

5.4 最適変電計画（長期・短期）

5.4.1 最適電力供給システム計画

(1) 供給信頼度

1) 電力流通設備の信頼度

ダルエスサラーム市地域の流通設備即ち送電線、変電所及び配電線の内、変電所以降に関する供給信頼度についてはTANESCO も当然のことながらその行方について強い関心をもち、設備上で過去に発生した事故及び作業停電等の記録を整理し、その分析に努力している。TANESCO から入手した1991年記録のデータを220kV、132kVを除く33kV及び11kVの設備に限定してまとめるとTable 5.4-1のとおりである。

Table 5.4-1 事故及び作業停電等の記録

No.	項 目	電力量(MWh)			時 間			備 考
		33kV	11kV	計	33kV	11kV	計	
1.	過電流・接地故障停電	746	1052	1798	376.5	617.1	993.6	
2.	計画作業停止	380	757	1137	145.3	498.4	643.7	
	小 計	1126	1809	2935	521.8	1115.5	1637.3	
3.	計画負荷制限	637	1282	1919	154.5	712.4	866.9	
	小 計	637	1282	1919	154.5	712.4	866.9	
4.	そ の 他							
	小 計							
5.	合 計	1763	3091	4854	676.3	1827.9	2504.2	

年 8.760h

2) 供給信頼度指標

供給信頼度の基礎要件は、

- 適正な周波数
- 適正な電圧
- 供給の継続性

であるが、周波数に関しては主としてTANESCO がコントロールすべき事項であるのと、電圧調整については別項で検討されるので、本項においては供給の継続すなわち停電の問題を扱う。

信頼度の指標としては停電による損失エネルギー量をMW-分という単位で表わすこととしている。この方法は、事故時のMWの値が適切に把握できるときには信頼度を管理するのに適した方法の1つといえる。

最近、つぎのような指標がポピュラーに利用されている。

- 1 需要家当り年間停電回数
- 1 需要家当り年間停電時間

この指標を利用するためには、配電設備と需要家がどうつながっているかを明白に示すことができるよう設備データと需要家データが整備されている必要がある。TANESCO もこの方法を適用することの可能性を検討するようすすめたい。

3) 供給信頼度水準

TANESCO の信頼度水準は日本と比べて比較的低い値を示すものと推定される。この差異は、両国の天候や環境の差異のみならず、設備の特性、保守運用事故時の復旧対策の相異などが原因と考えられる。

4) 供給信頼度の向上

信頼度向上のためには、つぎの諸対策を検討する必要がある。

- 事故の発生回数を減らす対策
- 停電範囲を小さくする対策
- できる限り早く復旧する対策

(a) 事故の頻発を防ぐためには、適正な質と量の設備を建設する必要がある。自然条件や負荷特性というのは各地域ごとに異なっているのだから、地域ごとの信頼度標準を設定するよう検討を始めることをすすめる。

維持保守の作業を適切に行うことも、事故の発生を減少させるために重要なことである。

(b) 停電範囲を縮小するためには、配電線の区分開閉器を数多く設置し、フィーダー相互間を連けいすることが基本的に必要なことである。

(c) 復旧時間を短縮するためには、つぎの点について現状をふり返ってみる必要がある。

- 事故区間の検出
- 事故点の早急発見
- 保守作業車を使用しての早期復旧作業
- 作業車と基地局の間の無線連絡

5) 地区別信頼度標準の設定

設備投資量は、信頼度レベルに応じて変化するため TANESCO のサービスエリアのすべての地区について、全く同じ高信頼度を保持することは、莫大な投資を必要とする。ダルエスサラーム市の中心街と郡部農村とでは、需要構造に大きな差異があることは明らかである。

一般的に公平という言葉に拘束されて、同じ信頼度水準を保とうとする考え方があるが、現実的でない。

TANESCO は協調のとれた設備標準を現在有していないが、信頼度に応じて設備機材を選択する弾力性をもっていない。現在ダルエスサラーム市中心部の負荷密度は 10, 102kVA/km² 程度であるが、将来この何倍もの高負荷となったとき、郡部地域との差異はますます大きなものとなり、両者を同じ水準で施設することがますます困難となってくる。我々は、TANESCO が地域別の信頼度基準を設定するよう勧告する。1例をTable 5.4-2に示す。

地区別信頼度標準を設定するに当たっては、地区毎の重要度を代表する指標として何を選択すれば良いかが問題となる。指標の例としては、人口、重要需要家の存在割合、包括的な生活水準、電力負荷密度……等が考えられる。電力供給者の立場から、最も採択しやすい指標は、電力負荷密度である。

サービスエリアを3つの地域に分け、それぞれの地域に対して異なった信頼度水準を設定することをすすめたい。ダルエスサラーム市中心部を第1地域、その周辺部を第2地域、郡部地域を第3地域と仮に呼ぶこととする。第1と第2の境界および第2と第3の境界の定め方については、各地区の需要の実態を十分調査して決定する必要がある。

6) 設備標準の見直し

TANESCO は協調のとれた良い設備標準を整備していない。既設設備は、拡充の過程において、これらの標準がないために適正な設備計画が出来なかったことは確実である。

しかし、ダルエスサラーム市がレベルの高い都市として今後ますます拡大して行くに従い、従来経験しなかった各種の条件変化にみまわれるため、従来の標準の適用のみではフォローできない状況が予想される。信頼度の低下を防ぎつつ、設備の増強を行うために設備標準を見直して、レベルアップを図ることが必要である。

先ず第1に、配電用変電所は 15MVA×1バンク又は2バンク、1バンク当り 5 feeder(11kV) or 3 feeder(33kV)となっている。この容量は、第1エリアではやや小さいが第3エリアには大きすぎることもある。また、変圧器は、2バンクよりも3バンクの方が信頼度的に有利である。

Table 5.4-2 Reliability Standard

- Sample of a Japanese utility

Basic conditions in planning power system facilities are described below:

Every facility should be planned to satisfy the condition that service interruption time should not extend beyond the following value at occurrence of fault and at scheduled maintenance interruption.

(1) Unexpected interruption time by fault

Facility	Situation of fault	Unexpected interruption time		
		A area	B area	C area
Transmission transformer	1 bank fault	Within 15 min	Within 90 min	Within 90 min
Generator	1 unit fault	No interruption		
Transmission line	1 circuit fault	Within 2 min	Within 15 min	Early as possible
Distribution transformer(SS)	1 bank fault	Within 30 min	Within 120min	Within 480min

Notes

1. A area Town area of main big city
 B area Town area of other city
 C area Provincial area
2. Required operation
 No interruption Automatic recovering
 2 min Transfer 1 circuit by circuit breaker
 15min Transfer 2 circuits by circuit breaker
 30min Transfer to another bank of same substation or of adjacent substation by distribution line
 90min Transfer to spare transformer
 120min, 480min Supply by portable transformer

(2) Expected interruption time by scheduled maintenance

Facility	Condition	Expected interruption time	
		A & B area	C area
Transmission transformer	1 bank out	No interruption	Within 8 hours, but important load will be transferred to another substation (once a year)
Generator	1 unit out	No interruption	
Transmission line	1 circuit out	No interruption	
Distribution transformer(SS)	1 bank out	No interruption	Within 4 hours, but important load will be transferred to another substation (once a year)

第2に負荷の増大に伴って、使用機材の大容量化が必要となる。電線の太さ、コンクリート柱の強度、開閉器の容量……等を見直す必要がある。

第3に計画時の設備標準を、地域の信頼度水準に応じて変化するように設定しておく必要がある。現在は、ネットワーク地域とそれ以外の地域に分けられているが、前述したとおりA、B、Cの3ランクに分けられるよう勧告したい。日本における計画基準の例を示せばTable 5.4-2のとおりである。

第4に新技術に遅れないために、設備標準を定期的に見直す必要がある。その目的のために技術委員会をつくる必要があるだろう。

7) 系統電圧

現在の負荷に対応するための条件としてTANESCOの系統電圧はUbungo変電所の220kV母線でかなり低い。しかし現在の問題として、送電系統電圧と配電系統電圧は、検討すべき重要な項目である。

現在及び将来の需要予測を分析した結果では、今後15年間は現在の系統電圧を変更する必要はない。

- ① ダルエスサラーム市中心部の負荷に対して大きな電力を送りこむために、132kV送電系統の市内引込みを強化する必要がある。
- ② 132kV系統は現在の配電用変電所の33kVを格上げするのに使用される。
- ③ 33kV系統は各配電用変電所へ電力を送る2次送電線として有効に拡充される。
- ④ 11kVの配電系統は、33kVに昇圧する必要はない。

郡部地域においては、現状どおり11kVを拡大してゆけばよい。

8) I K L データー及び絶縁レベルの設定

(a) 絶縁レベルの設定

電力供給信頼度の策定に関連して変電設備の絶縁レベルを設定するには、どうしても I K L (年 間 雷 雨 日 数) のデータが必要である。しかし残念なことに、事前調査報告書の中でも述べられているとおり、現在のTANESCOには必要なデータを保有して検討した実績が見受けられない。今回実施した調査で過去に諸外国から受けた援助プロジェクトとして導入された電力設備の設計資料の中に I K L の数字年

間60日が記載されている。変電所の耐雷設計に直接関連する雷現象については日本の文献に次のように記載されている。

変電所の電力機器が雷の直撃を受けた場合、雷被害を防止することは極めて困難な事柄である。従って、変電所構内には、避雷効果の十分な遮蔽線または避雷針を設けて、電力機器への雷直撃を防止することを原則とすべきである。然し乍ら、既設変電所の中にはこれらの遮蔽装置をもたないものもあり、また遮蔽装置の建設にはある程度の費用を要することでもあるので、まず遮蔽装置を設置しない場合の雷害危険度について考察し、遮蔽装置の必要性を明らかにして置きたい。

米国の統計によれば、雷雨日数30日即ち I K L 30の平地では4回/km²/年の割合で地上落雷があるとしている。Fig. 5. 4-1はこの割合で構内直撃があると仮定して変電所の面積と年当り構内雷撃回数を I K L を変数として求め易い図表の形で表したものである。

例えば、I K L 30の地域にある面積33,000m²（1万坪）の変電所は年当り0.13回即ち目安として大体8年に1回の割合で構内雷撃を受けることを考慮しなければならない。もし電力施設が構内の半分の面積に配置されているとして、遮蔽装置がない場合には16年に1回の割合で重大な直撃雷事故を覚悟しなければならないこととなる。

次にマイクロウェーブ鉄塔その他のような高い建造物にあっては、雷撃を受けることが更に大きいことが統計的に明らかにされている。Fig. 5. 4-2はその状況を示すもので、曲線(I)は、I K L 30として、米国の統計により算出された高い建造物の雷撃回数を求める曲線である。なお雷撃回数は I K L の増加に対し正比例（あるいはそれ以上）して増加する。

曲線(II)は高い建造物を避雷針と看做し、その保護角を45°と仮定して、保護角内に入る地上面積にFig. 5. 4-1と同じ割合、即ち4回/km²/年の割合で雷撃があるとすると、これが総て高い建造物により吸引されるとして求めた雷撃回数である。同図より判るように高い建造物の雷撃回数を示す曲線(I)は、曲線(II)に比し、遙に高い割合であることは注意しなければならない。

即ち変電所にマイクロウェーブ鉄塔その他の高い建造物がある場合には、全雷撃回数は、Fig. 5. 4-1で求めた雷撃回数に Fig. 5. 4-2 より求まる高い建造物への

直撃回数だけ加算されることとなる。この場合加算すべき直撃回数は、Fig. 5.4-2の曲線（I）と曲線（II）の差を用いて大過ない。

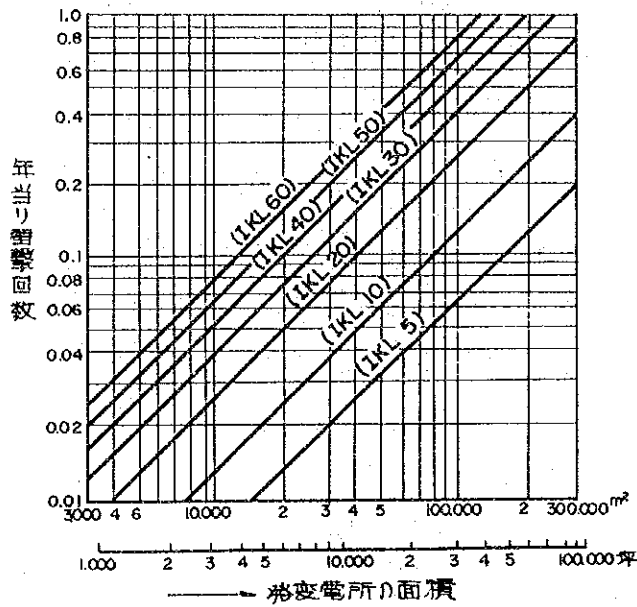


Fig. 5.4-1 変電所面積と直雷撃回数
(米国統計：IKL30の地域で4回/km²/年より算出)

曲線（I）：高い建造物に対する雷撃回数（米国統計より算出）

（II）：保護角を45°とし4回/km²/年として求めた雷撃回数

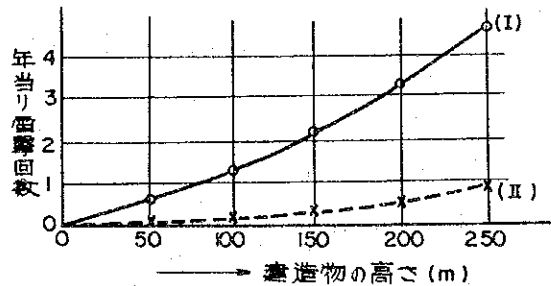


Fig. 5.4-2 高い建造物に対する雷直撃の頻度
(IKL30の地域)

