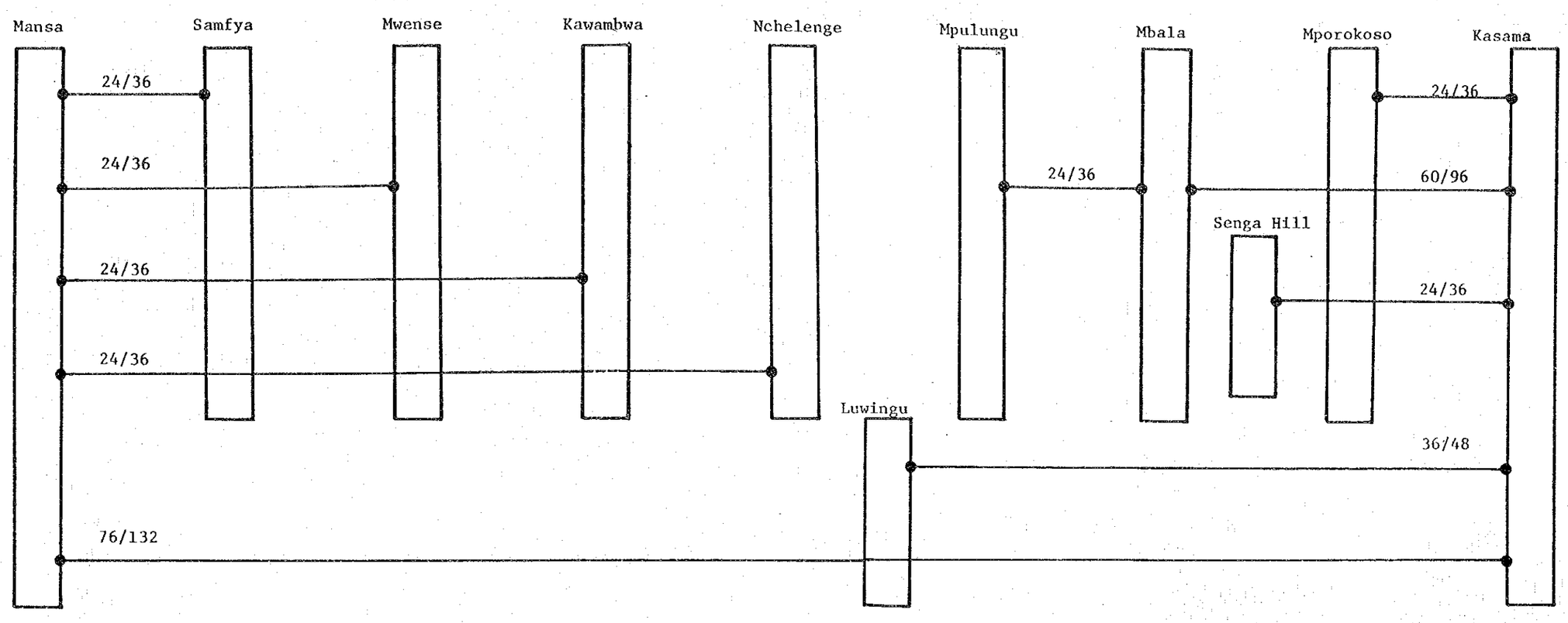


Figure 3-2 Circuit Requirements for Lusaka-Copperbelt and Chingola-Solwezi Routes



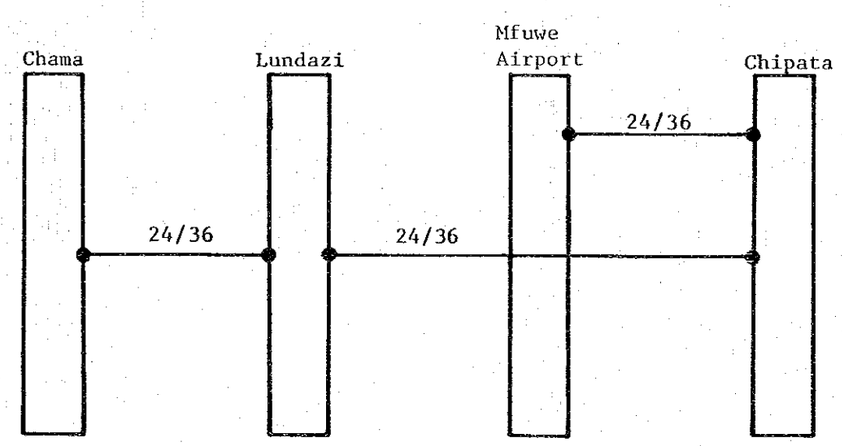


Figure 3-3 Circuit Requirements for Kasama - Mansa, Kasama - Mbala, Kasama - Mporokoso and Chipata - Lundazi Routes

第 4 章　伝送路計画と回線設計

第4章　伝送路計画と回線設計

4.1　概要

既設長距離マイクロウェーブ及びUHF回線のルートは，図1－1に示すとおりである。

本章では下記に示すマイクロウェーブルートの技術的検討を実施した。

1) Mass Media テレビジョンリンク
2) Lusaka - Copperbelt ルート
3) Kasama - Mansa ルート
4) Chingola - Solwezi ルート
5) Kasama - Mbala ルート
6) Kasama - Mporokoso ルート
7) Chipata - Lundazi ルート

これらマイクロウェーブルートの建設計画の主な目的は，a) Lusaka, Copperbelt 間の基幹市外電話回線のグレードアップ　b) 州都に対するテレビ伝送，c) Ruapula 州，Northern 州及びEastern 州内のルーラル電話回線網の新設等である。

特に主要都市が集中しているLusaka, Copperbelt 間は，電話トラフィックの増大及び既設無線施設の老朽化のため，緊急にシステムの更新が望まれている。

また上記各州内の既設ルーラル電話回線は，短波または裸線によっており，伝送容量，品質共に非常に低下している。最近の州内の農工業の活発化に伴い，これら回線のグレード・アップが必要不可欠となっている。

各マイクロウェーブルートの概要は4.3項に示すとおりである。

4.2　伝送路収容計画

第3章で述べたチャンネル計画に基づき作成した伝送路収容計画図は，図3－2，3－3に示すとおりである。

本伝送路収容計画は２０００年までのチャンネル計画を満足するものである。また搬送端局装置のチャンネルユニットは，１９８９年までのトラヒックを満足する様実装される。

１９８９年以降のチャンネルユニットの増設は，適切な時機に実施する事が望ましい。

4.3　各マイクロウェーブルートの概要

4.3.1　Mass Mediaテレビジョンリンク

本建設計画の概要は次のとおりである。

1) 既設テレビジョンスタジオと新設テレビジョンスタジオ間に両方向の現用及び予備のテレビジョン回線を建設する。

2) Livingstone よりLusaka へのテレビジョン伝送を行うための機能追加等を行う。

3) Lusaka 電話局とMwembeshi 衛星地球局間の伝送路の信頼度を向上させるため，電話／テレビジョン用の予備伝送路を設置する。

4) Lusaka T.E. においてテレビジョン信号伝送用の遠隔制御及び切替機能を追加する。

4.3.2 Lusaka － Copperbelt ルート

別紙チャンネル計画によりLusaka，Chingola 間及びNdola，Kaloko Hill（MG分岐局）間に6GHz upper バンドによる1800チャンネル伝送路を建設する。また分岐回線としてKamaila － Chisamba（2GHz，120CH），Kabwe－Chibombo（900MHz，24ch）リンクを建設する。

テレビジョン伝送路はLusaka，Kitwe 間に両方向，Kitwe，Chingola 間に片方向（下り方向）設置する。

Chingola よりKitwe 方向へのテレビジョン信号伝送は予備伝送路を使用する。

本ルートのシステム構成およびルートは図4－1，4－2に示すとおりである。

4.3.3 Kasama － Mansa ルート

1) Kasama － Mansa リンク

図4－3に示すチャンネル計画により上記リンクに2GHz バンドによる960チャンネル伝送路及びテレビジョン信号伝送路（片方向）を建設する。

本リンクでは建設費を低減するため図4－3に示すとおり，IFリーキング方式を採用する。

Mansa よりKasama へのテレビジョン信号伝送は予備伝送路を使用する。

本リンクのルートは図4－4に示すとおりである。

2) Mansa － Mwense － Kawambwa － Nchelenge リンク及びMansa － Samfya リンク

上記各リンクには別紙チャンネル計画により2GHz,120チャンネルの伝送路を建設する。

これら各ルートは図4－3に示すとおり，Kasama － Mansa リンクよりIFリーキングされる。この場合，Yambayamba，Bululu 局はIFリーキング局となるが，SG変換架等の搬端装置の設置は不要であり，消費電力の節減，保守の簡易化を図る事が可能である。但し無線装置の伝送容量は300チャンネルを必要とするが，120チャンネル伝送の場合に比べ価額増は無視できる。

本リンクのルートは図4－4に示すとおりである。

4.3.4 Chingola － Solwezi ルート

別紙チャンネル計画によりChingola，Solwezi 間に6GHz upper バンドによる960チャンネル伝送路及びテレビジョン信号伝送路（片方向）を建設する。

Solwezi よりChingolaへのテレビジョン信号伝送は予備伝送路を使用する。

本リンクのルートを図4－5に示す。

4.3.5　Kasama－Mbala ルート及びKasama－Mporokoso ルート

上記各区間に2GHz バンドによる120チャンネル容量の伝送路を建設する。本ルートにおいてもＩＦリーキング方式を採用する。

本ルートのシステム構成およびルートを図4－6，4－7に示す。

4.3.6　Chipata－Lundazi ルート

本ルートにはLundazi－Chama リンク及びChipata－Mfuwe Airport リンクが含まれる。

上記各区間について別紙チャンネル計画に従い，2GHz 120チャンネル伝送路を建設する。

本ルートにおいてもＩＦリーキング方式の採用を予定した。

本ルートのシステム構成及びルートは図4－8，4－9に示すとおりである。

4.4　システム設計の概要

4.4.1　プロファイルマップの検討

本プロジェクトに予定された多くの無線中継所のサイト選定については，既にＰＴＣによって置局調査が実施済みであり，調査報告書も完成している。

従って今回の調査ではＰＴＣの要望により，既に作成されたプロファイルマップの検討及び未調査区間の概略調査に重点がおかれた。

別紙に示すプロファイルマップは，ＰＴＣの置局した候補地及び今回の調査で新しく置局選定を実施した候補地について，作成したものである。また既に選定された候補地についてもアクセス道路長が短縮される場合には，候補地の変更を行った。