(b) 雷放電の頻度

変電所の耐雷設計にあたって、重要な要素は変電所の建設地点における襲雷頻度である。

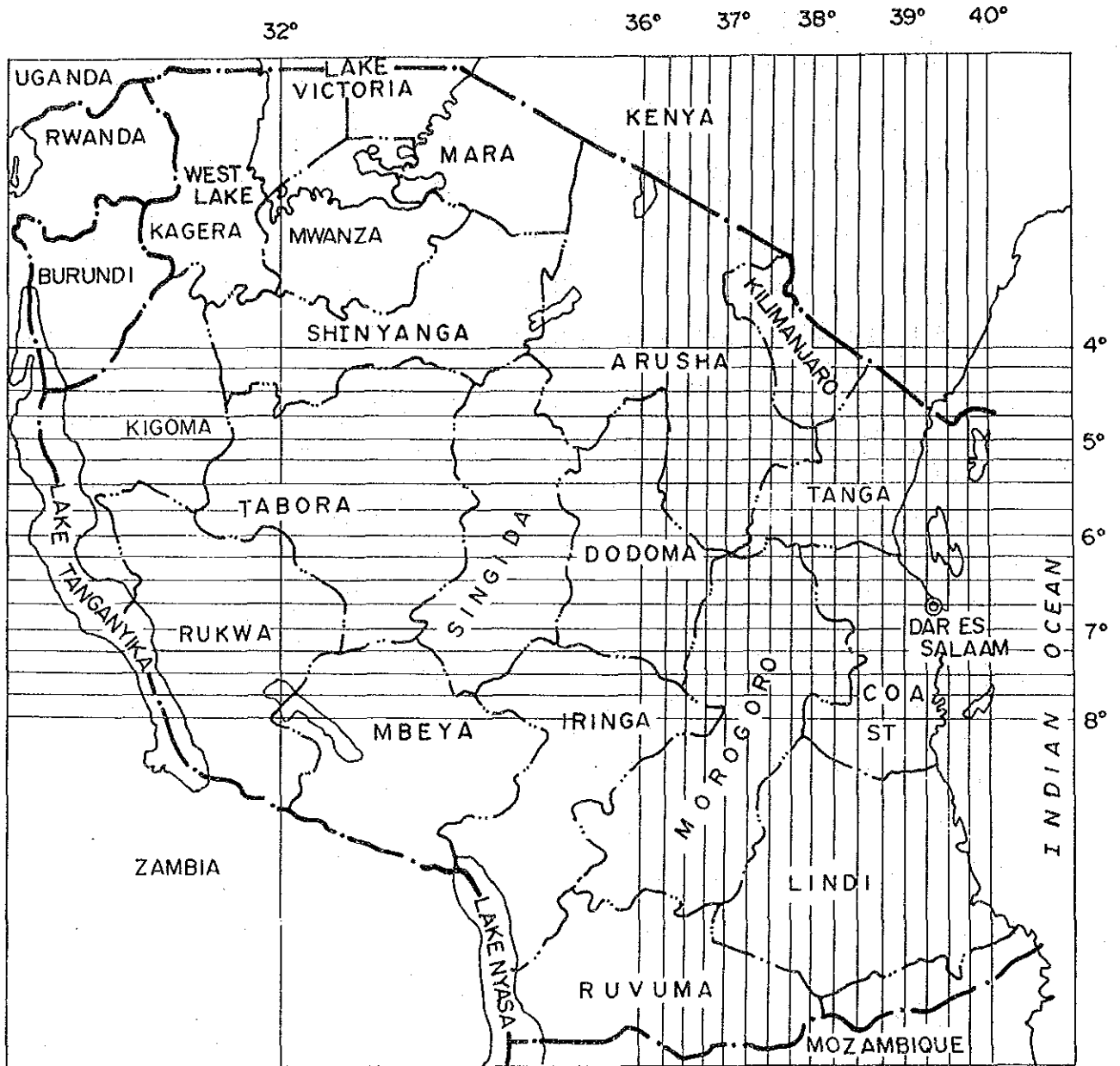
現在、タンザニアには雷観測のデータが整備されていない。従って将来の事も考慮した雷観測業務を計画する必要がある。

実際に地域別の襲雷頻度を観測するにはタンザニア国土全体を緯度・経度共に Fig. 5.4-3に示す如く15分ごとに区切って各地域ごとの年間雷雨日数を少なくとも最低10年間にわたり調査する必要がある。

年間雷雨日数は国際的に知られており I K L と称している。又 I K L と雷害事故率とは良い相関々係にあることが確かめられているので、これらの調査結果は耐雷設計に際し有用な指標として用いる事が出来る。

しかし、雷の発生、移動は局地的な影響を受けるので、変電所建設地点の地勢及び雷の経路などについて十分なデータとその分析が必要である。

Fig. 5.4-3 雷觀測地点区域



(c) 年間雷雨日数の予測

ダルエスサラーム市付近の年間雷雨日数を予測するには次の方法がある。世界の I K L に関するデータとして技術関係資料の中に添付の Fig. 5. 4 -4 に示す如く世界各地の I K L 値が読み取れる図がある。この図より特にダルエスサラーム近辺の数値を読み取るためにタンザニア全域の地図上に線を引くと Fig. 5. 4 -5 のようになる。

I K L の値は 20 から 60 近辺にあることから年間雷雨日数 “60” を使って電力設備の設計をする事で当座は良いと判断する。

Fig. 5.4-4 世界のIKL図

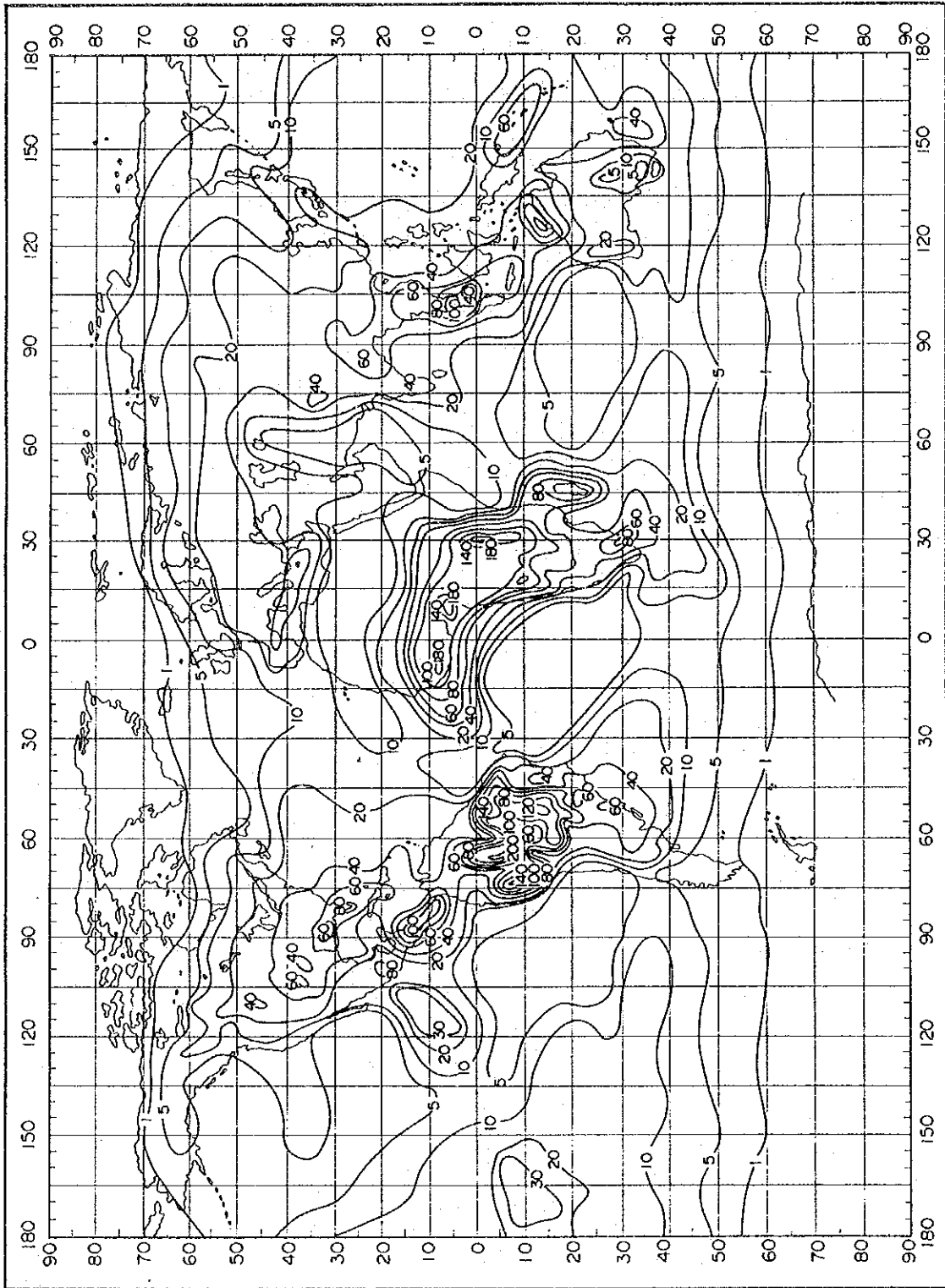
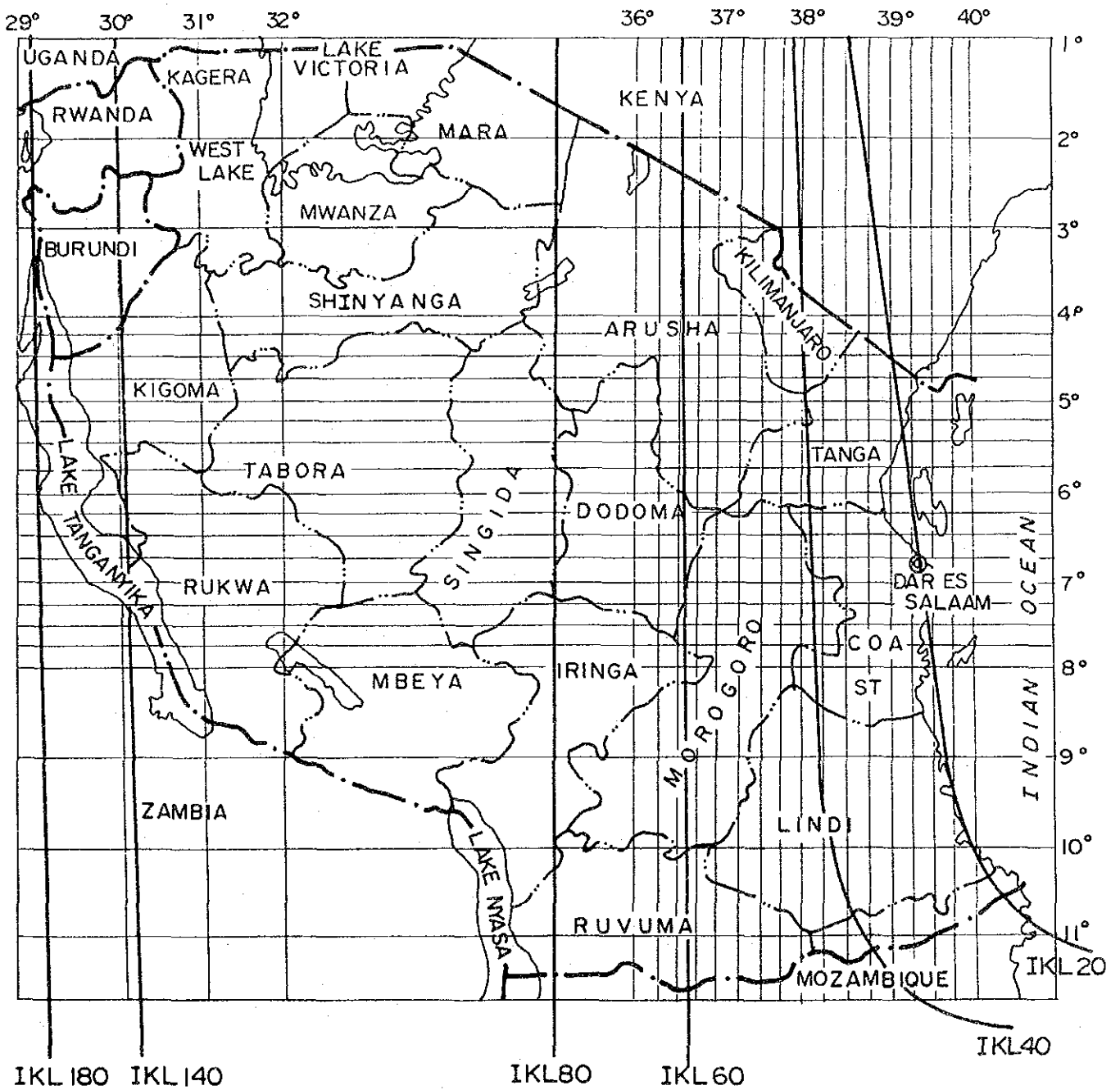


Fig. 5.4-5 IKL diagram



(d) 雷撃回数

タンザニアにおける I K L の標準値を60日年と仮定し、132/33/11kV及び33/11kV クラスの変電所に必要な平面積を設定して前項で示したグラフから雷撃回数を読み取ると次の値が得られる。

1) Case 1 (132/33/11kV)

面積	=	8000 m ²	ILALAS. S
雷撃回数	=	0.05回年	20年 / 1回

上記の結果から、ILALA クラスの変電所は20年に1回直撃雷を受けることになる。又、配電用変電所 (FACTORY ZONE I) は40年に1回直撃雷を受けることが想定される。

この数字は特に大きいものではないが、公共の大切な電力設備でもあり全ての変電所に架空地線を設けると共に 100%の雷遮蔽を考慮するのが良い。

(e) 避雷装置の設置要綱

変電所の電力設備機器は避雷器により保護することを原則とする。

避雷器適用に際して耐雷設計上検討すべき主な事項はつぎのとおりである。

- a) 避雷器の性能と定格の選定
- b) 機器絶縁強度の想定と保護裕度

(i) 避雷器の性能と定格の選定

避雷器の性能は、特別な場合を除いて各国の規格において規定された性能を保持しているものとみなす。しかしながら既設避雷器のなかには、性能の良好でないものがあり、特に1945年以前に製造された避雷器は絶縁協調の面から問題のあるものが多いので、避雷器性能現場簡易判定器等により取り換え等の適切な処置をとることが望ましい。

日本の規格 JEC-156 は昭和38年4月に制定され、従来の避雷器許容端子電圧を定格電圧と改め、系統電圧とは無関係に選定できるようにしたほか開閉サージ処理に必要な試験特性等を定めている。

また避雷器公称放電電流ならびに定格電圧の選定の例を Table 5.4-3 に示す。

(ii) 機器絶縁強度と保護裕度の考え方

今後新設される変電所の高圧母線回路に接続される機器の絶縁強度に関しては、次に述べる基本的考え方の下に耐雷設計を実施することを提案する。

- イ) 耐用年限の間、対地絶縁の衝撃電圧に対する1回破壊電圧はB. I. L を下廻らないものとする。
- ロ) 耐用年限の間、対地絶縁の開閉サージ電圧に対する1回破壊電圧はB. I. L の85%を下廻らないものとする。
- ハ) 耐雷設計に当り考慮すべき避雷装置の保護レベルは、上記の絶縁強度に対し、衝撃波領域において約20%、開閉サージ領域において約15%の裕度をもつものとする。

Table 5.4-3に示した様に避雷器の保護能力を検討する場合にはI K Lの区分としてA地域=20以上、B地域=10~20及びC地域=10以下の中からタンザニアはA地域を選定する。

Table 5.4-3 公称放電電流の適用例 (JEC-156 付録)

電圧階級	しゃへい* 種別	**雷害危険度種別		
		A地域	B地域	C地域
公称電圧 140kV および超高圧系統	有効しゃへい	10,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 10kA	10,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 5kA	10,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 2.5kA
	非有効しゃへい	10,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 20kA	10,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 10kA	10,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 5kA
公称電圧 100kV 以下の系統	有効しゃへい	10,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 10kA	5,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 5kA	5,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 2.5kA
	非有効しゃへい	10,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 20kA	5,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 10kA	5,000A避雷器 制限電圧を検 討する場合は 5kA

ただし 1) *印、**印のしゃへい種別および雷害危険度種別は、それぞれの注を参照のこと

α) () 内は制限電圧を検討する場合の基準電流値を示す。

β) 開閉サージ処理を必要とする場合は、10,000A 避雷器が望ましい。

[注] 1) Table 5.4-3の適用例によると、とくに 140kV系でA地域の非有効しゃへいの場合、一般に絶縁協調が苦しくなるが、このような場合は有効しゃへいを施すことが必要であろう。

2) I E C推奨にならない、しゃへい種別をつぎの2つに分類して考える。

(a) 非有効しゃへい

(i) 発電所にも送電線にも直撃雷に対するしゃへいがない場合

(ii) 発電所はしゃへいしているが、送電線は無しゃへいの場合

(iii) 送電線はしゃへいしているが、発電所は無しゃへいの場合

(b) 有効しゃへい

(i) 発電所も、それに接続される送電線もしゃへいされている場合。なお、送電線は発電所から少なくとも数kmはしゃへいされていることが必要である。

9) 予防保全

変電所設備の予防保全については信頼度の向上とも関係があり、大変に重要な課題である。日頃の運転・保守計画は各々の電力会社が国の安全基準に基づいて作成する運転・保守要綱に従っている。一般的に運用されている規定の内容はおおよそ次のとおりである。

(a) 変電所の保守

i) 保守業務一般

変電所の保守業務は、変電所を円滑に運転して行くうえで不可欠の分野であり、内容としては機器装置などの点検、軽易な改修作業、事故の恒久的な復旧作業などの設備管理のための業務が主体である。

保守業務は変電所が多い場合、業務量も多大となるため、電力会社などでは専門の保修機関が担務しているが、このようなときには変電所と保修機関との間で密接な連系が必要となる。すなわち、保修業務はすでに設置されている機器や装置が対象となるので、点検作業などの場合は、その運転を停止したり危険箇所へ接近したりすることが多くなるためである。したがって、変電所の保守を確実に進めて行くには、業務の内容自身を技術的に高度化する以外に安全性の高い体系づくりが重要となり、運転部門と保守部門との明確な責任分担が必要である。この場合事故防止上とくに注意しなければならない事項としては、つぎのようなものがあげられる。

- 1) 事前に関係者の間で十分作業内容の打合せを行ない徹底しておく。
- 2) 作業実施に際しては責任者を定め運転関係との連絡ルートは一本とする。
- 3) 必要ある場合には作業票を作成し、停電時間や範囲その他必要事項を記入したうえで、双方が確認しておく。
- 4) 作業着手前には停電の操作、接地取付けなどの安全措置を十分に行ない、作業範囲の明確な受渡しを励行する。

作業実施中は、単独行動や不安全行為のないよう監督者を付けるなどの措置をとる。
- 5) 作業終了後も作業着手までの各ステップに準じ、慎重な復旧をはかる。

(ii) 日常巡視点検手入

日常巡視点検手入とは、変電所の機器を運転状態のまま検査し手入するもので、主として機器の外見上の異常や不具合がチェックの対象である。

この点検手入の目的は、運転中の機器について、その急速な劣化の有無、飛来物の有無などを点検することにより、事故を未然に防止するとともに、記録紙の取換え、注油などの設備の維持管理もある。日常巡視点検手入はあらかじめチェックリストを作成し、定められた点検手入項目について、重点的な確認がなされるが、異常状態などは決まった部分に出現するものではないので、視覚、聴覚、触覚などを活用した注意深い点検が必要である。機器の状態変化などを把握するには定期的な巡視点検が望ましく、多くの場合、巡視時間、経路を定めて実施しているのが普通であるが、時にはそのルールを変えるのも一法である。巡視頻度は変電所の設備状況、運転状態などによって適宜定めればよいが、最近では無人変電所のように週単位で実施しているものもある。

なお日常巡視点検手入れの実施方法としては、毎回同じルールで行なうのではなく、数ヶ月に1回程度はやや密度の高い点検を行なうような配慮が望ましい。

(iii) 機器などの定期点検と臨時点検

定期点検は、保守業務の中でも最も比重の高いものであり、その内容については(別項)に示す通りである。

変電所の機器などを安定した状態において運用して行くためには、種々のレベルでのチェックがあり、最も軽易なものは運転業務のなかで行なわれる日常巡視点検である。しかし設備を長期間運転するには、このような方法のみでは不完全であり、所定の時日を経過した後は、さらに深く点検し必要な手入れを実施しておかねばならない。これが定期点検であり、その期間、内容などは機器や種類によっても異なるが、多くの場合、数年の周期により実施されるのが普通である。これによって補修が必要となったとき、または部品などで取換え時期がきていると判明したときには適切な処置を行なう。また臨時点検は運転中に異常が発見されたとき、所定の動作責務に達したときなどに行なうもので、主として点検箇所を限定して重点的に実施することが多い。

(iv) 主要機器の保守

1) 日常巡視点検手入

油温、本体およびブッシングの油面、油漏れ、ブッシング・がい管の汚損、亀裂、過熱、異温、異臭、乾燥剤の吸湿、窒素圧力、酸素吸収器、電圧調整装置動作状態、動作回数、冷却装置(冷却送油ポンプを含む)、その他の異常などに注意し、必要

に応じ、清掃、乾燥剤の取換え、窒素の補充、脱酸剤の取換えなどを実施する。

ロ) 定期点検手入

- | | |
|---------------|---------------------------|
| ① 外部全般 | 2年1回 |
| ② 絶縁抵抗測定 | 2年1回 |
| ③ 絶縁劣化試験 | 定期点検時必要に応じて実施 |
| ④ 絶縁油性能試験 | 1年1回 開放形
2年1回 劣化防止装置付形 |
| ⑤ 窒素純度測定 | 1年1回 |
| ⑥ 保護装置の動作試験 | 2年1回 |
| ⑦ 計測装置の誤差試験 | 定期点検のつど必要に応じて実施 |
| ⑧ 冷却水量測定 | 同上 |
| ⑨ 冷却装置機能点検 | 2年1回 |
| ⑩ 窒素封入装置機能点検 | 2年1回 |
| ⑪ 計測保護装置機能点検 | 2年1回 |
| ⑫ 冷却用制御装置機能点検 | 2年1回 |

(v) 負荷時タップ切換装置

イ) 定期点検手入 (変圧器と共通事項は除く)

- | | |
|---------------|--|
| ① 制御装置機能点検 | 2年1回 |
| ② 駆動装置機能点検 | 2年1回 |
| ③ 切換開閉器関係機能点検 | 抵抗式 1回/70,000回
リアクトル式 1回/20,000回または2年1回 |
| ④ 絶縁油性能試験 | 切換開閉器室 1回/20,000回または2年1回 |

(vi) 油遮断器 (碍子形遮断器、タンク形遮断器、水遮断器、油入開閉器)

イ) 日常巡視点検手入

本体およびブッシングの油面・油漏れ、ブッシング・がい管の汚損、亀裂・過熱・異音・異臭・操作機構の状態、開閉表示の状態、信号灯の状態、その他の異常に注意する。必要に応じ各部清掃、表示灯接触部の手入れ、電球の取換えなどを実施する。

n) 定期点検手入

- | | |
|---------------|---|
| ① 外部全般 | 2年1回 |
| ② 制御機構関係機能点検 | 2年1回 |
| ③ 制御回路機能点検 | 2年1回 |
| ④ 絶縁抵抗測定 | 2年1回 |
| ⑤ 絶縁油性能試験 | 定期点検のつど必要に応じて実施、ただし、碍子形遮断器は2年1回を標準 |
| ⑥ 引外し自由操作試験 | 2年1回 |
| ⑦ 最低投入圧力試験 | 2年1回 |
| ⑧ 最低引外し電圧圧力試験 | 2年1回 |
| ⑨ 開閉速度試験 | 定期点検のつど必要に応じて実施、ただし高速度再閉路を採用している遮断器は2年1回を標準とする。 |
| ⑩ 計測装置の誤差試験 | 定期点検のつど必要に応じ実施 |
| ⑪ 鎖錠気圧試験 | 定期点検のつど必要に応じ実施 |

(vii) 空気遮断器（油遮断器に同じものは除く）

1) 日常巡視点検手入

油遮断器に準ずるが、空気タンクの排水は1月に1回行なう。

n) 定期点検手入

- | | |
|----------------|----------------|
| ① 遮断部関係機能点検 | 2年1回 |
| ② 断路部関係機能点検 | 2年1回 |
| ③ 制御操作装置関係機能点検 | 2年1回 |
| ④ 鎖錠気圧試験 | 2年1回 |
| ⑤ 操作気圧変動試験 | 定期点検のつど必要に応じ実施 |
| ⑥ 断路部の開閉誤差試験 | 同 上 |
| ⑦ 換気量測定 | 同 上 |
| ⑧ 遮断部抵抗測定 | 2年1回 |

(viii) 磁気遮断器

1) 日常巡視点検手入

油遮断器に準じて実施する。

ロ) 定期点検手入

- | | |
|-------------|-----------------|
| ① 遮断部関係機能試験 | 定期点検のつど必要に応じて実施 |
| ② 消弧室の耐圧試験 | 定期点検のつど必要に応じ実施 |

(ix) 断 路 器

イ) 日常巡視点検手入

碍子の汚損・亀裂・過熱・異音・異臭・操作機構の状態、インターロック機構の状態、その他の異常に注意する。必要に応じ各部の清掃、締付・表示灯・接触部などの手入を実施する。

ロ) 定期点検手入

- | | |
|---------------|--------------------|
| ① 外部全般 | (2)項または関連機器停止時適宜実施 |
| ② 断路部関係機能点検 | ブレード接触子 |
| 銅屋内用 | 3年1回 |
| 銅屋外用 | 2年1回 |
| 銀屋内外用とも | 定期点検時必要に応じて実施 |
| ③ 制御機構関係 | (2)項または関連機器停止時適宜実施 |
| ④ 制御回路 | 同 上 |
| ⑤ 絶縁抵抗測定 | 同 上 |
| ⑥ 最低投入電圧、圧力試験 | 定期点検のつど必要に応じて実施 |
| ⑦ 最低開極電圧、圧力試験 | 同 上 |
| ⑧ 開閉操作試験 | 定期点検のつど必要に応じて実施 |

(x) 圧縮空気発生装置

イ) 日常巡視点検手入

空気圧力・過熱・漏気・配管の異常、その他の異常に注意する。また必要に応じて起動停止圧力の調整、簡単な漏気手入および排水処理、各部清掃などを実施する。

ロ) 定期点検手入

- | | |
|----------------------------|-----------------|
| ① 外部全般 | 1年1回 |
| ② 圧縮空気発生装置
(本体、付属品)機能点検 | 定期点検のつど必要に応じて実施 |
| ③ 主タンク・配管・
バルブ機能点検 | 1年1回 |
| ④ 制御装置機能点検 | 定期点検のつど必要に応じて実施 |

- | | |
|-------------|-------------------------------|
| ⑤ 絶縁抵抗測定 | 1年1回 |
| ⑥ 圧力計の誤差試験 | 定期点検のつど必要に応じ実施 |
| ⑦ 圧縮機の充気試験 | 充気時間が大幅に変わってきた場合、必要に応じ
て実施 |
| ⑧ 安全弁の動作試験 | 1年1回 |
| ⑨ 圧力継電器動作試験 | 1年1回 |
| ⑩ 漏気試験 | 定期点検のつど必要に応じて実施 |

(xi) 計器用変成器

イ) 日常巡視点検手入

油面・油漏れ・ブッシング・がい管の汚損、亀裂・過熱・異音・異臭、その他の異常に注意する。必要に応じ端子締付け、各部の清掃、乾燥剤の取換えなどを実施する。

ロ) 定期点検手入（BCTは主体機器の点検回数に準ずる）

- | | |
|-----------|-----------------|
| ① 外部全般 | 2年1回 |
| ② 絶縁抵抗測定 | 2年1回 |
| ③ 絶縁劣化試験 | 定期点検のつど必要に応じて実施 |
| ④ 絶縁油性能試験 | 2年1回 |

(xii) 電力用コンデンサ、直列リアクトル、放電コイル

イ) 日常巡視点検手入

油漏れ、過熱、ブッシング・がい管の汚損、亀裂・異音・異臭、その他の異常に注意する。必要に応じ各部清掃などを実施する。

ロ) 定期点検手入

外部全般、絶縁抵抗試験を関連機器の定期点検時必要に応じて実施する。

(xiii) 避雷器

イ) 日常巡視点検手入

がい管の汚損・亀裂・放電電流測定装置の状態、異音・異臭、その他の異常に注意する。必要に応じ各部清掃、記録紙の取換えなどを実施する。

ロ) 定期点検手入

- | | |
|-------------|------|
| ① 外部全般 | 1年1回 |
| ② 動作表示器機能点検 | 1年1回 |

- ③ 放電電流記録装置 1年1回
- ④ 絶縁抵抗測定 1年1回
- ⑤ 漏れ電流測定 定期点検のつど必要に応じて実施
- ⑥ 衝撃放電開始電圧試験 同上
- ⑦ 商用周波放電開始電圧試験 同上

(xiv) 配電盤

i) 日常巡視点検手入

盤面、計器の汚損、計器の振れ、裏面配線、各種スイッチの状態、記録計器の動作状態、継電器の動作状態、その他の異常に注意する。必要に応じて、各部の清掃、端子締付、記録計器のインク注入、記録紙の取換えなどを実施する。

ii) 定期点検手入

- ① 外部点検 2年1回
- ② 制御運転装置機能点検 2年1回
- ③ 絶縁抵抗測定 2年1回
- ④ 継電器特性試験 定期点検のつど必要に応じて実施
- ⑤ 配電盤（総合）
結合動作試験 2年1回 継電器を含めて実施
- ⑥ 計測器誤差試験 定期点検のつど必要に応じて実施

(b) 保守の機動化

電気事業の規模が小さく、また変電所の数も少なかった時代には、変電所の勤務員は、運転業務と保守業務をあわせ行なっていたが、電力系統の拡大とともに、運転保守形態の再検討が必要となった。この問題は、機器信頼度の向上、実用性能の向上による保守点検期間の短縮、自動制御技術の発達による変電所自動化の促進などにより、運転業務と保守業務を分離し、保守業務を専門の技術を有する保守要員を大きなブロック単位に集中配置し、これを機動化することにより、サービスレベルを落とすことなく可能となった。

これにより、現在の変電所運転員は、監視・記録・操作・日常巡視、簡単な点検手入れなどの運転業務に専念し、定期点検・補修などは専門の保守員が定期的に巡回して実施するようになった。また保守の方法も移動用試験機器の採用などにより機動化されている。つぎに現在採用されている主なものについてその一例を示す。

- イ) E I detector による絶縁診断
- ロ) 活線温度測定器の使用
- ハ) 活線清掃、活線ろ過の機動化
- ニ) 可搬式継電器試験装置の使用
- ホ) 可搬式可変周波数電源
- ヘ) 可搬式シェーリングブリッジ
- ト) 可搬式耐圧試験装置

(c) 事故防止対策

前項に述べたとおり、感電事故などの人身事故は、ほとんどの場合が何らかの形で人的原因が含まれている。

これら人的原因の多くは、不注意、錯覚などによるものであり、作業個々の注意力の向上が必要である。したがって、作業者の安全意識や注意力の向上をはかるため、安全教育、安全訓練などが機会あるごとに、繰り返し実施されている。しかしながら、人間の注意力の持続時間などには限界があり、すべてを作業者に期待することは不可能である。このため、施設面でもできる限り安全対策を実施するとともに、作業方法などにおいても、一定の規則・基準などを制定して、常にこれを遵守する習慣を養うことが肝要である。現在実施されている防止対策をあげればつぎのようなものがある。

(i) 施設面での安全措置

① 保護網・保護柵などの設置

電力用コンデンサ、避雷器など、巡視または作業時、充電部に接近する恐れのある個所

② 断路器の鎖錠装置

断路器は、負荷電流が通じている場合は、これを遮断してはならないが、誤操作を防ぐため、直列に接続されている遮断器とインタロックを行なうなどの処置を行なう。

③ 接地付コンセントの採用

対地電圧 150V 以上の可搬形電動機機器の使用時に接地するため、接地極付コンセントを設置する。

(ii) 作業個所の安全措置および引継ぎ

変電所の作業においては、運転責任者が作業責任者立会いの上、つぎのような措置を実施のうえ作業個所を作業責任者に引き継ぐ。

- ① 開路した断路器などへ鎖錠する。
- ② 停電個所への接地取付け。
- ③ 区画ロープ・標示札などにより作業個所を明示する。
- ④ 危険標識・頭上注意標識・昇降点指示標識・通行遮断標識などを設置する。