プロファイルマップは，５万分の１の地図により作成したが，等高線の記載されていない区間，または地図が未入手の区間についてはＰＴＣの作成したプロファイルを参照して補完した。プロファイルマップ上に記されている※印区間がその該当区間である。

ＰＴＣの調査及び今回の調査も図上検討が主体であり，現地でのミラーテストは実施されていない。従ってプロジョクトの実施前に,より詳細な現地調査を実施し，正確な空中線高の決定を行う必要がある。

今回の回線設計に際して，空中線高は下記条件により算出した。

1) 各区間の樹木高は１８ｍと想定した。但しLuwingu 局等ユーカリ樹の植林されている場合，その樹木高は３５ｍと想定した。

2) 新設局の空中線高は近傍の障害物を考慮し２０ｍまたは２０ｍ以上とした。

3) 空中線高はＫ＝４／３ で第１フレネルゾーンを確保することとした。但し，空中線高がこのため９０ｍ以上となる場合には，その区間で許容しうる回線品質の範囲内で，

空中線高の増大をさける様考慮した。

4.4.2 主要装置の機能の概要

回線設計に際し，想定した装置の主要性能諸元は次のとおりである。

1) 無線装置

無線装置の性能諸元の代表例は次のとおりである。

Table 4-1 Typical Parameters of Transmitter/Receiver

Item	2 GHz Band	6 GHz Upper Band	
	300 CH/960 CH	960 CH	1800 CH
Transmitting Output Power	19.0 dBm 25.0 " 32.0 "	26.0 dBm 29.0 " 33.7 "	26.0 dBm 29.0 " 33.7 "
Branching Circuit Loss	4.8 dB (2 RF CH)	4.0 dB (3 RF CH)	4.0 dB (3 RF CH)
Noise Figure of Receiver	3.5 dB	4.0 dB	4.0 dB
Frequency Deviation	200 kHz r.m.s.	200 kHz r.m.s.	140 kHz r.m.s.
Equipment Noise (at top CH)			
Transmitter-Receiver (1 hop)	20 pW0p	30 pW0p	40 pW0p
Modulator-Demodulator (1 section)	20 pW0p	25 pW0p	45 pW0p
Drop and Insertion Equipment			
Insertion Section	20 pW0p	20 pW0p	20 pW0p
Drop Section	100 pW0p	100 pW0p	100 pW0p

2) 空中線系

空中線系性能諸元の代表例は，次に示すとおりである。

Table 4-2 Typical Parameters of Antenna System

Item	2 GHz Band		6 GHz Upper Band
	2.1 GHz	1.9 GHz	6.77 GHz
Parabolic Antenna Gain			
2.0 m	29.6 dB	28.7 dB	39.7 dB
3.3 m	33.9 dB	33.0 dB	44.1 dB
4.0 m	35.6 dB	34.7 dB	45.7 dB
Feeder Loss	4.5 dB/ 100 m	4.5 dB/ 100 m	5.0 dB/ 100 m

3) 遠隔監視制御系

一般に遠隔監視制御系の有する機能は，遠隔制御，遠隔監視及び各局打合せの3機能である。

本プロジェクトのマイクロウェーブルートにおける遠隔監視形態の代表例を図4−10，4−11に示す。同図からも明らかなように，遠隔監視はその区間の両端末の局で実施する。

遠隔制御は原則としてエンジンを設置する無人中間局についてのみ実施する。

4) 電源方式

無線通信システムの高信頼性を保持するためには，適切な電源方式の選定が重要である。特に経済性と運用・保守の容易性を総合的に勘案して，方式を決定する必要がある。

4.1) 各種電源方式の検討

マイクロウェーブ方式の電源としては次に述べるような代表例がある。

a) フル・フローティング・システム

商用電源の利用可能な場合，本方式が最も経済的であり，保守も容易である。但し，停電時に対処するためエンジンの設置が必要である。

本方式の利点としては①電池が完全充電に保持され，電池の寿命が長く保たれる。②交流負荷に対しても常時交流出力を供給しうる。欠点としては，商用電源の利用が不可能な場合，エンジンの連続運転に伴う回転部分の摩耗，燃料消費量の増大，オーバホール頻度の増大等があげられる。

本方式の代表例を図4−12に示す。

b) 充放電方式

本方式は，一定時間充電された電池より放電々流を供給し，再度充電するもので，この充放電操作を図4−13に示す如く2組の整流器，電池を通して行う。

本方式の利点としては，①負荷への電流供給が電池によるため，供給電流に雑音リップルが含まれない。②エンジン運転時間は，フル・フローティング方式に比較して短縮される。このため燃料消費の節減，エンジンの寿命延長が可能である。

欠点としては，電池の充放電回数の増大による電池寿命の短縮があげられる。

c) サーモ・エレクトリック方式

本方式は，温度変化を与える事により直接電気エネルギーを得る方式である。その利点としては①回転部分が無いため，機械的損耗が少ない。②容量増加はユニットを増加することにより容易に可能である。③小型，軽量で据付工事が容易である。④装置信頼性が高い。

欠点としては，軽油またはガスを燃料とするため，これらの補給が必要である。

本プロジェクトのマイクロウェーブ局の直流負荷は，その大部分の局が100ワット以下であり，この場合後述する太陽電池方式の方が本方式より有利である。

図4－14に本方式の代表例を示す。

d) 太陽電池方式

太陽電池方式を採用する場合，太陽電池の容量は，その地域における太陽日照量の予測データに基づき，算出する必要があるが，一般的には直流負荷の10倍程度と考えて差支えない。

なお，電池の保持時間は，夜間及び雨天の非日照時間を考慮して，10日間程度を見込む必要がある。

本方式の代表例を図4－15に示す。

本方式の利点としては①燃料供給が不用であり，このため燃料タンクの建設は不用である。またアクセス道路の建設費もタンクローリによる燃料輸送が不要のため，節減しうる。②太陽電池の寿命は，半永久的であり，保守に要する経費は極めて小さい。

欠点としては，直流負荷が100ワット以上の場合，その創設費は他方式に比べかなり高額となる。

e) 最適電源方式

各無線局の最適電源方式として，下記を提案する。

i) 商用電源の利用可能局

商用電源の利用可能な局においては，フル・フローティング方式が最適である。

ii) 商用電源の利用不可能局

直流負荷が100ワット以上の場合は，2台のエンジン交互運転によるフル・フローティング方式が最適である。

直流負荷が100ワット以下の場合は，太陽電池方式が最適である。なお，天候不良等による電池容量の低下に備え，主要保守局に移動可能な小容量のエンジンを配備することが望ましい。

4.4.3 無線周波数使用計画

本プロジェクトで建設されるマイクロウェーブシステムは，6 GHz upperバンド及び2 GHzバンドの使用を予定した。しかし，これらの周波数バンドは既設マイクロウェーブシステムの周波数バンドと同一であり，相互間に発生する干渉雑音について，充分検討し，回線雑音が許容雑音以下となる様，周波数配置を決定することが必要である。

特にLusaka，Sumina及びKanjara Hillの既設3局については充分な検討が必要である。

周波数配置計画は，6 GHz upperバンドについては，CCIR Rec. 384－2，2 GHzバンドについては，Rec. 283－3を予定した。

既設2 GHzバンド（960チャンネル伝送容量）は，中心周波数2,101 MHzのバンドを使用している。本プロジェクトで建設される2 GHzバンドの伝送路は300チャンネル

相当であり，既設システムとの干渉を避けるため，中心周波数1,808 MHz のバンドを使用することが望ましい。

以下に周波数配置上，特に考慮すべき無線局について述べる。

1) Lusaka 局

Lusaka 局では 6 GHz upper バンドを使用した無線システムは，既設システムを含め3方向，4ルート建設される予定である。すなわち，北方向にはLusaka－Kasamaルート（960チャンネル，既設）及びLusaka－Copperbelt ルート（1800チャンネル，新設），南方向にはLusaka－Livingstone（960 チャンネル，既設），西方向にはLusaka－Mongu ルート（960チャンネル，工事中）がある。

上記の4ルートに加えて，テレビジョンリンク（Lusaka T.E －新テレビジョンスタジオ－既設テレビジョンスタジオ間）の建設がＰＴＣによって計画されている。このリンクには上り，下り各3無線周波数が必要である。

このリンクに 6 GHz upper 周波数帯を使用した場合，Lusaka T·E 局において重大な電波干渉が生ずることが予測される。従って，本テレビジョンリンクに対しては別の無線周波数帯（例えば 8 GHz 帯）を使用することが望ましい。

Lusaka－Copperbelt 及びLusaka－Mwembeshi 地球局間のリンクについては同一周波数の使用を予定した。この場合，相互の分岐角が約80°と狭いため，指向特性の優れた空中線の使用が必要である。

2) Sumina 局

現在，Lusaka からKasama 経由，Tanzania に延びているバンアフテル回線は，Sumina－Kasama 間でループ引込となっている。このため，Sumina－Kasama 間では予備伝送路が2ルート併設されている。また既設システムの周波数配置はＣＣＩＲ Rec. 384－2の2700 チャンネル用のバンドを使用している。

更にSumina 局において，対Kasama 及び対Mansa 回線の分岐角が狭いため，干渉雑音の増加により，Kasama－Mansa 回線に 6 GHz upper バンドを使用することは困難である。

仮にKasama－Mansa 無線システムに 6 GHz upper バンドを使用するとすれば，Kasama－Sumina 間のシステム構成を変更し，予備伝送路の整理，統合及び指向特性の優れた空中線の使用，ＩＦバンド・パス・フィルターの追加等の措置が必要であるが，現用システムの変更を要するため，現実には困難である。従って新設するKasama－Sumina 間には 6 GHz upperバンド以外の周波数バンド（例えば 2 GHz バンド）を使用することが望ましい。

3) Kanjara Hill 局

Kanjara Hill よりLusaka 及びMalawi 国方向に960 チャンネルの伝送路が既に設置されている。

本プロジェクトで建設されるLundazi及びKakumbi方向の2GHzの伝送路には，上述の既設伝送路との周波数干渉をさけるため，CCIR Rec. 283−2で述べる中心周波数1,808 MHzのバンドを使用する必要がある。

4.4.4 無線システム雑音配分計画

1) 電話信号伝送

CCIRでは，周波数分割多重電話伝送方式による距離50−840 Kmの実回線について，次の雑音規格値を越えないことを勧告している。

a) 3 Lpw + 200 pW one-minute mean noise power for more than 20% of any month.

b) 47,500 pW one-minute mean power for more than (280/2500) x 0.1% of any month when L is less than 280 km or more than (L/2500) x 0.1% of any month when L is greater than 280 km.