なお、これらの引継ぎは、「安全作業票」などによりチェックし、一つ一つ確認する。

(iii) 作業実施時

作業着手前に作業責任者は、

- ① 作業の目的内容、作業個所の状況などを全作業員に十分徹底させる。
- ② 作業員の健康状態、服装などを調べる。
- ③ 工具・安全保護具の準備および明示を行なうとともに、TBMなどを実施し、作業員自身の安全意識、注意を喚起する。

なお、作業は作業分解シート（各作業ステップごとに動作、位置、姿勢、手順など安全で能率的なやり方を決めたもの）に従って実施する。

(iv) 安全保護具の使用

作業実施にあたっては、保安帽・安全带・絶縁手袋・絶縁ゴム長靴などの保護具、絶縁シートなどの防具などを使用し安全をはかる。なお、これら、安全保護具・防具は、常に政情な性能を有している必要があり、日常より点検手入れを怠ってはならない。

なお安全保護具・防具の試験として、絶縁耐力試験・漏れ電流測定を毎年2回実施する。

10) 電力設備の標準化計画

(a) 電力設備の規格・規準

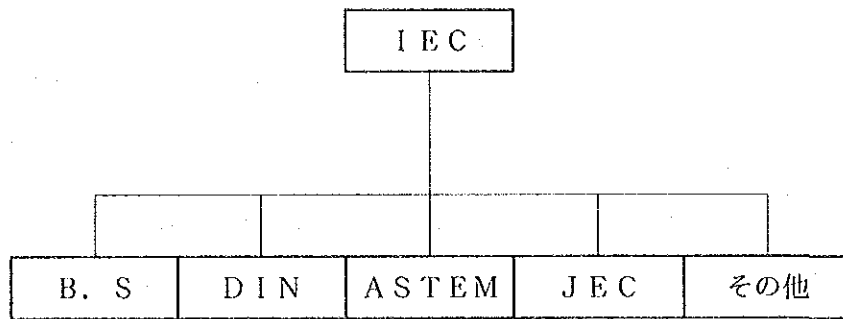
電力設備の標準化計画に先立って、現地調査時に入手した数少ない資料から得た規格・規準はTable 5.4-4のとおりである。

Table 5.4-4 TANESCO 機器への適用規格

1 ISOLATOR	JEC-196-1975 BS-5253-1975 IEC-129	
2 CIRCUIT BREAKER	JEC-2300-1985 BS-116 IEC-56 JEC-181-1975	
3 TRANSFORMER	JEC-204-1978	
4 TRANSFORMER	BS-171-1959 JEC-186-1972 -1970 IEC-76	
5 FEEDER CIRCUIT BREAKER	BS-116-1952 BS-5311-1976	
6 STATION TRANSFORMER	IEC-76	
7 CONDUCTOR	DIN-48204 DIN-4824 IEC-209 DIN-48200 DIN-48201 ASTM B232-1974 B415-1969 B416-1969 B502-1970 B549-1971	

調査結果が示すとおり、TANESCO の変電所設備には、納入国、製作者、コンサルタントおよび適用規格・規準の違いによる数多くの設計思想が混在している。

日本を始めとして、アメリカ、イギリス、ドイツ、その他の国際規格が主に導入されていることは、TANESCO の将来にとってかならず不都合をきたすことは明らかである。従って、電力設備の設計に当っては国際的に採用されている I E C の規格を中心として関係諸国の規格・規準も満足させることの可能な形を考案する必要がある。



本プロジェクトのマスタープラン及びプレ・フィージ・ビリティースタディ-の検討に当っては既に建設工事を実施中のダルエスサラーム送配電網整備計画（フェーズⅢ）に合わせて日本の規格を基本に考察する。

(b) 標準化

変電所設備の設計に関する標準化はいつこの国においてもかならずと言って良いくらい、話題にのぼる重要なことである。

TANESCO の既設々備をふまえて、標準化を検討する場合、関係する主な項目について次の如く各々を定め、変電設備の最適化の標準とする。

i) 電 圧

TANESCO の電力設備に使用する電圧はTable 5.4-5に示す値を標準とする。

Table 5.4-5 電 圧

Nominal Voltage(kV)	Maximum Voltage(kV)	Rated Voltage(kV)	備 考
220	230	245	
132	138	144	
33	34.5	36	
11	11.5	12	
400 V			
230 V			

ii) 変圧器の容量

変電所に設備する変圧器の単機容量は推奨値の中から標準値を選んで次のとおり選定する。

(3相変圧器)

5,000 kVA

10,000 kVA

15,000 kVA

iii) 絶縁離隔

変電所の設計に関する電路の絶縁間隔について基準値（推奨値）としてTable 5.4-6に示す。

Table 5.4-6

公称電圧 (kV)	屋 外				備 考
	対地間隔 (mm)		相間々隔 (mm)		
	最 小	標 準	最 小	標 準	
11	150	300	190	600	
33	350	500	480	900	
132	1,300		1,650		

iv) 絶縁設計

ダレスサラーム市内の各変電所で使われている碍子の仕様、数量はTable 5.4-7の通りである。但し、懸垂碍子の仕様は10インチである。

Table 5.4-7 碍子数

公称電圧 (KV)	懸垂碍子数 (箇)
220	13
132	9
33	3
11	2

これは耐塩設計上；等価塩分付着量の軽汚損地区（0.02~0.045 mg/cm²）に相当する。なおこれらの碍子個数は送電線と同じであり又、市内の各変電所で使われている碍子個数も海岸からの距離に関係なく同じである。

参考迄に各変電所から海岸迄の距離はTable 5.4-8の通りである。

Table 5.4-8 海岸迄の距離

変電所	海岸迄の距離 (km)
Ubungo	9.0
Ilala	1.8
Oysterbay	2.0
City Centre	0.8
Factory Zone I	4.4
Mikocheni	1.7
Mbezi	2.7
Factory Zone III	6.5
Kurasini	0.5
Factory Zone II	12.5
Kigamboni	1.2
Wazo Hill	4.5
Msasani	0.4
Sokoine	0.3

v) 各変電所からの引出回線

各変電所の容量と引出し回線は調査データからTable 5.4-9のとおりである。

Table 5.4-9 変電所容量と引出回線数

変電所名	変電所容量kVA	引出回線数(B)	(A)/(B)KVA
Ilala	30,000	8	3,750
Oyster Bay	15,000	5	3,000
City Centre	45,000	8	5,625
Factory Zone I	15,000	4	3,750
Mikcheni	15,000	5	3,000
Mbezi	7,500	3	2,500
Factory Zone III	15,000	5	3,000
Kurasini	15,000	4	3,750
Factory Zone II	5,000	4	1,250
Kigamboni	5,000	2	2,500
Wazo Hill	15,000	3	5,000
Msasani	15,000	4	3,750
Sokoine	15,000	3	5,000

各変電所の現状は引出し回線数が種々な理由から使用していない回線もある。

配電線の引出し回線数は変電所容量に見合ったものとする必要がある。将来 TANESCO の変電所の容量の増加が進むにつれて現状のままの配電線容量では回線数が非常に多くなり、引出しスペースの確保が難しくなる。現行は1回線当りおよそ5,000kVAであるが、これを更に検討する必要がある。

vi) 変電所規模の選定

ダルエスサラーム市地域の短・長期に亘る需要想定は別項にて既に計算されたとおりである。1992年を基準年とし、1997年までを短期又2007年までを長期と定め、各年の最大需要電力をkWとして求めている。この数値から変圧器容量kVA 又は MVAを前記した設備標準に従って次のとおり結論を得る。

- 1) 最大需要電力(kW)は負荷率・需要率及び不等率を考慮したものである。
- 2) $\left[\frac{1}{\text{力率}} \times \frac{1}{\text{効率}} \right] = 1.25$ として皮相電力kVA 又はMVA を求める。
- 3) 変電設備の過負荷限度指針はTable 5.4-10 に示す。

Table 5.4-10 変電設備の過負荷限度指針

		計 画 面		
変 圧 器	方 針	1. 常時は過負荷させないものとする。 2. 事故時は短時間に限り、下記の過負荷を許容するが、系統切替予備変圧器への切替、移動用変圧器の設置等により最終的には各設備が 100%以内におさまるようにする。 3. 一般的には上記によるが、これに該当しない特殊事情のある場合は計画の都度検討した値を使用する。		
	過 負 荷 限 度	送 電 用 変 圧 器	配 電 用 変 圧 器 (単 一 定 格)	
			大 都 市 中 心 部 中 都 市 中 心 部 供 給 用	中 都 市 中 心 部 以 外 一 般 都 市 そ の 他 供 給 用
		運 用 面		
1. 常時はできるだけ過負荷を行わないよう留意するが、やむを得ない場合は機器特性、周囲温度、負荷率等を考慮した方法により検討した過負荷運転を行うものとする。 2. 事故時はできるだけすみやかに系統切替、予備変圧器への切替移動用変圧器の設置等により各設備が 100%以内におさまるようにするが、短時間に限り計画面の方針と同値の過負荷を許容できるものとする。				

(2) 変電設備計画複数案及び最適案

1) 長期・短期プラン

(a) 長期プラン

変電設備計画に当たってはTANESCO の提案した計画をA案と考え、又需要想定の結果から検討した計画をB案とし、更に系統解析の結果を加味した計画をC案として複数案3案から最終的には最適案を作成することとする。

ダルエスサラーム市の電力供給拡充計画の検討に当たっては、従来の方法として変電所の位置を選定するところから複数案を作り各々についての最適案を決めるのであるが、TANESCO 側が用地交渉を進めて、変電所の位置もほぼ決まっていることからあえて比較せずに、既設の変電所の増改良を計画する上で、特別な変電所につきケーブルによる引込みとか、GISを採用する等を検討する。従って今後新設する変電所全ての形式は従来のテンションブス型を採用する。

上記の考え方に基づいて、1992年を基準年とする向こう15年間に亘って建設すべき変電所設備を確定する。

(b) 短期プラン

短期プランの最適案を作成するに当たっては、長期プランで計画された15ケ年の中から基準年（1992）から5年間を短期と定め更に詳細な変電所の規模についての検討を行なうとともに具体的な設計即ちPre-Feasibility のための詳細現地調査に便利なプランを作成する。

2) 比較検討

(a) 132kV/33kV格上げ導入

配電用変電所の受電々圧を従来使用している33kVから132kV に格上げすることは需要想定及び系統解析の結論に基づいて計画されるものである。

今回TANESCO より提案された格上げの構想はTable 5.4-11 に示すとおり1996年にFactory Zone IIIを始めとして2006年 Mbagalaまで実施する計画である。

尚、当初TANESCOより提案のあったTegeta変電所は1993年8月10日付でTANESCO とJICA間で交した議事録に基づいて他のプロジェクトで建設することとなったので本計画より系統解析以外を除外した。

Table 5.4-11 Upgrading to 132/33kV S/S (BULK POWER SUBSTATIONS)

YEAR	Substation	Capacity (MVA)
① 1996	Factory Zone III	45×2
② 2000	Oyster Bay	45×1
③ 2000	Yombo	45×1 depending on the Gas Project
④ 2002	Kurasini	45×1
⑤ 2004	City Centre	45×1
⑥ 2004	Mbezi	45×1
⑦ 2006	Mbagala	45×1

33kV 受電と 132kV 受電方式の配電用変電所に与える影響の比較検討は数多くの項目について詳細に検討する必要があり尚かつ、長期を見通したダルエスサラーム市地域全体の電力供給に有効となる格上げを計画しなければならない。既設々備の現状からも明らかなように、Ubungo の系統変電所から Zanzibal および Ilala の二次変電所に向け建設された 132kV 1 回線を更に分岐又は延長する方法に加えて、新たに配電用変電所を設けるものと既設の 33kV 変電所を格上げ改造して供給する方法がある。しかしながら、種々な理由即ち、変電所の保有する構内のスペースの制約および周りの建物と住民に対する環境等からの問題もあり容易ではない。TANESCO の提案した 7ヶ所の変電所についての格上げに関連した利点と欠点を Table 5.4-12 に示す。

Table 5.4-12 格上げ比較

受電電圧(kV)	検 討 結 果		備 考
	利 点	欠 点	
132/33kV			
1. Factory Zone III	電圧、ロス改善	用地交渉、スペース不足	
2. Oyster Bay	電圧、ロス改善	スペース不足	
3. Yombo	系 統 強 化		
4. Kurasini	電圧、ロス改善		
5. City Centre	電圧、ロス改善	スペース不足	
6. Mbezi	電圧、ロス改善		
7. Mbagala	系 統 強 化		

技術的な検討結果からは TANESCO の提案の内、特に Ilala の二次変電所から先へ 132kV の送電線を延ばして行く方法よりは、Ubungo の系統変電所から Factory Zone III を経て Yombo 及び Mbagala へとダルエスサラームの南西側から市の中心に向かって電力を供給するべく設備を拡充する計画が最も良い。

(b) 配電用変電所のタイプ (テンションブス型、GIS、地下式)

既設々備の形式は全てテンションブス型を採用した設計となっており、今回実施するマスタープランの検討の中にはダルエスサラーム市の中心部に位置する変電所 City Centre と Oyster Bay についてのみ、敷地の関係から増改良に当たっては GIS を採用する必要があるかどうかについて検討する。

配電用変電所の増改良工事で地下式を採用しなくてはならない場所はない。従って、上記の 2 ケ所についてのみ比較する。

No.	変電所名	検討		備考
		テンションブス	GIS	
1.	City Centre	132/33kV格上げを含め増、改良可能	必要なし	
2.	Oyster Bay	132/33kV格上げを含め増、改良可能	必要なし	

検討の結果からは上記 2 ケ所でも GIS を採用することなく増改良が可能である。

(c) 変電所への引込方法 (架空・地中ケーブル)

33kV の送電線を変電所の構内に引込む方法としては需要の端部に設ける変電所も 2 回線受電の変電所共に既設で採用している架空線により引込む方法とする。特に変電所周辺の都合が悪い場合には最寄りの電柱から地中ケーブルにて引込む方法も採用する。

132kV の送電線を将来の格上げとして引込む場合には既設々備の増改良を行っ

でも架空線で引込むことは不可能であることから送電線の建設可能な位置から地中を電力ケーブルにて引込む方式を採用する。

(d) 既設々備のリハビリテーション

既設変電所のリハビリテーションは増改良工事計画に基づいて、設備の古いものおよび既に破損しているもの等は出来得る限り設備の更新を計りより信頼度の高い変電所とする必要がある。

(e) TANESCO が購入済の用地および取得の可能性

TANESCO が既に用地交渉済の用地としては調査記録にも記載したとおり Tandale 変電所 30m×40m、Changombe 40m×30m、Kunduchi 40m×20m、Kariakoo 40m×50m、Mbagala 40m×80m、Tabata 35m×30m、Mburahati 30m×30m が準備されており、その他の変電所についても TANESCO は日頃から積極的に用地交渉を進めており用地取得の可能性は高いと判断した。

(f) 建設コスト

マスタープランに関連した変電設備の建設にかかるコストは別項で述べたとおり、現在実施中の“ダレサラム送配電網整備計画（フェーズⅢ）”とほぼ同様な積算を行って建設コストを決定する。

3) 最適案

最適案の策定方法は一般的な手順として、①電力需要予測、②電力系統拡充計画、③系統解析、④建設コスト、システムロス等の評価を経て最適案が作成される。

以上の流れを考慮しながら、TANESCO が現在提案している計画を種々な点に留意して検討した結果から各変電所についての概要を述べると以下のとおりとなる。

1994年以降で計画される変電所の新設、増設に対するプライオリティをTable 5.4-13 に示す。

① Ilala 二次 S/S (増設) 1994

Ilala 変電所には 33/11kV 15MVA の変圧器 1 台を増設し関連する諸機器の据付けを行う。

② Ilala 二次 S/S (増設) 1994

Ubungo - Ilala 間に建設せんとする 132kV の送電線を開閉所より引き出すために開閉所の増設改良工事を施工すると同時に 132/33kV 45MVA 変圧器の増設工事も実施する。

③ Ubungo 系統 S/S (増設) 1994

Ubungo - Ilala 間に建設せんとする 132kV の送電線を開閉所より引き出すために開閉所の増設改良工事を施工すると共に関連する諸機器の据付けを行う。

④ Tandale S/S (新設) 1994

Tandale 地区はどの変電所からも比較的遠い位置にあり、日頃から電圧降下等種々な問題に直面している。従って、検討の結果に基づいて TANESCO が既に準備している用地 30m×30m に変圧器容量 15MVA の変電所を建設する。引込用の送電線 33kV 1回線を Ubungo - Ilala 間の Friendship 線の途中から T 分岐して変電所に接続する。又 11kV のフィーダーを 5 回線設けることにより、充分で確実な電力の供給が出来る設備とする。

⑤ Changombe S/S (新設) 1994

Changombe 地区は工場の多い所でナショナル (ラジオ、電池)、タバコ工場及びラジオタンザニア等がある。需要想定の結果に基づいて配電用変電所 15MVA を建設する。変電所の用地は充分なスペースが確保出来る。引込用の送電線 33kV は Factory Zone I S/S と Kurasini S/S の途中から π 分岐して変電所に接続する。11kV のフィーダーは 5 回線とする。

⑥ Kurasini S/S (増設) 1994

Kurasini S/S には既設設備として 33/11kV 15MVA の変圧器 1 台がある。しかし、33kV の引込線用開閉機器の不具合があり、これを修理すると同時に開閉設備 Changombe S/S を 1 Bay 増設する。

⑦ Mbezi S/S (増設) 1994

Mbezi S/S には既設設備として33/11kV 7.5MVAの既設変圧器1台があるが、需要の増加と既設変圧器の老朽化を考慮して15MVA の変圧器1台を増設すると共に構内機器及び母線の増設改良を実施する。更に既設の建屋の増築と屋内用11kV キュービクルの新設及び移設工事を施工する。

⑧ Oyster Bay S/S、⑨ Factory Zone I S/S、⑩ Msasani S/S、⑪ Sokoine S/S
についての増設改良工事は現在Phase IIIで建設工事中である。

⑫ Kunduchi S/S (新設) 1996

Kunduchi地域は Msasani湾の北西部に位置しセメント工場と数多くの観光ホテルが海岸に沿って存在する。この地区での都市開発も準備されて将来の負荷の増加に伴って電圧降下及び損失が最悪の状態にあり、これ等を改善するために、132kV Zanzibara 送電の最寄りで最適位置に新設配電用変電所を建設する。変電所には変圧器 15MVA 1台と33kV送電線の引込と関連諸設備の建設工事を施工する。尚33kVの送電線は他のプロジェクトで建設する132/33kV Tegeta変電所より受電する。

⑬ Factory Zone III S/S 132/33kV (新設) 1996

Factory Zone III S/Sの既設々備容量は 15MVA×1台である。ダルエスサラーム全体に対する電力供給の将来性を考えると 132kVの送電線をUbungo S/Sを中心として西南方向に外輸線を延ばして行く計画に従って、変電所の増設に先立って建設するものである。132/33kVへの格上げは既設々備を改造すると共に132/33kV用変圧器 45MVA×2台を新設する。132kVの引込線は最寄りの鉄塔から地中ケーブルで引込む方式とする。

⑭ Ubungo 系統S/S (増設) 1996

Ubungo - Ilala 間に新設する 132kVの送電線1回線の工事は両変電所の敷地内のスペースを利用して開閉所を1 Bay 増設する。

これに伴って関連諸設備の増設改良工事を施工する。

⑮ Kariakoo S/S (新設) 1996

Kariakoo地域は商業都市で負荷レベルは高く供給される負荷は十分な代替電源の可能性にかけている。従ってこれ等の改善を計るため、Kariakoo地域に新設配電用S/Sを建設する。

変電所には変圧器 15MVA 1台と33kV送電線の引込みと関連諸設備の建設工事を施工する。尚33kVの送電線は Ilala二次S/Sより受電する。

⑯ Ilala S/S (増設) 1996

1994年の工事として施工されるNo.1及びNo.2項は、変圧器の増設に関連して母線の増設と関連諸設備の増設改良工事を行ったものである。これに続いて項目No.15で実施する配電用S/S Kariakooの新設工事に伴って必要となる33kV用送電線の引出し開閉設備を増設し、同時に関連諸設備の増設改良工事を施工する。

⑰ Mbagala S/S (新設) 1996

Mbagala 地域は Kilwa街道沿いの居住地区と工業地区の電力を Kurasini から供給しているが、あまりにも送電距離が長く電圧降下及び損失が最悪の状態にある。従って、この地域に新設配電用S/Sを建設する。

変電所には変圧器 15MVA 1台と33kV送電線の引込み設備と関連諸設備の建設工事を施工する。尚、33kVの送電線は Kurasini S/Sより受電する。

⑱ Kurasini S/S (増設) 1996

1994年の工事として施工される前記No.6項の工事は、33kV送電線の引出用開閉設備としてChangombe S/S 用送電線1 Bayを増設する。No.18項は引き続いて建設される新設 Mbagala S/Sへの送電線用として引出用開閉設備1 Bayを増設し同時に関連諸設備の増設改良工事を施工する。

⑲ Tabata S/S (新設) 1996

Tabata地域は現在 Factory Zone IIIのS/Sから電力を供給しており、長期需要予測によりこの地域での負荷が更に増加することが予測されるので、この地域に

新設変電用S/S を建設する。

変電所に変圧器 15MVA 1 台と33kV送電線の引込みと引出し並びに関係諸設備の建設工事を施工する。尚、33kVの送電線はUbungo - Factory Zone III間の33kV既設送電線より π 分岐して受電する。

⑳ Mikocheni S/S 33/11kV (増設) 1998

Mikocheni S/S の既設々備は 33/11kVの変圧器 15MVA×1 台である。需要想定の結果に基づいて15MVA×1 台を増設する。引込用の送電線33kV 2 回線はUbungo S/S 及びOyster Bay S/Sと接続している。既設の11kVフィーダーは5 回線で増設用として5 回線を建設する。

㉑ Kigamboni S/S 33/11kV (増設) 1998

Kigamboni S/S の既設々備は 33/11kVの変圧器 5MVA ×1 台である。しかし需要想定の結果から5 MVA ×1 台の増設が必要である。11kVフィーダーは2 回線である。引込用の送電線33kV 1 回線はKurasini S/Sに接続する。

㉒ Temeke S/S 33/11kV (新設) 2000

Temeke地区は周囲に公団住宅があり需要想定の結果から変電所を新設する。現在 TANESCOが交渉中の用地30m×30mに設備容量 15MVA×1 台の配電用変電所を建設する。引込用の送電線33kV 1 回線は新設するYombo S/S と接続する。11kVフィーダーの数は5 回線とする。

㉓ Mburahati S/S 33/11kV (新設) 2000

Mburahati 地区は一般住宅地域であり需要想定の結果から小学校の一角に変電所を新設する。現在 TANESCOが交渉中の用地30m×30mに設備容量 15MVA×1 台の配電用変電所を建設する。引込用の送電線33kV 1 回線をUbungo S/S及びIlala S/S 間の送電線よりT分岐して接続する。11kVフィーダーの数は2 回線とする。

②④ Kitunda S/S 33/11kV (新設) 2000

Kitunda 地区は近くにザンビアへの送油管の通っている地域で主に一般住宅の多い所である。需要想定の結果に基づいて、配電用変電所 5MVA × 1 台を新設する。引込用の送電線33kV 1回線は新設されるYombo S/S と接続する。11kVフィーダーの数は2回線とする。

②⑤ Yombo S/S 132/33kV (新設) 2000

Yombo 地区には将来ガスタービン火力発電所を建設する計画や地域に公共の施設を建設する等の案があることと電力系統の外輸線を引くために重要な地点である。二次変電所としての設備容量は 45MVA×1 台である。132kV の送電線は3回線で各々 Factory Zone III Kurasini S/S 及び将来のMbagala S/S に接続する。33kVの送電線は3回線でKurasini S/S、Mbagala S/S 及びKitunda に接続する。

②⑥ Factory Zone III S/S 132kV開閉所 (増設) 2000

Yombo S/S の新設に関連してFactory Zone III S/Sには 132kV送電線の引出用開閉設備を増設する。

②⑦ Factory Zone II S/S 33/11kV (増設) 2000

Factory Zone II S/Sの既設々備は 33/11kVの変圧器 5MVA × 1 台である。需要想定の結果に基づいて、5MVA × 1 台を増設する。引込用の送電線33kV 1回線は Factory Zone III S/Sと接続している。既設の11kVフィーダーは4回線で増設用として2回線を建設する。

②⑧ Oyster Bay S/S 132/33kV (増設) 2000

Oyster Bay S/Sには系統の拡充計画に基づいて132/33kVの格上げを導入する。引込用の送電線 132kV 1回線をUbungo S/Sより引出し、最寄りの送電線鉄塔から地中ケーブルにて変電所に接続する。変圧器の設備容量は 45MVA×1 台を新設する。

②⑨ Ubungo S/S 132kV開閉所（増設）2000

Oyste Bay S/S の132kV 格上げ増設に関連して、Ubungo S/Sには 132kV送電線の引出用開閉所設備を増設する。

③⑩ Kariakoo S/S 33/11kV（増設）2002

Kariakoo S/Sの既設々備は 33/11kVの変圧器 15MVA×1台である。需要想定の結果に基づいて、15MVA ×1台を増設する。引込用の送電線33kV 1回線はIlala S/S に接続している。既設の11kVフィーダーの数は5回線で増設用として5回線を建設する。

③⑪ Kigamboni S/S 33/11kV（増設）2002

Kigamboni S/S の既設々備は33/11kV の変圧器 5 MVA×2台である。しかし需要想定の結果から 5 MVA×1台の増設が必要である。

③⑫ Kurasini S/S 132/33kV（増設）2002

Kurasini S/Sには系統の拡充計画に基づいて、132/33kVへの格上げを導入する。引込用の送電線 132kV 1回線を新設されたYombo S/S と接続する。変圧器の設備容量は 45MVA×1台を新設する。

③⑬ Yombo S/S 132kV 開閉所（増設）2002

Kurasini S/Sの 132kV格上げ増設に関連して、Yombo S/S には 132kV送電線の引出用開閉所設備を増設する。

③⑭ Oyster Bay S/S 33/11kV（増設）2003

Oyster Bay S/Sの既設々備は132/33kVの変圧器 45MVA×1台と33/11kV の変圧器合計 25MVAがある。需要想定の結果に基づいて、15MVA ×1台を増設する。引込用の送電線132kV 1回線と33kV 2回線がある。既設の11kVフィーダーの数は5回線で増設用として3回線建設する。

③⑤ Mbezi S/S 33/11kV (増設) 1998

Mbezi S/S の既設々備は 33/11kVの変圧器 7.5MVA × 1台である。需要想定の結果に基づいて 15MVA× 1台を増設する。引込用の送電線33kV 2回線はUbungo S/Sの1号、2号線と接続している。既設のフィーダーは3回線で増設用として5回線を建設する。

③⑥ Mbezi S/S 132/33kV (新設) 2004

Mbezi S/S には系統の拡充計画に基づいて、132/33kVへの格上げを導入する。引込用の送電線 132kV 1回線を新設のZanzibar線からT分岐して接続する。変圧器の設備容量は 45MVA× 1台を新設する。

③⑦ Mikocheni S/S 33/11kV (増設) 2004

Mikocheni S/S の既設々備は 33/11kVの変圧器 15MVA× 2台である。需要想定の結果に基づいて、15MVA × 1台を増設する。引込用の送電線 33kV 2回線は各々Ubungo S/S及びOyster Bay S/Sに接続している。既設の11kVフィーダーの数は10回線で増設用として1回線を建設する。

③⑧ City Centre S/S 132kV格上げ (増設) 2004

City Centre S/S には系統拡充のために132/33kV変圧器 45MVA× 1台を増設し関連諸設備の改修を行う

③⑨ Ilala S/S 132kV格上げ開閉設備 (増設) 2004

City Centre S/S の格上げに関連して、Ilala S/S には 132kV送電線の引出用開閉設備を増設する。

④⑩ Upanga S/S (新設) 2004

Upanga地区には重要な需要家設備があり、需要想定の結果に基づいて、15MVA × 1台の変電所を新設し11kVフィーダ5回線を建設する。

④① City Center S/S 33kV開閉設備（増設）2004

City Center S/S の33kV開閉設備はUpanga S/Sの新設に関連して、33kV送電線の引出開閉設備が必要であり、関連諸設備を増設する。

④② Factory ZoneⅢ S/S 33/11kV（増設）2005

Factory ZoneⅢ S/Sの既設々備は132/33kVの変圧器 45MVA×1台と33/11kVの変圧器 15MVA×1台である。需要想定の結果に基づいて、15MVA×1台を増設する。引込用の送電線132kV 2回線はUbungo S/S及びYunbo S/Sと接続している。既設の11kVフィーダー数は5回線で増設用として5回線を建設する。

④③ Msasani S/S 33/11kV（増設）2006

Msasani S/S の既設々備は 33/11kVの変圧器 15MVA×1台である。需要想定の結果に基づいて、15MVA×1台を増設する。引込用の送電線 33kV 1回線はOyster Bay S/Sと接続している。既設の11kVフィーダーは4回線で増設用として2回線を建設する。

④④ Mbagala S/S 132/33kV（新設）2006

Mbagala S/S の 132kV格上げは系統拡充計画に基づいて実施される。既設々備は 33/11kVの変圧器 15MVA×1台であり、格上げのために変圧器 45MVA×1台を増設する。引込用の送電線 33kV(11kV運用) 1回線はKurasini S/Sに接続されている。格上げ用送電線 1回線はYombo S/S に接続するため引出用開閉設備を増設する。