但し，Lは回線長（km）

また，同勧告には2500 Kmの標準疑似回線の回線断について次の値が示されている。

c) 10^6 pW unweighted (with an integrating time of 5 ms) for more than 0.01% of any month.

2) テレビジョン信号伝送

テレビジョン信号伝送時に発生する雑音には，熱雑音（ランダム雑音），周期性雑音，パルス性雑音がある。CCIRでは標準疑似回線における熱雑音について以下のとおり勧告している。

The ratio of the peak-to-peak signal, excluding synchronizing pulses, to the r.m.s. value of continuous random noise read on an instrument having an effective time constant (or integrating time) in terms of power of one second and using the recommended weighting network should not fall below the values as under.

a) 57 dB for more than 20% of a month;

b) 45 dB for more than 0.1% of a month.

3) 回線品質の推定

こゝでは本プロジェクトで建設される無線システムにおける電話，テレビジョン信号伝送時のそれぞれの回線品質規格及び回線品質の推定結果について述べる。

本プロジェクトで予定したマイクロウェーブシステムの無線周波数バンドは，既設マイクロウェーブシステムと同一となるため，特定の無線局では干渉雑音により回線品質の劣化が予想される。

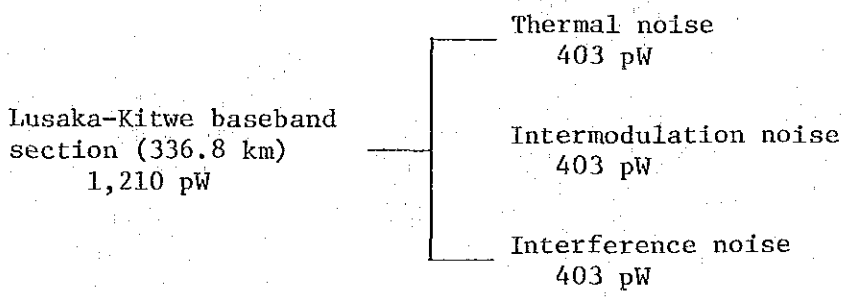
建設計画中の無線システムの機器諸元は，まだ決定していないため，こゝではいくつかの条件を設定し，回線品質を推定したが，詳細な回線品質の推定は本プロジェクト実施前に行う必要がある。

a) 電話伝送

マイクロウェーブシステムで発生する雑音は，その発生原因により，大きく熱雑音，干渉雑音，歪雑音の３つのカテゴリーに分類される。

こゝでは，回線品質規格としてＣＣＩＲ　Rec. ３９５－２を適用し，許容雑音量を上記３つの雑音に等配分した。

以下に，Lusaka－Kitwe ベースバンド区間についての雑音配分計画例を示す。



回線品質の推定は，雑音配分計画に従い，各雑音毎に算出した。

こゝでは，干渉雑音量を電話１８００ ch 伝送容量システムの場合４０ pW/hop，また，９６０ ch 及び１２０ ch 伝送容量システムの場合，２０ pW/hop と仮定して回線品質を求めた。

計画中のマイクロウェーブシステムの各ベースバンド区間における回線品質はそれぞれ設定した規格を表４－３，４－４に示すとおりほぼ満たすことができる。

b) テレビジョン信号伝送

テレビジョン信号伝送システムには，映像音声同時伝送方式の適用を考えた。

伝送品質規格は，各ビデオ区間毎にＣＣＩＲ　Rec. ５５５とRec. ５０５－１ を適用する。

音声及びビデオ信号の伝送品質はそれぞれ表４－４，４－５に示すとおり，各ビデオ区間とも伝送品質規格を満たすものである。

Table 4-3 System Performance in Telephony Transmission

Sheet 1/3

Item	Lusaka Kitwe	Kitwe Chingola	Chingola Solwezi	Kasama Mansa	Kitwe Ndola
Number of Hops	7	2	4	8	2
Circuit Length (Km)	336.8	71.4	183.1	320.4	64.8
Overall Noise Performance					
- Expected (pW)	924	297	381	781.4	432
- Objective (pW)	1210	414	749	1161	394
Time Percentage Exceeding 47500 PW					
- Expected (%)	0.0071	0.0001	0.0068	0.0000	0.0038
- Objective (%)	0.0135	0.0012	0.0112	0.0128	0.0112

Table 4-3 System Performance in Telephony Transmission Sheet 2/3

Item	Kasama Mbala	Kasama Mporokoso	Mansa Kawambwa	Kawambwa Nchelenge	Mansa Mwense	Mansa Samfya
Number of Hops	5	5	3	2	4	3
Circuit Length (km)	166.9	182.9	159.3	64.0	128.2	107.9
Overall Noise Performance						
- Expected (pW)	318	316	360	138	407	323
- Objective (pW)	701	749	678	392	585	524
Time Percentage Exceeding 47500 pW						
- Expected (%)	0.0037	0.0042	0.0015	0.0000	0.0014	0.0001
- Objective (%)	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112

Table 4-3 System Performance in Telephony Transmission Sheet 3/3

Item	Chipata Lundazi	Lundazi Chama	Chipata Mfuwe Airport	Lusaka Chisamba	Kabwe Chibombo
Number of Hops	6	5	3	2	1
Circuit Length (km)	187.0	121.3	88.9	50.5	46.7
Overall Noise Performance					
- Expected (pW)	464	441	294	222	1642
- Objective (pW)	761	564	467	352	2000*
Time Percentage Exceeding 47500 pW					
- Expected (%)	0.0003	0.0026	0.0002	0.0001	-
- Objective (%)	0.0112	0.0112	0.0112	0.0112	-

* CCITT Rec. G 123 is applied.

Table 4-4 Overall System Performance in TV Signal Transmission

Item	Lusaka Kitwe	Lusaka Chingola	Lusaka Solwezi	Kasama Mansa
Number of Hops	7	9	13	8
Circuit Length (km)	336.8	408.2	591.3	320.4
Overall Signal to Noise Ratio				
- Expected (dB)	86.6	85.9	77.5	71.5
- Objective (dB)	61.8	61.8	61.8	61.8
Percent of Time (S/N falls below 45 dB)				
- Expected (%)	0.0002	0.0002	0.0013	0.0030
- Objective (%)	0.0135	0.0163	0.0237	0.0128

Table 4-5 Overall Noise Performance in TV Sound Program Transmission

Item	Lusaka Kitwe	Lusaka Chingola	Lusaka Solwezi	Kasama Mansa
Number of Hops	7	9	13	8
Circuit Length (km)	336.8	408.2	591.3	320.4
Overall Noise Performance				
- Expected (dB)	69.9	69.1	67.5	69.4
- Objective	60.8	60.8	60.8	60.8

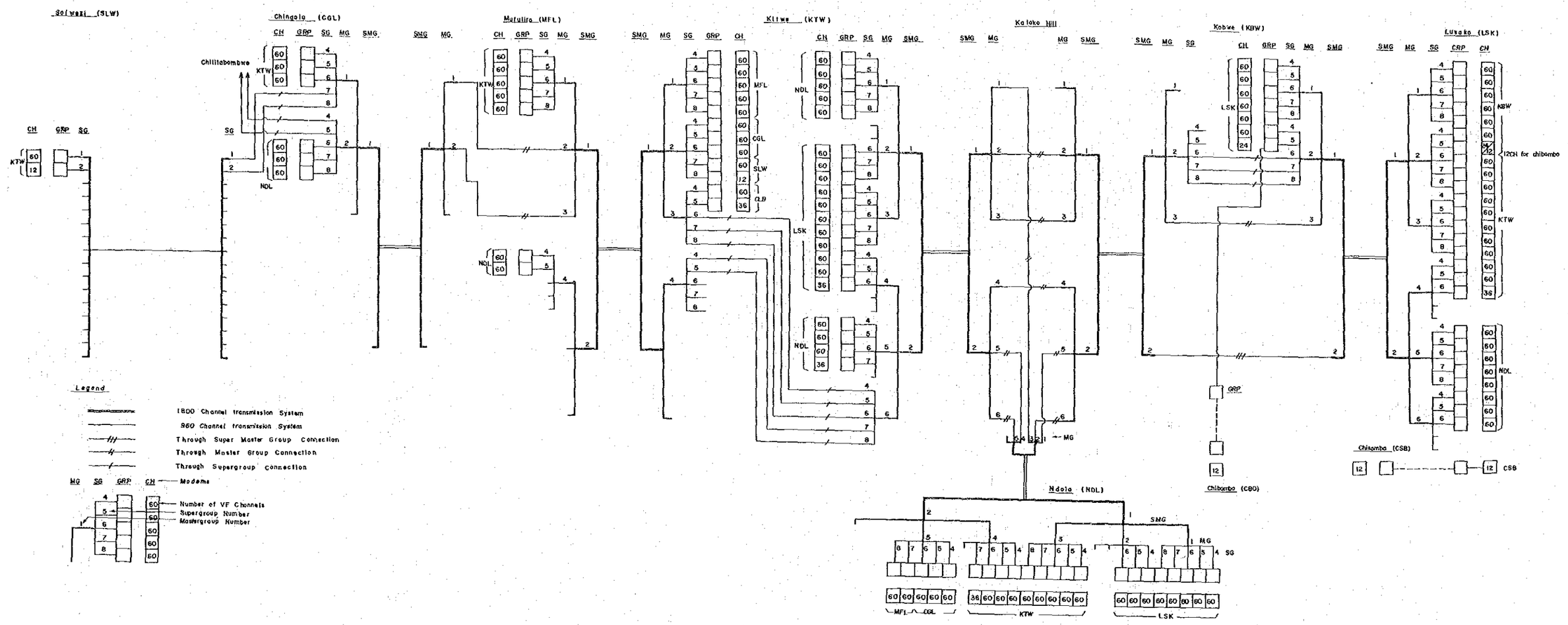


Figure 4-1 System Configuration of Lusaka-Copperbelt Route and Chingola-Solwezi Route