④⑤ Yombo S/S 132kV開閉所（増設）2006

Mbagala S/S の格上げに関連して、Yombo S/S には 132kV送電線の引出用開閉設備を増設する。

以上、ダルエスサラーム市の電力供給拡充計画に伴う変電所の新設及び増改良を2007年現在で配列した図をFig. 5. 4-6 に示す。

Table 5.4-13 A List of the Substations to be planned in the after 1994

No.	Year	Name of Substation	Voltage	Capacity (Newly/Expansion capacity)	Classification	Installed Capacity (MVA)	Total Capacity (MVA)	Remarks	
1	1994	Ilala	Secondary Substation	33/11 kV	45 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expansion	15 x 2 = 30	15 x 3 = 45	
2		Ilala	ditto	132/33 kV	135 MVA (45 MVA x 1 Ex.)	ditto	45 x 2 = 90	45 x 3 = 135	
3		Ubungo	Grid Substation	132 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	ditto	-	-	
4		Tandale	Distribution Substation	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	Newly Installation	-	15 x 1 = 15	
5		Chang'ombe	ditto	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	ditto	-	15 x 1 = 15	
6		Kurasini	ditto	33 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
7		Mbezi	ditto	33/11 kV	22.5 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expansion	7.5 x 1 = 7.5	7.5 x 1 + 15 = 22.5	
8		Oyster Bay	Distribution Substation	33/11 kV	25 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expand by Phase III	5 x 3 = 15	5 x 2 + 15 = 25	-5
9		Factory Zone I	ditto	33/11 kV	25 MVA (15 MVA x 1)	ditto	5 x 3 = 15	5 x 2 + 15 = 25	-5
10		Msasani	ditto	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	Construct by Phase III	-	15 x 1 = 15	
11		Sokoine	ditto	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	ditto	-	15 x 1 = 15	
12	1996	Kunduchi	Distribution Substation	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	Newly construct	-	15 x 1 = 15	
13		Factory Zone III	Secondary Substation	132/33 kV	90 MVA (45 MVA x 2)	Newly construct	-	45 x 2 = 90	
14		Ubungo	Grid Substation	132 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
15		Kariakoo	Distribution Substation	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	Newly construct	-	15 x 1 = 15	
16		Ilala	ditto	33 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
17		Mbagala	ditto	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	Newly construct	-	15 x 1 = 15	
18		Kurasini	ditto	33 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
19	Tabata	ditto	33/11 kV	5 MVA (5 MVA x 1)	Newly construct	-	5 x 1 = 5		
20	1998	Mikocheni	Distribution Substation	33/11 kV	30 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expansion	15 x 1 = 15	15 x 2 = 30	
21		Kigamboni	ditto	33/11 kV	10 MVA (5 MVA x 1 Ex.)	ditto	5 x 1 = 5	5 x 2 = 10	
22	2000	Temeke	Distribution Substation	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	Newly construct	-	15 x 1 = 15	
23		Mburahati	ditto	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	ditto	-	15 x 1 = 15	
24		Kitunda	ditto	33/11 kV	5 MVA (5 MVA x 1)	ditto	-	5 x 1 = 5	
25		Yombo	Secondary Substation	132/33 kV	45 MVA (45 MVA x 1)	ditto	-	45 x 1 = 45	
26		Factory Zone III	ditto	132 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
27		Factory Zone II	Distribution Substation	33/11 kV	10 MVA (5 MVA x 1 Ex.)	ditto	5 x 1 = 5	5 x 2 = 10	
28		Oyster Bay	Secondary Substation	132/33 kV	45 MVA (45 MVA x 1)	Newly construct	-	45 x 1 = 45	
29		Ubungo	Grid Substation	132 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
30	2002	Kariakoo	Distribution Substation	33/11 kV	30 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expansion	15 x 1 = 15	15 x 2 = 30	
31		Kigamboni	ditto	33/11 kV	15 MVA (5 MVA x 1 Ex.)	ditto	5 x 2 = 10	5 x 3 = 15	
32		Kurasini	Secondary Substation	132/33 kV	45 MVA (45 MVA x 1)	Newly construct	-	45 x 1 = 45	
33		Yombo	ditto	132 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
34	2003	Oyster Bay	Distribution Substation	33/11 kV	35 MVA (15 MVA x 1)	Expansion	5 x 2 + 15 x 1 = 25	5 x 1 + 15 x 2 = 35	-5
35	2004	Mbezi	Distribution Substation	33/11 kV	30 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expansion	7.5 x 1 + 15 x 1 = 22.5	15 x 2 = 30	-7.5
36		Mbezi	Secondary Substation	132/33 kV	45 MVA (45 MVA x 1)	Newly construct	-	45 x 1 = 45	
37		Mikocheni	Distribution Substation	33/11 kV	45 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expansion	15 x 2 = 30	15 x 3 + 5 = 45	
38		City Centre	Secondary Substation	132/33 kV	45 MVA (45 MVA x 1)	Newly construct	-	45 x 1 = 45	
39		Ilala	ditto	132 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
40		Upanga	Distribution Substation	33/11 kV	15 MVA (15 MVA x 1)	Newly construct	-	15 x 1 = 15	
41		City Centre	ditto	33 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	
42	2005	Factory Zone III	Distribution Substation	33/11 kV	30 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expansion	15 x 1 = 15	15 x 2 = 30	
43	2006	Msasani	Distribution Substation	33/11 kV	30 MVA (15 MVA x 1 Ex.)	Expansion	15 x 1 = 15	15 x 2 = 30	
44		Mbagala	Secondary Substation	132/33 kV	45 MVA (45 MVA x 1)	Newly construct	-	45 x 1 = 45	
45		Yombo	ditto	132 kV	Switchyard (1 bay Ex.)	Expansion	-	-	

LEGEND

TRANSMISSION LINES

EXISTING
 PROPOSED

KV
 33
 132
 220

DUPLICATE CONDUCTORS

ROADS
 WATER

SUBSTATIONS
 PROPOSED

EXISTING
 TANESCO • PRIVATE

33 / 11

132 / 33

132 / 33
 CONSTRUCT BY
 OTHERS

220 / 132 / 33
 MASTER PLAN

EXISTING SUBSTATIONS

1. CITY CENTRE

2. OYSTER BAY

3. FACT. ZONE I

4. MIKOCHENI

5. MBEZI

6. FACT. ZONE III

7. KURASINI

8. FACT. ZONE II

9. KIGAMBONI

10. WAZO HILL

○ BULK POWER SUBSTATION
 (132 / 33KV)

U : UPGRADING TO 132/33 KV S/S
 U : EXPANSION 33 / 11 KV S/S

PROPOSED SUBSTATIONS

- A. MSASANI
- B. SOKOINE
- C. KUNDUCHI
- D. MBURAHATI
- E. KARIAKOO
- F. CHANG'OMBE
- G. TABATA
- H. TEMEKE
- I. MBAGALA
- J. KITUNDA
- K. TANDALE
- L. YOMBO
- M. UPANGA

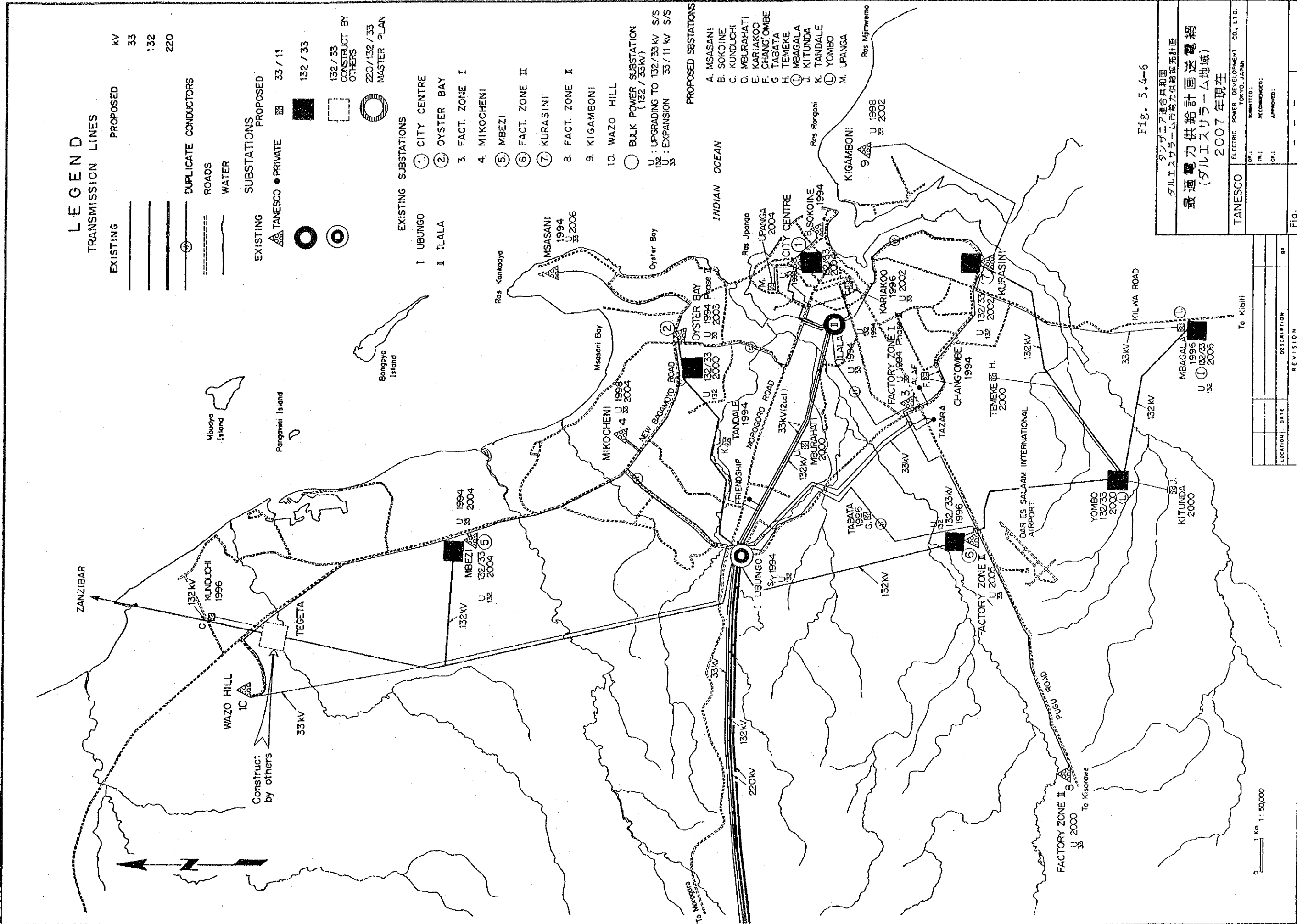


Fig. 5.4-6

タンザニア連合共和国
 ダルエスサラム市電力供給計画

最適電力供給計画送電網 (ダルエスサラム地域) 2007年現在

ELECTRIC POWER DEVELOPMENT CO., LTD.
 TOKYO, JAPAN

DR.:
 FR.:
 CR.:

SUBMITTED:
 RECOMMENDED:
 APPROVED:

TANESCO

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY

0 1 Km 1:50,000

5.5 最適配電計画（長期・短期）

(1) 長期・短期プランに於ける供給信頼度の策定

1) 電力流通設備の信頼度

配電線路の整備は過去4回にわたる日本の無償援助の結果、大幅に改善されてきたが、大部分はまだ老朽化の著しい設備であり、今後の需要増に対する供給余力の確保、信頼度向上、安全対策の推進など急務となってきている。

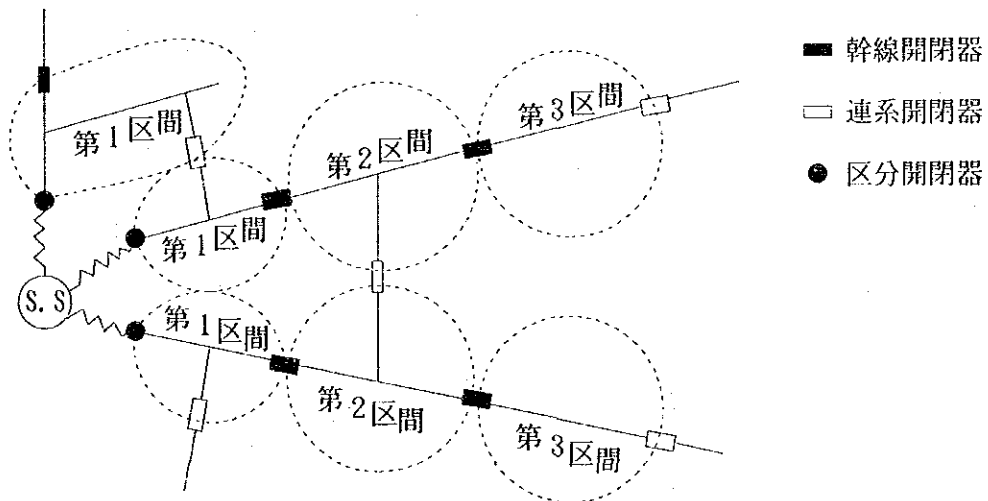
老朽設備の実態・現在までの配電設備の改修は、荒廃した設備の緊急対策としての性格などの経緯から、サービスレベル・信頼度などについては、いまだに目標が設定されていない現状にある。

今後における安定した電力供給設備の拡充改良のためには、長期・短期プラン策定の前提として、サービスレベル・信頼度などの、目標を設定し展開することとしたい。

(a) 11kV配電線の系統構成

系統構成は事故時における配電線の停電範囲の局限化を計るため、系統をいくつかの区間に区分し、それぞれの区間に連系を設ける。区間数、連系数は信頼度・経済性・系統管理・保守運用面より考慮し、3分割・3連系を標準とする。

連系構成の形態例



連系構成は重要需要家・重要施設などの供給Feederを優先に展開することとし、特に最重要官公庁の供給Feederについては自動開閉器（時限式事故捜査器方式）の採用も考慮したい。

(b) 供給信頼度基準設定及び検討

事故時の復旧目標時間を次表のとおりとする。

信頼度区分	最長停電時間
サービスランクA	60分
サービスランクB	90分
サービスランクC	150分
サービスランクD	180分

(注) サービスランクA：重要官公庁・重要施設
 サービスランクB：一般官公庁・工場団地
 サービスランクC：繁華街・商店街
 サービスランクD：上記以外の住宅街・その他

2) 11kV配電線計画

重負荷配電線・電圧降下過大配電線は、新設変電所および増強変電所のFeederに分割し、系統を切替することにより改修する。

また幹線区間の細線は、張替（太線化）するほか配電線構成は3分割・3連系を基本に開閉器を増設し、効果的な負荷融通および事故時の停電範囲の局限化による信頼度向上を図る。

なお配電線容量・電圧維持は下記を標準とする。

(a) 配電線容量

標準送電容量 常時 3,000kVA/cct

最大 4,000kVA/cct

を前提とし次表を標準とする。

	幹線容量
常時容量	200A
短時間容量	300A

(b) 電圧の維持

11kV配電線の電圧降下限度

11kV配電線の電圧降下限度は次表を標準とする。

	地域区分	電圧降下限度(V)
常時	A地域	500
	B地域	1,000
事故時	A地域	900
	B地域	1,900

(注) A地域：重要官公庁・重要施設

B地域：上記以外のその他地域

(c) 配電設備拡充概要

年度	Feeder 新設(cct)	架空線巨長(km)		開閉器 新設(個)	地中線 新設(km)	備考 (変電所新設・増強)
		新設	張替			
1994年	11	11	7	33	1.1	新設 2箇所 増強 2箇所
1996年	14	14	4	42	1.4	新設 4箇所
短期計 (5か年)	25	25	11	75	2.5	新設 6箇所 増強 2箇所
1998年	4	4		12	0.4	増強 2箇所
2000年	10	10		30	1.0	新設 3箇所 増強 1箇所
2002年	5	5		15	0.5	増強 2箇所
2003年	3	3		9	0.3	増強 1箇所
2004年	9	9		27	0.9	新設 1箇所 増強 2箇所
2005年	3	3		9	0.3	増強 1箇所
2006年	2	2		6	0.2	増強 1箇所
合計 15か年	61	61	11	183	6.1	新設 10箇所 増強 12箇所