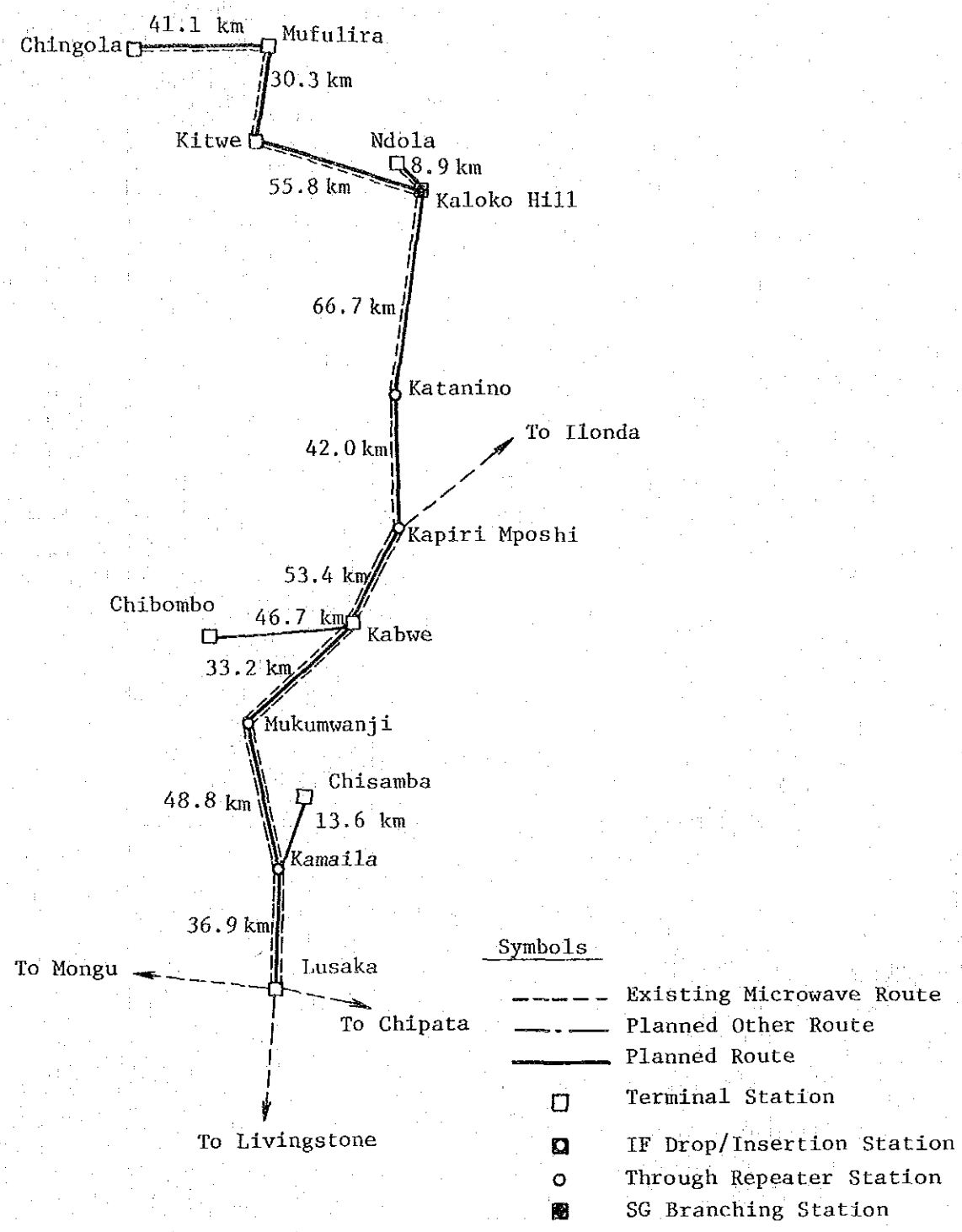


Figure 4-2 Route Map of Lusaka - Copperbelt

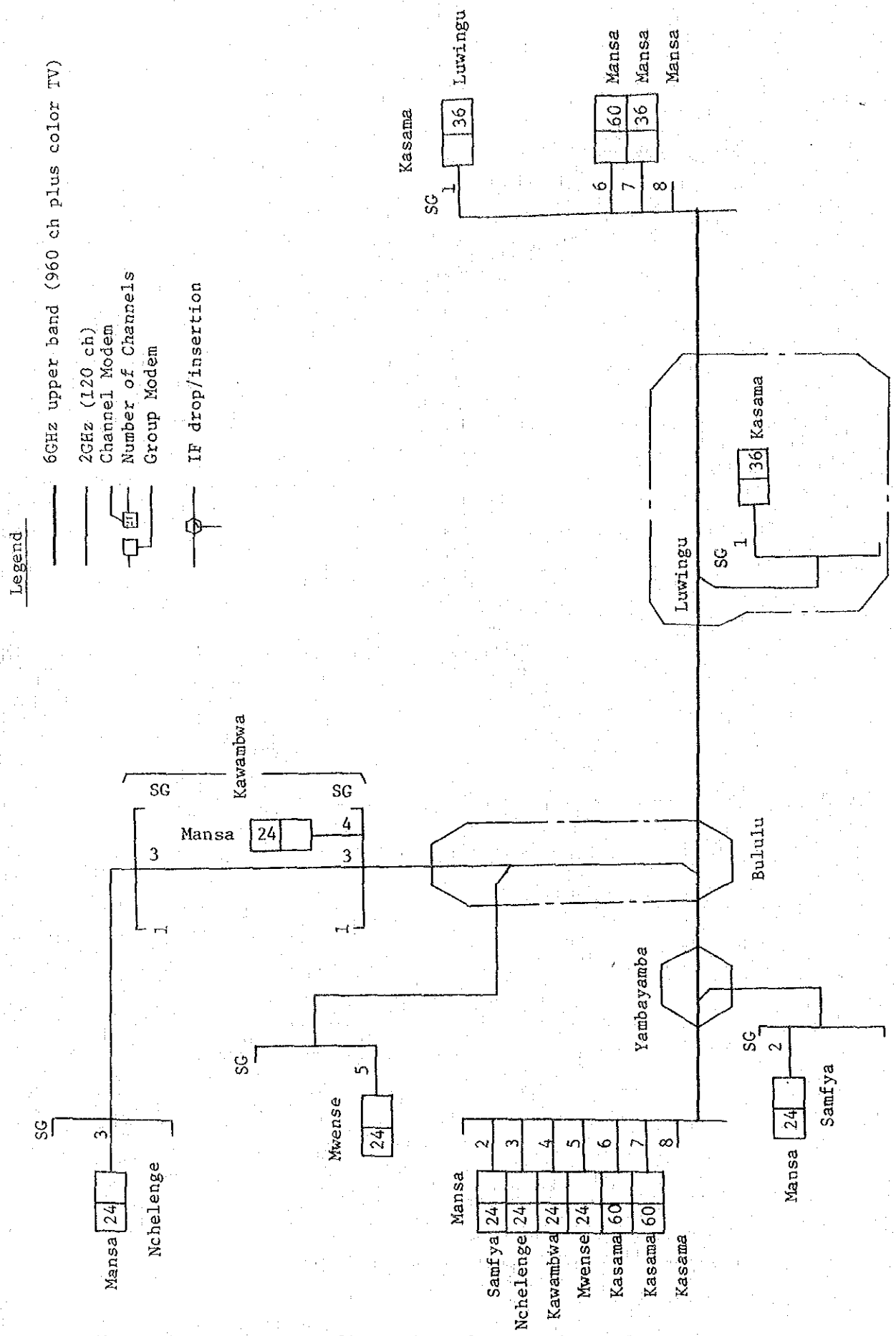


Figure 4-3 System Configuration of Kasama-Mansa Route

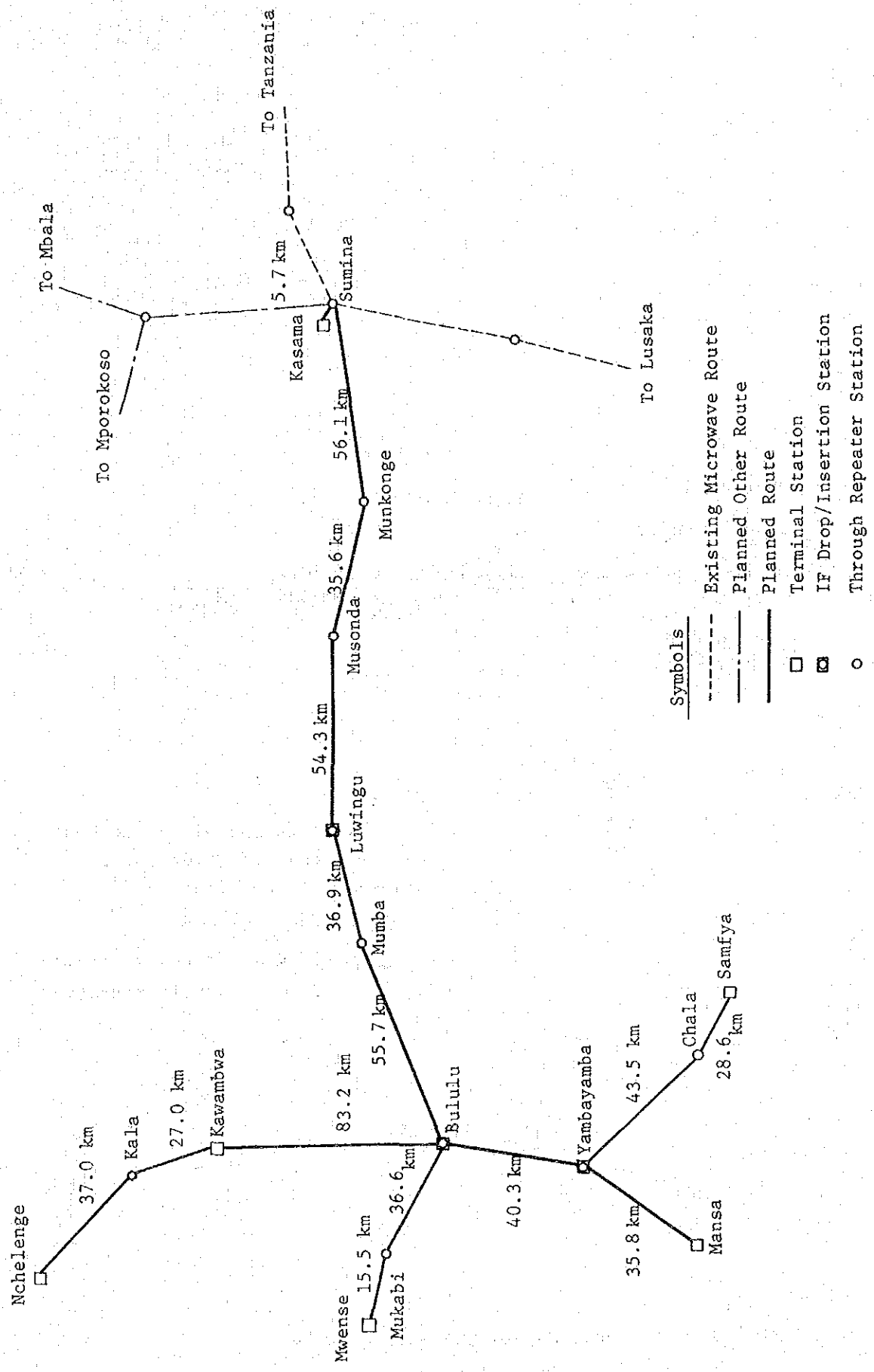
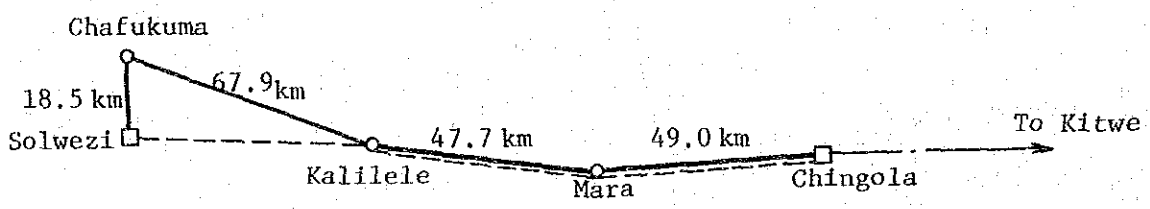