(注) 算出根拠 架空線新設(巨長) 1km/cct
 架空線張替(巨長) 対象箇所
 開閉器新設 3個/cct
 地中線新設 0.1km/cct

① 変電所別内訳

年 度	変電所新設関連		バンク増設・増容量関連	
	変電所名	配電線計画	変電所名	配電線計画
1994年	Tandale 15MVA×1 Chang'ombe 15MVA×1	4 cct 新設 4 cct 新設	Ijala (15MVA×2) 15MVA×1 Mbezi (7.5MVA×1) 15MVA×1	1 cct 新設 2 cct バンク間入替 2 cct 新設
1996年	Kunduchi 15MVA×1 Kariakoo 15MVA×1 Mbagala 15MVA×1 Tabata 5MVA×1	4 cct 新設 4 cct 新設 4 cct 新設 2 cct 新設		
1998年			Mikocheni (15MVA×1) 15MVA×1 Kigamboni (5MVA×1) 5MVA×1	3 cct 新設 1 cct 新設
2000年	Temeke 15MVA×1 Mburahati 5MVA×1 Kitunda 5MVA×1	4 cct 新設 2 cct 新設 2 cct 新設	FZ II (5MVA×1) 5MVA×1	2 cct 新設
2002年			Kariakoo (15MVA×1) 15MVA×1 Kigamboni (5MVA×2) 5MVA×1	4 cct 新設 1 cct 新設
2004年	Upanga 15MVA×1	4 cct 新設	Mikocheni (15MVA×2) 15MVA×1 Mbezi (7.5MVA×1) 15MVA×1 7.5MVA×1を 15MVAに増容	3 cct 新設 2 cct 新設
2005年			FZ III (15MVA×1) 15MVA×1	3 cct 新設
2006年			Msasani (15MVA×1) 15MVA×1	2 cct 新設

3) 低圧配電線

需要家の電圧降下、電圧変動は、大容量変圧器による低圧供給エリアが広範囲となっていること。また、電線のサイズが細く、長亘長であることが、大きな要因となっている。

抜本的な対策としては、小容量変圧器採用による供給エリアの縮小、および電線太線化の計画的推進が急務である。

なお設備安全・人身安全などからも引込線にいたるまで全数絶縁化を指向した改修が必要である。

電圧降下限度

低圧配電線の電圧降下の限度は、次表を標準とし、かつ供給点での電圧は、電灯 231V±15V 低圧電力402V±40V を維持する。

種 別	電圧降下の限度(V)
電 灯	1 5
低圧電力	4 0

4) 保守・運用技術

老朽化した配電設備実態、また組織化された保守業務が行われているとは思えない現状から保守・運用全般にわたる取扱いの制度が必要である。

(a) 管理体制の確立

的確な保守業務の実施のため、管理体制・要員体制の整備を必要とする。併せて、応急措置にひきつづいた恒久的対策のための、資機材の確保、予算的な裏付けが必要である。

(b) 定期的な点検・巡視の実施

人身ならびに設備事故の未然防止のため、定期的な点検・巡視を制度化する。

種 別	対象地域	周 期	備 考
点 検	全地域	1年に1回	
巡 視	市街地	1年に1回	点検と交互に実施

(注) 上記周期によれば市街地は6ヵ月周期で点検・巡視いずれか実施。

(c) 電圧・電流の定期測定の実施

的確な電圧管理・配電線の稼働状況を把握するため、電圧・電流測定を定期的
に実施し、測定データを整備する。

(d) 11kV配電線路の相管理

線路の切替操作・不平衡負荷の調整など運用操作の容易と安全を確保するた
めの相管理図を整備する。

(e) 事故復旧体制の整備

事故時の迅速な復旧のため、事故処理業務の制度化が必要である。特に出勤用
の車輛、車載無線・携帯無線、工具、機材の整備は不可欠である。

(2) 配電設備の標準化

配電設備機器の規格については、英国規格はじめ最近における援助国である日本製
機器（日本規格）のほか現地生産機器（ノールウェイ規格）などいろいろな規格のも
のが使用されている。

長期的な設備拡充のためには、標準的な仕様の統一を図ることが課題となってきて
いる。

仕様の統一としては、今後も日本からの継続的な援助を展開するためには、日本規
格を標準に共通化を図ることが必要と考えられる。そのためには、現地生産品である
電線・ケーブル・変圧器などの仕様の共通化など問題点も多いが、メーカーを含めた
技術援助の検討が必要となろう。

1) 11kV配電線

樹木・つるなどの接触による停電事故防止、および設備安全上から対象箇所、配
電線新設・張替（太線化）は、絶縁電線を採用することとしたい。

適用種別 O E - A C S R 120mm²（幹線用）

 O E - A C S R 32mm²（小分岐）

2) 線路区分の開閉器

常閉・常開開閉器とも下記を適用する。

適用種別 気中開閉器 400A

3) 耐雷・耐塩対策

開閉器取付柱には総て避雷器を設置する。

碍子(10号A)は、耐塩碍子を採用する。

4) 絶縁電線採用の検討

11kV配電線(ACSR50mm²、100mm²裸アルミ線、一部25mm²裸硬銅線)については、大部分が劣化の著しい現状にある。これら実態からインセプションレポート(平成5年1月)および最適電力供給システム計画書(平成5年3月)でも事故防止の観点からも絶縁電線の採用が望ましいと指摘している。

長・短期プランにおける計画策定にあたっては、変電所新增設に伴うFeeder新設・太線化などに併せて必要箇所は逐次絶縁化を図っていくこととしたい。

(a) 絶縁電線採用に伴う問題点

他物接触などによるFeeder停電事故防止その他設備安全上からも絶縁化は是非とも必要と考えられるが、襲雷時下記の問題点を含んでいる。

配電線路近傍の樹木や建造物に、落雷した場合生じる誘導雷サージ電圧が、絶縁レベル(10号A)を超えると、絶縁破壊によるフラッシュオーバーから、配電線事故にいたるケースが出てくる。

i) 絶縁電線の断線

- ① ピン碍子にバインドされた絶縁電線が、雷サージにより絶縁破壊されると、フラッシュオーバー時に大きな雷電流が流れるが、時間が非常に短いため、絶縁被覆にピンホールがあくが、断線には至らない。
- ② 上記①の時に雷通過電流により配電線路と大地が地絡し、地絡電流が流れるが、電流が小さいため断線に至ることは少なく、短時間で絶縁を回復するが多い。
- ③ 上記①のフラッシュオーバーが、二相以上で同時に発生すると、②の時点で続流が流れ、変電所でリレーが動作するまで継続する。

裸線の場合はこの時点で電流の流入・流出点が移動するため、断線に至るまでの間に変電所のリレーで遮断され保護されるケースが多い。絶縁電線では電流の流入、流出点が、ピンホールの一つ所に固定されるため変電所リレー動作前に、アーク熱により断線に至ることが多い。

上記電線の雷害事故発生メカニズムから、問題点として裸電線に比較し、襲雷時の断線事故の増加など、デメリットも予想されるが、樹木・つるなどの接触による停電事故の防止、その他安全上のメリットが、大きいことを考慮して、絶縁電線の採用を考えたい。

なお放電クランプ取付による断線防止対策も考えられるが、開発に長時間がかかることも考えられるので、今後の検討課題としたい。

5.6 最適通信計画（長期・短期）

5.6.1 長期通信計画

計画地域であるダルエスサラーム市内の電力供給システムは Ilala 変電所を中心として合計10箇所の配電用変電所から構成されており、これに必要な通信設備も SCADA システムを中心にして構成されている。この SCADA システムは容量に余裕があるため、変電所の新增設には対応可能である。しかしながら、変電所の新設に伴い、現在の1回線のみでの給電保守電話では回線不足となることは明らかで、通信機器のデジタル化等により回線数を増やすことが必要である。また、Ilala 指令室の運転業務の高度化を図ると共に、Ilala、Ubungo 変電所の正確な需給電力量を把握するため、アナログ情報の取り込みや計測記録の自動化を行うことが重要であり、抜本的な SCADA システムの整備が必要である。

移動無線設備は新規送電線の保守用にサービスエリアの拡大が必要となるため、携帯無線機を増やすと共に周波数の新規割当や送信電力のアップ等を図る必要がある。

5.6.2 短期通信計画

短期的には、電力供給システムの拡充には既設の SCADA システムを生かし、シート等の増設やソフト改造で十分対応は可能である。また、これにあわせ予備シートの拡充を図り、設備保守の信頼度向上を図ることも大切である。

移動無線設備も基本システムは現状設備で対応は可能であるが、送電線保守の実態に合わせ携帯無線機を増やす必要がある。

5.7 最適保護計画（長期・短期）

(1) 長期保護計画

送電線・配電線及び変圧器の増設・更新時には、現状と同様な保護方式を採用していくこととする。以下に現在使用している保護方式を示す。

220kV 送電線	電力線搬送方式 主保護：短絡 距離継電器、地絡 電力方向継電器 後備保護：短絡 過電流継電器（3相） 地絡 地絡地電流継電器
132kV 送電線	主保護：短絡 距離継電器、地絡 電力方向継電器 後備保護：短絡 過電流継電器（3相） 地絡 地絡過電流継電器
33kV 送電線	過電流継電器（3相）、地絡過電流継電器
11kV 送電線	過電流継電器（2相）、地絡過電流継電器
変圧器	電圧 220kV/132kV 220kV 過電流継電器（3相）、132kV 過電流継電器（3相） 比率差動継電器（3相） 電圧 132kV/33kV 132kV 過電流継電器（3相）、33kV過電流継電器（3相） 比率差動継電器（3相） 電圧 33kV/11kV 容量 7.5MVA以上 11kV過電流継電器（3相）、11kV地絡過電流継電器 11kV回路地絡過電流継電器、比率差動継電器（3相） 電圧 33kV/11kV 容量 5MVA以下 11kV過電流継電器（2相）、11kV地絡過電流継電器 11kV回路地絡過電流、比率差動継電器

(2) 短期保護計画

上記の保護方式を採用していくこととする。

第6章

電力系統解析

第6章 電力系統解析

6.1 目的および計算条件	6 - 1
6.1.1 目的	6 - 1
6.1.2 系統計算の条件	6 - 1
6.2 解析結果	6 - 4
6.2.1 電力汐流計算	6 - 4
6.2.2 安定度計算	6 - 9
6.2.3 短絡電流計算	6 - 9
6.2.4 長期的な系統構成	6 - 10
6.2.5 系統計画上の留意事項	6 - 12

第6章 電力系統解析

6.1 目的および計算条件

6.1.1 目的

電力系統は需要の拡大に伴って、絶えずその設備の拡張と技術的な検討が必要である。本系統解析は TANESCO電力系統の向こう15年間、即ち2007年までの電力需要想定に対応した系統拡充計画（第5章に詳述）を時系列にとらえて、技術的な検討を行うものである。

検討の方法は電力汐流計算の実施によって、既存の電力系統（1993年時点）に潜在する系統上の問題点を摘出する。さらに中・長期的な系統拡充計画に対しては、電力の流通設備からみた供給の信頼性に重きを置いた検討を行う。ここで明らかになった問題点は最適な系統構成の立案のための指針として提言する。

6.1.2 系統計算の条件

電力系統計算に必要な種々の条件を以下の通りに設定する。

(1) 計算の対象年度

計算年度は以下の4断面とし、いずれも当該年の末とする。

1) 1993年

既存電力系統に潜在する問題点の摘出を行い、その改善策を検討する。

2) 1994年

送配網整備計画（Phase III）が1994年に実施されるので、このプロジェクトが完成した後の電力系統の改善効果を検証する。

3) 1997年

本マスタープランの検討期間15年のうち、至近5年間の最終年である1997年を対象とする。

4) 2002年

本マスタープランの検討期間15年のうちの10年目を対象とする。

5) 2007年

本マスタープランの最終年である2007年を対象とする。ここでは、電力需要規模に対応した長期的な目標となる系統構成を策定するための検討を行う。検討結果は今後推進される系統拡充計画の指針となる。

(2) 系統の範囲

計算の対象となる系統の範囲は 220kV、130kVおよび33kV系統とする。本マスタープランは Dar Es Salaam市の送配電網が検討の主要テーマであるが、Kilimanjaro 地域の 132kVおよびKidatu発電所以遠の 220kV系統も含めた全国系統を計算の範囲とする。これは Dar Es Salaam系統が KilimanjaroとKidatu系統の影響を大きく受けるためである。

(3) 計算内容およびチェック・ポイント

1) 電力汐流計算

- (a) 過負荷となる電力設備の有無、即ち送電線および変圧器の適正な運転状況。
- (b) 系統電圧を維持するための能力、即ち変圧器のTap による調整能力、発電機力率および無効電力の分布状況とそのバランス。
- (c) 需要分布と電力汐流分布からみた流通設備の供給信頼度が、予想される系統事故に対して保たれるかどうか。

2) 安定度計算

Ubungo-Kidatu-Kilimanjaro を結ぶループ系統を対象とした安定度計算を実施し、2007年頃の安定度を検証する。

3) 短絡電流計算

2007年頃の系統構成を対象とした3相短絡電流を求め、機器設計に資する。

(4) 電力設備の運転条件

系統電圧の維持能力を検証するに当たっては、電力設備の運転条件を以下の通りに設定する。

系統の維持電圧 : 95~105 %

発電機の運転電圧 : 100 ± 5 %

発電機の運転力率 : 0.80以上

変圧器のタップ比 : 1.00±0.1

負荷力率 : 0.95

負荷時刻 : ピーク時

上記の電圧を維持するために、電圧補償用のStatic condenser(S.C)およびShunt reactor(Sh.R)を適正な変電所に設置する。

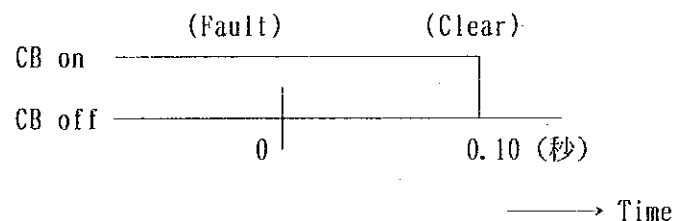
(5) Ubungo発電所の運転条件

Dar Es Salaam 系統の電圧維持能力について検討する場合、Ubungo発電所を運転しているか否かは重要な条件となる。これは同発電所の運転によってある程度の有効電力と無効電力が供給されると、Kidatu - Ubungo 間の電力汐流は減少しそれによってこの間の電圧降下が低減されるからである。

本検討では電圧維持のための計算条件をより厳しくするために、Ubungo発電所はその出力を需給バランス上からの必要量に限りて運転する。

(6) 安定度計算

220kV 基幹系統を対象とした安定度計算においては、系統外乱として3相地絡事故(3 ϕ G-Fault)を適用し、その後の発電機の動揺を検証した。この場合、故障抵抗を零とした事故送電線の高速再閉路は行わない。送電線に適用する事故シーケンスは下図の通りである。事故除去時間は保護リレーが正常に動作するものとして0.10秒とした。



(7) 短絡電流計算

短絡電流の計算は、既設および現在計画されている主要な発電所を含め、全発電機が運転されているものとした。Ubungo発電所については、既設および現在の計画電源の他に将来の余裕を考慮して、合計出力 150MW (容量180MVA相当) を仮定した。発電機の定数は過渡リアクタンス(X_d')を使用した。

(8) 送電線の容量

送電線の過負荷状況をチェックするために220kV、132kV および33kV送電線の許容電流(A) と送電容量 (MW) をTable 6-1に示す値に設定する。

Table 6-1 許容電流と送電容量

電線の種類 (mm ²)	許容電流*1 (A)	送電容量(MW)*2		
		33kV	132kV	220kV
Rabit (53)	223.2	12	—	—
Dog (105)	345.6	19	75	—
Wolf (158)	453.0	25	98	—
Bison (381)	771.9	42	168	279
Blue Jay (564)	983.8	—	—	356
ACSR 120	383.6	21	—	—
ACSR 240	605.7	—	—	219

(Note)