Figure 4-4 Route Map of Kasama - Mansa



Symbols

- Existing Microwave Route
- Planned Other Route
- Planned Route
- Terminal Station
- IF Drop/Insertion Station
- Through Repeater Station

Figure 4-5 Route Map of Chingola - Solwezi

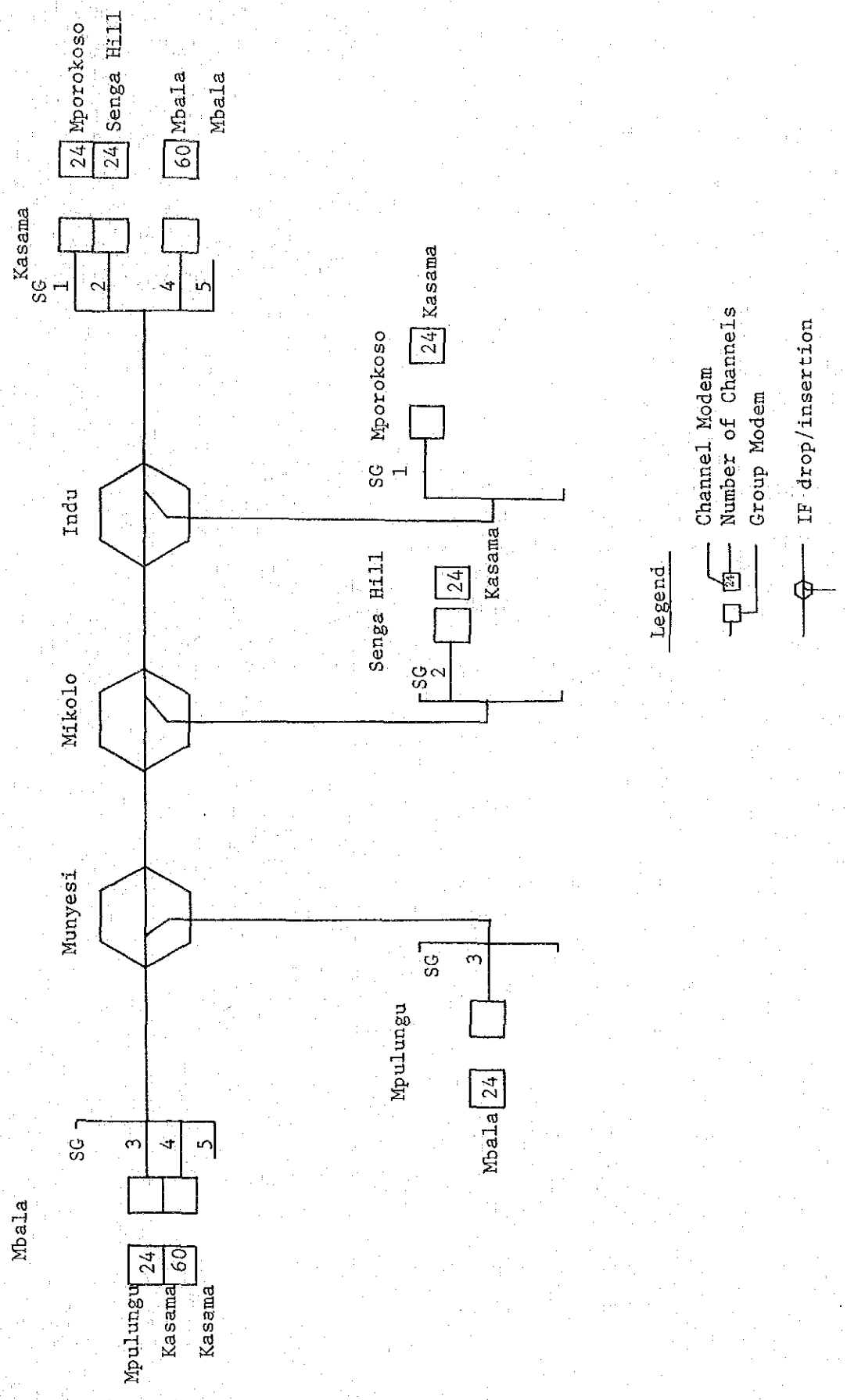


Figure 4-6 System Configuration of Kasama-Mbala and Mporokoso Routes

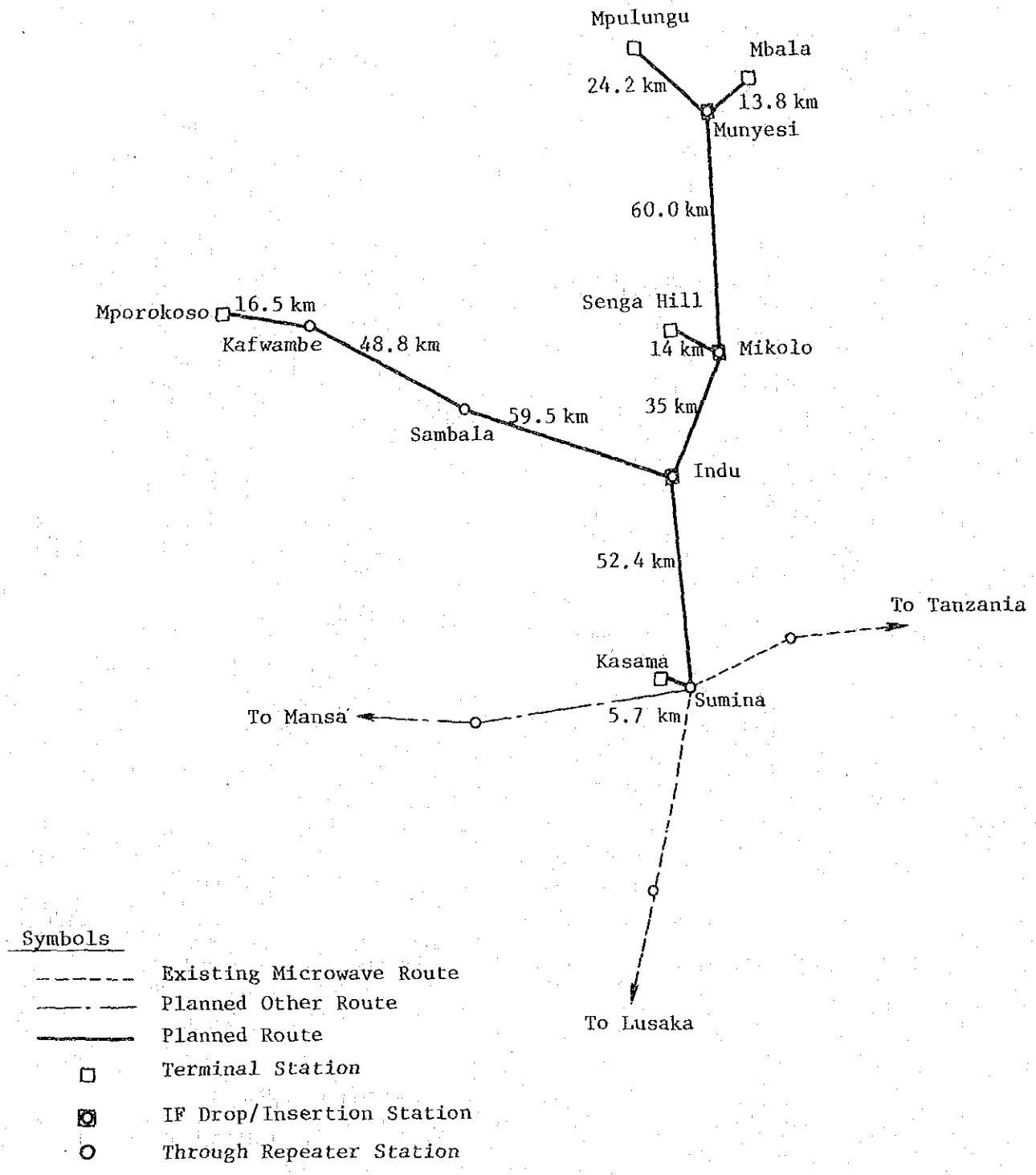


Figure 4-7 Route Map of Kasama - Mbala and Mporokoso

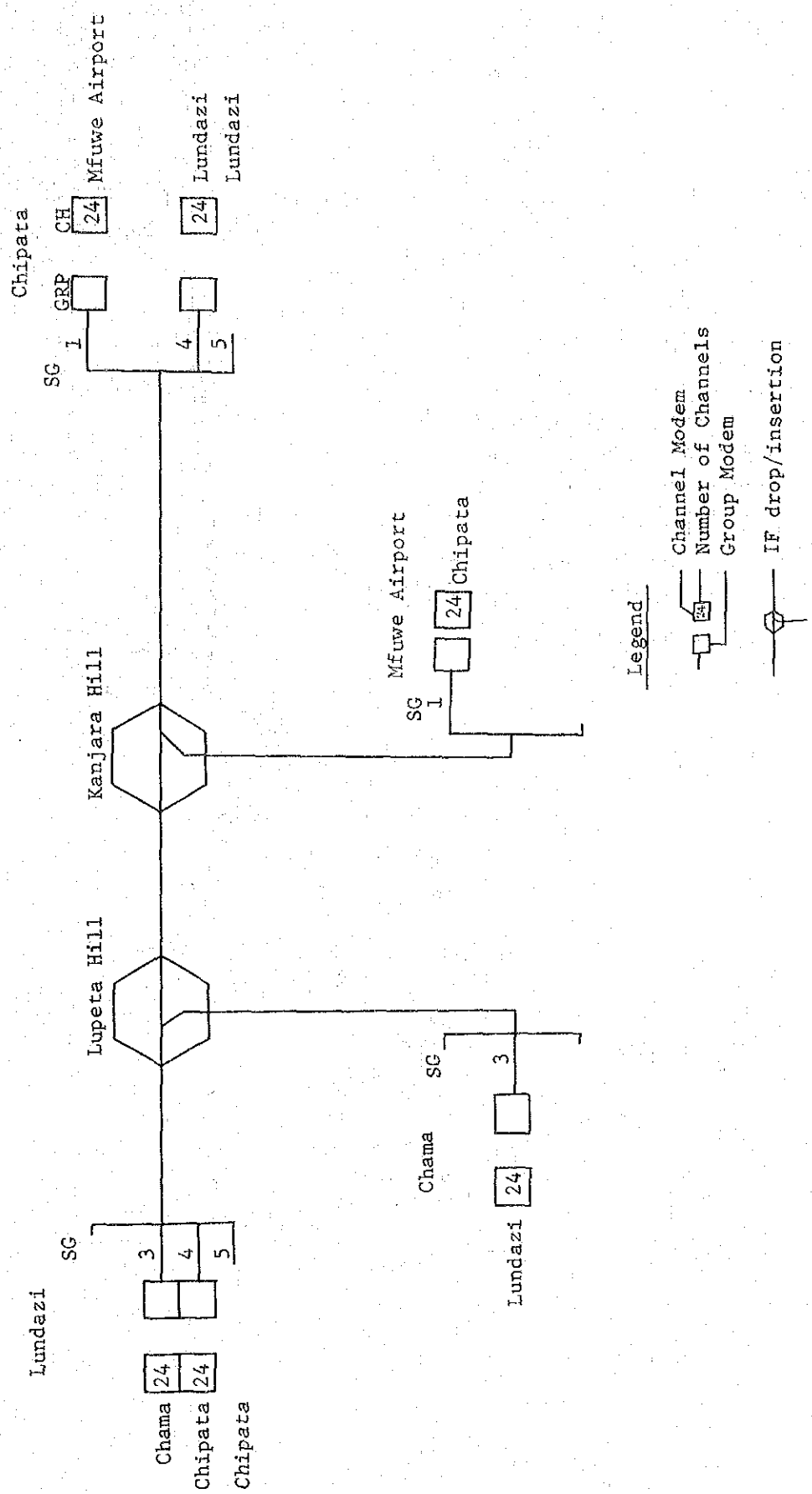


Figure 4-8 System Configuration of Chipata - Lundazi Route

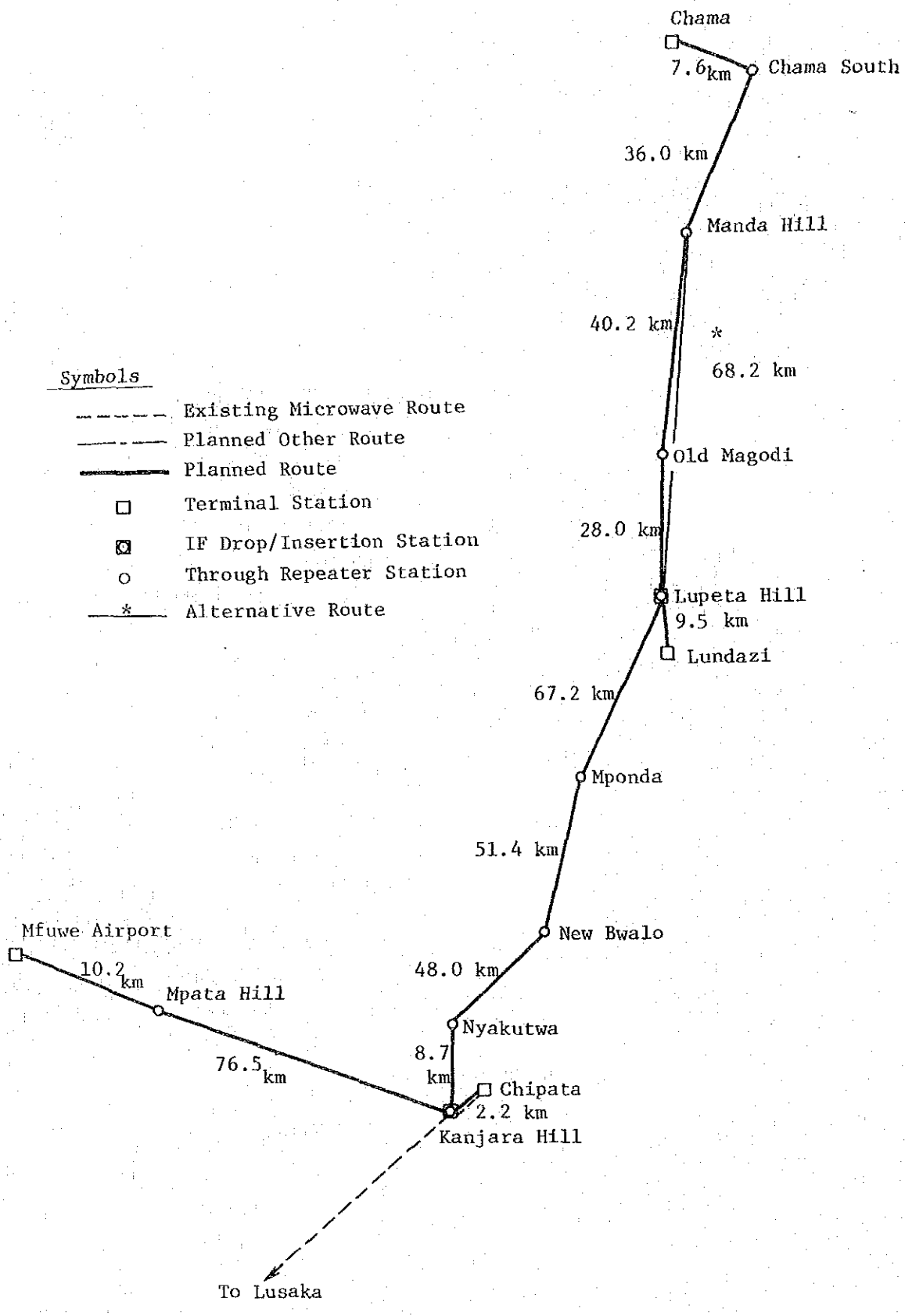


Figure 4-9 Route Map of Chipata - Lundazi

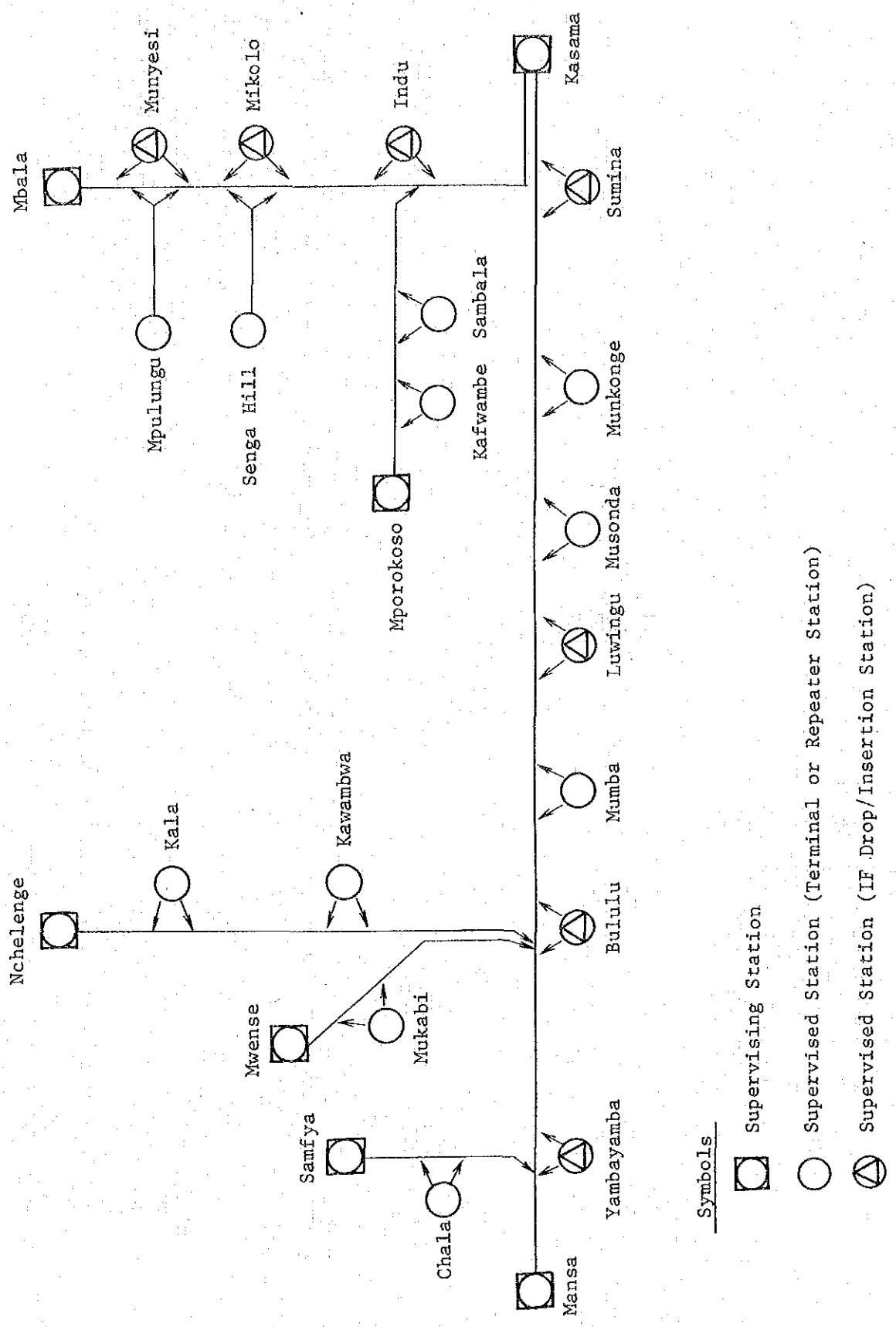


Figure 4-10 Remote Supervisory System for Kasama-Mansa, Mbala and Mporokoso Routes

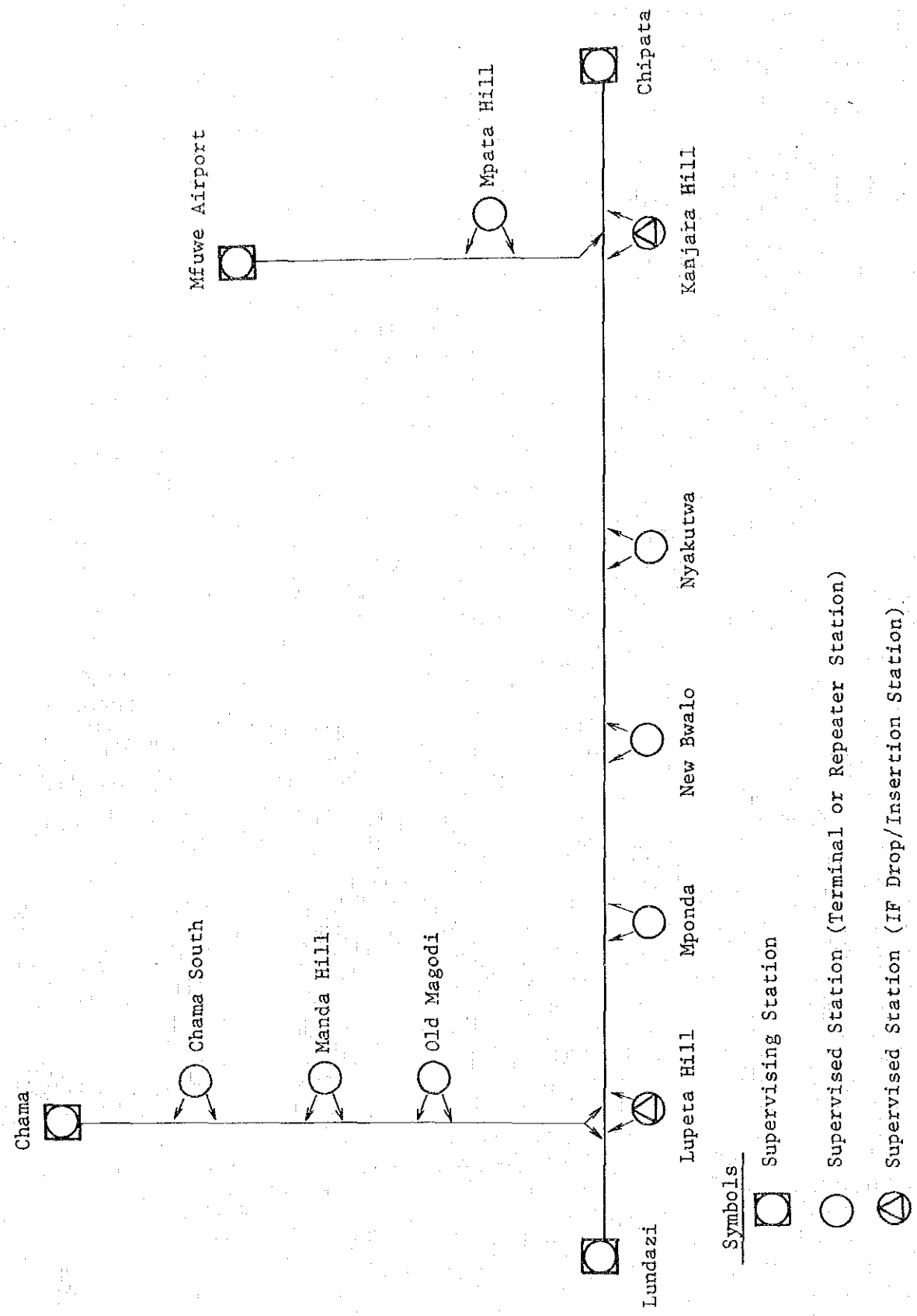


Figure 4-11 Remote Supervisory System for Chipata-Lundazi

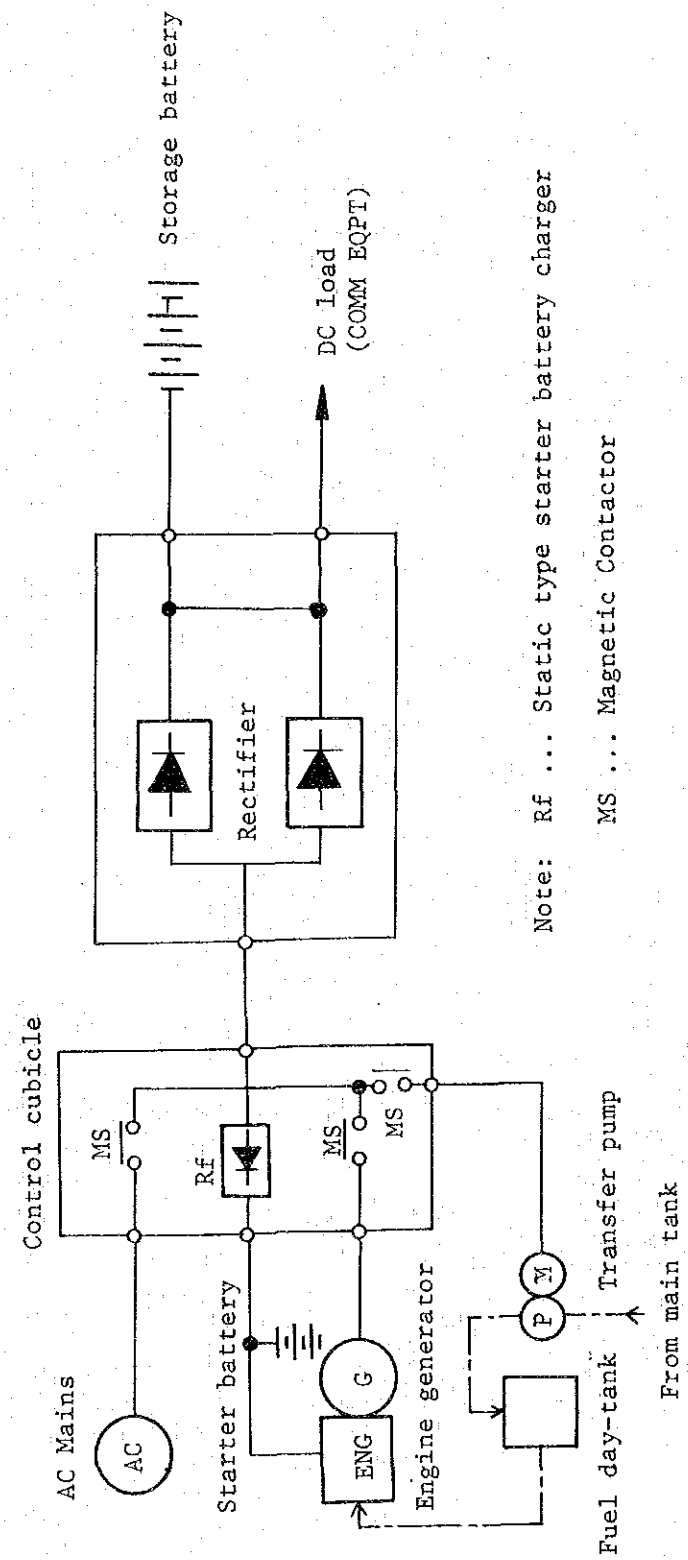


Figure 4-12 Power Supply System using Standby Engine Generator on Full-Floating Basis at AC Mains Station

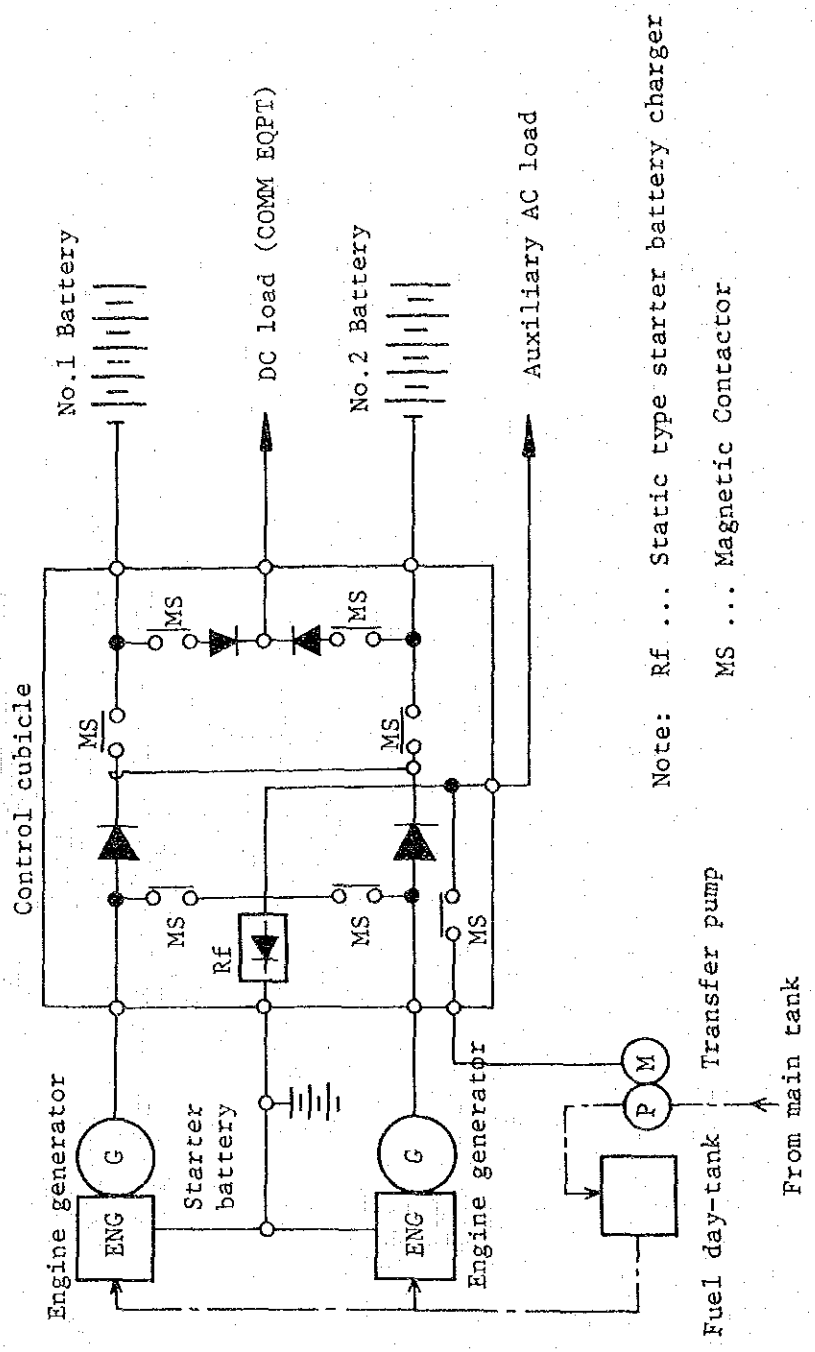


Figure 4-13 Power Supply System using Dual Prime Engine Generator on Charge-Discharge Basis

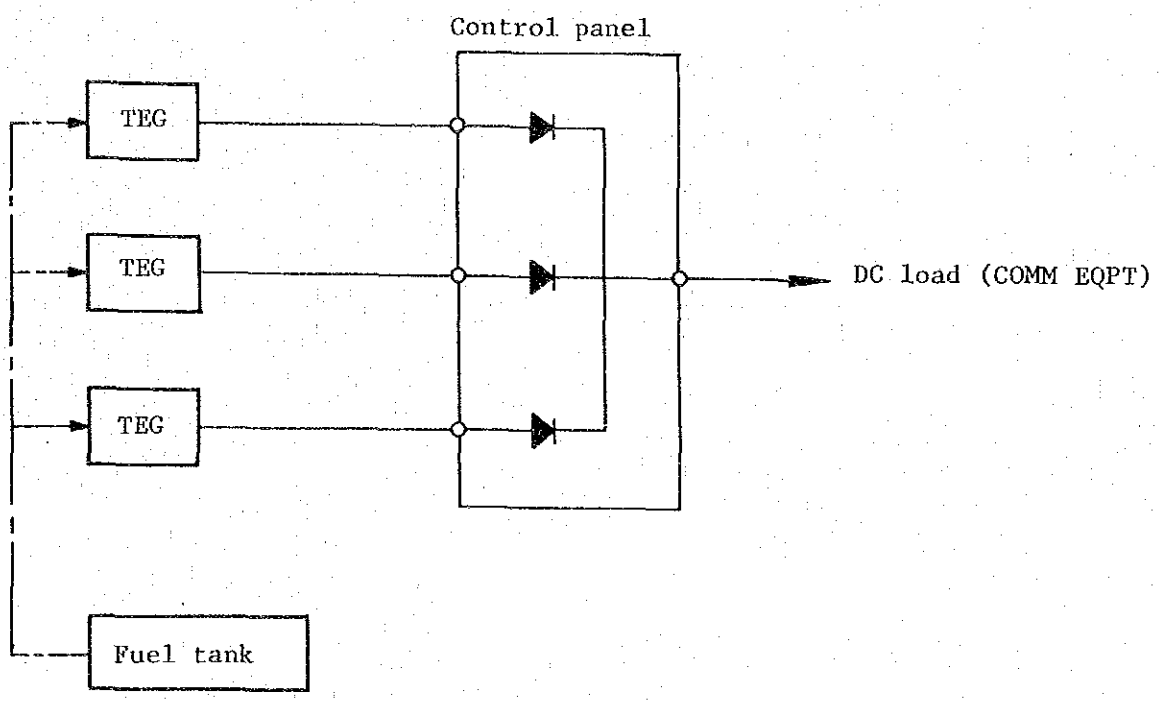


Figure 4-14 Power Supply System using Thermoelectric Generator

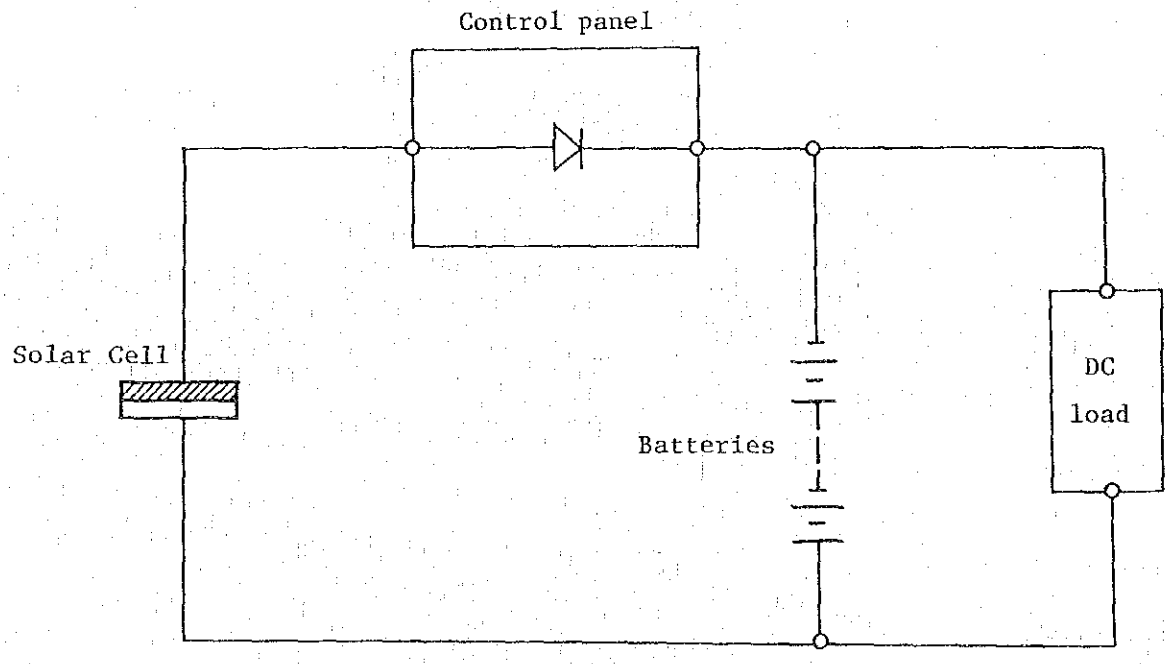


Figure 4-15 Power Supply System using Solar Cells

第 5 章　保全概要

第5章　保　全　概　要

保全業務は，建設が完了した電気通信設備を受け継ぎ，これを正常に維持運転し，常に良好なサービスを提供すると共に，設備保守の結果及びサービスの状況を取りまとめ，その後の設備保守計画の作成及びサービス品質の向上に反映させることにある。

理想的なサービスは，サービス中断あるいは障害発生率を極力少くすることである。理想的なサービスに近づける方法としては，一方では，信頼度の高い装置及びシステムの設計，製造並びに建設を行うことであり，他方では保全業務の中で障害発生率の減少，あるいは良好なサービスの提供を図る効果的な対策を施すことである。保全業務に関する対策は，電気通信設備の性能，品質，サービスグレードに対する方針，確保できる保全要員数，顧客の要望を考慮して検討しなければならない。次に示す対策は基本的，共通的保全対策として考慮されるべきものであると考える。

1) 障害データの分析により，装置に含まれる弱いパーツを発見し，より信頼できるパーツに取替える。

2) 品質維持のため，定期試験，点検による予防保全を実施する。

3) 誤操作により発生する障害を減少するため，要員の訓練を行い，要員の作業能率，質の向上をはかる。

4) 障害発生から発見までの時間を短縮するため，警報，監視方式を導入する。

5) 障害発生から発見までの時間を短縮するため，

　a) 障害情報を円滑に伝達する進歩した標準ルートを決定すること。

　b) 必要な打合せ電話設備を用意すること。

6) 障害報告から障害個所の発見までの時間を短縮するため

　a) 装置及びパネルに必要な警報回路を設け障害発見を容易にすること。

　b) 障害処理のために標準実施方法の整備及び要員の訓練を行うこと。

　c) システム及び装置の適切なダイヤグラムの整備を行うこと。

7) 障害発見からサービス中断を回復するまでの時間を短縮するため

　a) 予備パネル取換保守方式を採用すること。

　b) 予備システムまたは予備装置へ自動または手動で切替えできる機能を付与すること。

　c) 無駐在局に対する巡回保守方法を確立すること。

　d) 充分に訓練された要員，必要な測定器，適切な予備パネル，補修部品の配備を行うこと。

8) 保全の分野から計画，建設の分野に，更には機器製造業者に対し装置及びシステムに関する技術情報をフィードバックし，設備品質改善のきっかけとすること。

保全業務は一般に設備の保守，サービス維持，付帯的保全業務に分類でき，更に夫々を分類すると，その概要は次のとおりである

- 保全業務
  - 設備保全
    - 予防保守
      - 試験，点検，巡回作業
      - 整備取替作業
    - 事後保守
      - 障害修理作業
      - 災害復旧作業
    - 設備管理
      - 資産管理業務
      - 施設記録業務
  - サービス維持
    - 運転
      - 設備の運転，監視制御作業
    - システム管理
      - 異常障害管理業務
  - 附帯的保全
    - 要員管理
      - 要員計画，服務管理業務
    - 技能管理
      - 訓練業務
    - 機器管理
      - 車輛管理業務
      - 機械器具，計測管理業務