*1: 周囲温度40℃、電線温度90℃、風速0.5m/sの条件で算定した。詳細は Table 5.3.1(1)を参照。

*2: 送電容量(P) の算定は次式による

$$P = \sqrt{3} V I \cos \theta \quad (\text{MW})$$

V : 送電々圧 (kV)

I : 導体の許容電流 (kA)

cos θ : 電力夕流の力率 (平均値0.95)

6.2 解析結果

6.2.1 電力夕流計算

(1) 系統特性の推移の概要

電力夕流計算によって得られたDar Es Salaam 系統の特性の推移をTable 6-2に示す。同表では電圧維持に影響を及ぼす無効電力バランス、送電損失率および重夕流設備について記した。

1) 無効電力設備

1993年にUbungo発電所と Ilala変電所に各々設置された 18.3MVAの S.Cの運転によってDar Es Salaam 系統の電圧レベルが改善 (母線電圧の上昇) される。1997年までにはMorogoro - Ubungo 220kV 送電線の2回線化およびSingida - Arusha 220kV送電線の完成により全国系統は220kV と132kV 送電線でループ化

される。これらの計画が完成すると系統の電圧改善はさらに進むことになる。

1997年にはUbungoの発電機および220kVと132kV系統からの供給により無効力の需給バランスは維持され、S.Cの運転は一時的に必要ななくなる。2002年頃までには現在のS.C(18.3MVA×2 sets)とUbungoの発電機からの供給により系統の母線電圧は正常なレベルに維持される。

2007年頃にはUbungo発電所を運転しても20MVA程度のS.Cの増設が必要となる。これはDar Es Salaam系統に起因するものではなく、Ubungo以遠の220kV送電線の重汐流によってUbungoの220kV母線電圧が大巾に低下するためである。

2) 送電損失率

Dar Es Salaam系統の送電損失率は2%以下で推移する。1997年以降の損失率は1994年以前に比べ大きく低下する。長期的に損失率が低いレベルで維持されるのは132kV、33kV送電線および変電所の増設により、偏った電力汐流が均等化されるためである。

一方、全国系統の送電損失率は1993、1994年の6.50%、6.28%に対し1997年にはこれらの1/2以下の2.90%まで低下する。この損失率の低下はSingida - Arusha 220kV送電線の完成により、電力汐流の分布が改善されるためである。2007年には7.04%へと増加するが、これはKidatu - Ubungo 220kV送電線の重汐流に起因している。

ここで述べた送電損失率には11kV配電線およびDar Es Salaam市以外の33kV送電線の損失は含まれていない。

3) 送電線および変圧器の電力汐流

Ubungo - Ilala 132kV送電線とIlala 132/33kV変圧器は現在(1993年)重汐流である。これらの設備に対しては至近年に増設が必要である。

(2) 1993年の系統 (Fig. 6-1参照)

1993年の電力汐流計算ではUbungo発電所を停止しKidatu発電所をほぼ定格出力で運転した。無効電力バランスにおいて、供給力は220kVと132kV系統からの受電が36MVar、S.Cから36MVarで合計72MVarとなる。一方、消費は需要が47MVar、損失が25MVarである。

配電用変圧器(33/11kV)の2次電圧は、これらの無効電力の供給と変圧器Tapの

調整によっていずれも 100%以上に維持される。

重汐流となる設備はUbungo - Ilala 132kV送電線とIlala 132/33kV変圧器で、これらの電力汐流は77MWである。132kV 送電線の容量は98MW、変圧器の容量は90MVA (45MVA × 2台) であることから、この送電線が停止または変圧器が1台停止した場合はいずれも大規模な停電 (35~40MW相当の需要) を伴うことになる。このため 132kV 送電線と132/33kV変圧器の増設が至近年に必要である。

33kV送電線には重汐流となる区間はない。

(3) 1994年の系統 (Fig. 6-2参照)

1994年の電力需給バランスではUbungo発電所を運転しなければ供給力不足となるので、これを31MWの出力で運転した。無効電力バランスにおいて、供給力は220kV と132kV からの受電が31MVar、S.C から36MVar、Ubungo発電機から2MVarで合計69MVarとなる。一方、消費は需要が49MVar、損失が20MVarである。

Ubungo - Ilala 132kV送電線とIlala 132/33kV変圧器については、1993年の系統と同様に重汐流であることに変わりはなく、供給信頼度の問題が潜在する。33kV送電線には重汐流となる区間はない。

(4) 1997年の系統 (Fig. 6-3参照)

1997年の電力需給バランスでは、Ubungo発電所を運転しなければ供給力が不足するので、これを50MWの出力で運転した。無効電力バランスにおいて、供給力は220kV と132kV系統からの受電が68MVar、Ubungo発電機から7MVarで合計75MVarとなる。この場合、S.C の運転は必要ない。一方消費は需要が59MVar、損失が16MVarである。

この年までにUbungo - Ilala 132kV送電線とIlala 132/33kV変圧器が増設されることになっているので、1993年以降の系統に潜在する重汐流の問題は解消される。さらにSingida - Arusha 220kV送電線が1995年に完成することになっているが、完成後は全国系統が220kV - 132kV 系統でループ化される。

この結果、従来はMorogoroを経由して送電されていたKilimanjaro 地方向けの電力がSingida 経由に変わるので、Ubungoの220kV 母線電圧の低下が抑制されDar Es Salaam系統の電圧維持が容易になる。このため同系統に必要な無効電力は220kV と

132kV 系統およびUbungo発電機からの供給で賄うことができる。33kV送電線には重
汐流となる区間は生じない。

(5) 2002年の系統 (Fig. 6 -4参照)

Ubungo発電所は1997年と同様にその出力を50MWで運転した。無効電力バランス
において供給力は系統からの受電が49MVar、S.C から36MVar、Ubungo発電機から
9 MVarの合計94MVarである。一方消費は需要が77MVarで損失が17MVarとなってい
いる。

この年までにDar Es Salaam 系統の132kV 送電線が広範囲に拡張されることに
より、以下の効果がもたらされる。

- 電力汐流分布の均等化による送電損失の低下
- 送電容量に余裕が生じ、設備面からみた供給信頼度の向上
- 電圧降下が低減され、電圧維持が容易

(6) 2007年の系統 (Fig. 6 -5参照)

2007年の電力需給バランス上からは、Ubungo発電所の停止は可能であるが、
Ubungo発電所を停止して供給力をKidatuおよびその他の水力電源だけに頼ると、
Dar Es Salaam 系統の電圧を適正なレベルに維持することが困難となる。このた
めUbungo発電所を55MWの出力で運転した。

220kV と 132kV系統からの無効電力の供給は、20MVarに減少し多くを期待でき
ない。これはKidatu-Ubungo 220kV送電線の重汐流によって無効電力の損失が増
加するためである。無効電力の不足分を補うために、20MVA 程度のS.C の増設が
必要となる。本計算ではUbungoとCity Centre に各々10MVA のS.C を追加した。

Table 6-2 Transition of Characteristics of Dar Es Salaam System

Year	1993	1994	1997	2002	2007
1. Power demand (MW)					
Whole country	329.8	348.5	413.8	543.6	708.5
Dar Es Salaam	142.1	150.2	179.3	236.0	307.6
2. Reactive power balance					
(1) Supply (MVar)					
Required S.C.	36	36	0	36	93
Line capacitor	36	31	68	49	20
Output of Ubungo Ge	0	2	7	9	24
(2) Consumption (MVar)					
Demand	47	49	59	77	101
Losses	25	20	16	17	36
3. Transmission losses					
(1) Dar Es Salaam system					
Losses (MW)	2.6	2.7	2.6	3.0	4.7
Loss rate (%)	1.80	1.77	1.43	1.26	1.50
(2) Whole network					
Losses (MW)	23.2	23.6	12.5	23.1	54.3
Loss rate (%)	6.50	6.28	2.90	4.03	7.04
Output of Ubungo Ge (MW)	0	31	50	50	55
4. Heavy load facilities (MW)					
Ubyngo-Ilala Line (98 MW/cct)	76.5	68.3	95.1 (2 cct)	65.9 (2 cct)	85.8 (2 cct)
Ilala 132/33 kV Tr. (90 MVA/2 banks)	75.7	67.8	94.5 (3 banks)	65.7 (3 banks)	56.5 (3 banks)
Ubungo 220/132 kV Tr. (300 MVA/2 banks)	155.7	141.9	119.8	184.9	260.9
Ref. Power flow diagram	Fig. 6-1	Fig. 6-2	Fig. 6-3	Fig. 6-4	Fig. 6-5

6.2.2 安定度計算

安定度計算結果を発電機動揺曲線と母線の電圧変動曲線でFig. 6-6からFig. 6-9に示す。事故モードはKidatu-Morogoro 220kV送電線のKidatu至近端に外乱(3 ϕ G-Fault)を与えた後、同送電線2回線のうちの1回線をしゃ断する方法である。

(1) 2007年の系統

Fig. 6-6は事故後の発電機動揺曲線を示す。いずれの発電機も事故除去後、2～3秒で動揺はおさまり、安定な運転が維持される。Fig. 6-7は事故除去後のUbungo、MorogoroおよびKidatuの220kV母線の電圧変動曲線を示す。MorogoroとUbungoの電圧低下が大きく、特にUbungoは事故前に比べて10%程度低下する。これは主要な電源がロード・センターから遠距離にあるためである。220kV2回線の1回線がしゃ断されると母線電圧を90%以上のレベルに維持することが困難である。

2007年頃の系統においては電圧低下の問題はあるが、発電機は安定運転が維持される。

(2) 2007年以降

Dar Es Salaamの電力需要は2007年に308MWと想定されている。この需要が100MW程度増加して400MW程度になった場合の安定度計算を行った。この需要規模では主要な水力発電所は全て定格出力で運転しなければならない。

Fig. 6-8はUbungoの発電機が事故除去後3.6秒で脱調したケースである。Ubungo以外の発電機は互いに同期を保っているが、その動揺は拡大の方向にある。Fig. 6-9は母線電圧の変化を示す。主要な水力電源から遠いUbungoおよびMorogoroの変動が大きい。

この結果、需要規模の拡大に伴ってKidatuとUbungo間の220kV送電線の拡張が必要となる。

6.2.3 短絡電流計算

2007年の系統における短絡電流計算結果をFig. 6-10に示す。Dar Es Salaam系統で短絡電流が大きい順に上位3変電所を以下に記す。

(a) 220kV 母線		
	Ubungo	2.1 kA (985 MVA)
(b) 132kV 母線		
	Ubungo	3.5 kA (790 MVA)
	Ilala	3.2 kA (736 MVA)
	Oyster bay	3.1 kA (706 MVA)
	FZ-III	3.1 kA (702 MVA)
(c) 33kV 母線		
	Ubungo	14.3 kA (816 MVA)
	Tabata	9.0 kA (513 MVA)
	Ilala	6.6 kA (380 MVA)
(d) 11kV 母線		
	Ubungo	25.2 kA (479 MVA)
	Ilala	10.9 kA (208 MVA)
	Mbezi	9.9 kA (189 MVA)

6.2.4 長期的な系統構成

(1) 系統構成の問題点

Dar Es Salaam の系統構成を供給信頼度の面からみると次の2つの問題点がある。

(a) Dar Es Salaam 市とZanzibarへ供給する電力の全てがUbungoの132kV 母線に集中している。この母線に集中する電力の規模は1994年に150MW、1997年に180MW、2007年には310MW に達する。これらの電力はTanzania全体の40%強である。

(b) Dar Es Salaam の系統増強は従来、Ubungo-Ilala 132kV送電線による供給ルートに沿ってなされてきた。この結果、同ルートの電力夕流はDar Es Salaam 市の需要の50%を越えている(1993年)。

この2点はUbungoとIlala変電所に電力の供給機能が集中していることを示している。両変電所のいずれかの母線またはUbungo-Ilala 132kV送電線が停止すると、Dar Es Salaam市への供給電力の全量または50%が失われることになる。このことは供給信頼度を著しく低下させていることになる。

(2) 対策方法

供給信頼度を向上させるための系統構成の改善策として以下の方法が考えられる。

- (a) Ubungo-Ilala 132kV送電線に代る別ルートでの132kV 送電線をUbungoから引出し、Ubungo-Ilalaルートの電力汐流の割合を低下させる。
- (b) UbungoとIlala変電所の132kV母線を二重化し、現在の単母線の事故停止による危険を避ける。
- (c) 220/132kV 変電所を新設し、Kidatu発電所からの電力をUbungoと新設変電所に2分する。

これらの改善策のうち優先して推進するのは、(a)の132kV 送電線の拡張である。

(b)はそれぞれの変電所内の改造工事であるから比較的容易に実施できるので、至近年から順次推進すべきである。(c)は一次系統(220kV系)の構成を改善することであるが、二次系統(132kV系)が未成熟な状態にあるので(a)の対策後にすべきである。

(3) 実施案

1) 系統構成

前述の対策方法(a)を実施案として以下に検討する。この方法は現在Ubungoから引出されている132kV 送電線の他に、需要分布に応じて2ルート引出す方法である。1ルートはUbungoから東方向のOyster Bay変電所へ、もう1ルートはUbungoから南方向のFactory ZoneⅢを経てKurashini変電所へ接続される。この長期対策案と至近年に予定されているDar Es Salaam系統の増設案とをFig. 6-11に示す。

2) 電力汐流

前述の対策案を実施した場合の電力汐流図を2007年の系統でFig. 6-12に示す。1993年の汐流図ではUbungo-Ilala 132kV送電線の汐流は76.5MW(1回線)で、この値はDar Es Salaam市(Zanzibarを除く)の需要の59%に相当する。2007年にはこの送電線の汐流は85.8MW(2回線)でその割合は33%、1回線当りの割合では16%である。他の2ルート、即ちUbungo-Oyster BayとUbungo-Factory ZoneⅢの汐流は各々37MW(14%)と54.6MW(21%)である。

この結果、電力潮流の分布は均等化され132kV 送電線の事故による広範囲の停電の危険性は少く、供給信頼度の改善が顕著に表れている。

Fig. 6-13はDar Es Salaam系統を132kV 送電線でループ化した場合の汐流図である。これによると、Oyster Bay-Ilala、Ilala-KurashiniおよびYombo-Mbagala 送電線の汐流はいずれも軽く、2007年頃にはこれらの送電線はまだ必要ではない。132kV 1回線でループ系統を構成するか、2回線で放射状系統を構成するかといった選択は2007年以降の需要規模とその分布、電源配置および一次系統(220kV系)の構成方法などを分析して総合的に検討すべきである。したがって、132kV送電線の増設はUbungo-Factory Zone III-KurashiniとUbungo-Oyster Bay ルートを優先すべきである。

3) 関連設備

長期的な系統構成の策定に当たっては、以下の関連設備を考慮すべきである。

- (a) Ilala - City center 132kV 送電線の増設が必要である。これはCity Centerへの電力供給がIlala 33kV系から行われているのを、132kV系からの供給に変更するためである。
- (b) Yombo - Mbagala 132kV 送電線は、Kurashini - Mbagala 33kV送電線が1996年に完成すると、当面必要ないので見直しが必要である。
- (c) Ubungo 220/132kV変圧器の汐流は2007年に 260MW (Ubungo 55MW 発電中)となり、ほぼ定格容量 300MVA に達する。このため220/132kV 変圧器の増設が必要であるが、これは前述の220/132kV 変電所の新設の考え方と併せた検討が必要である。

6.2.5 系統計画上の留意事項

Dar Es Salaam系統の増強計画に当たって、供給信頼度の向上を図るために留意すべき事項は以下のとおりである。

(a) Ubungoへの設備の集中を避ける

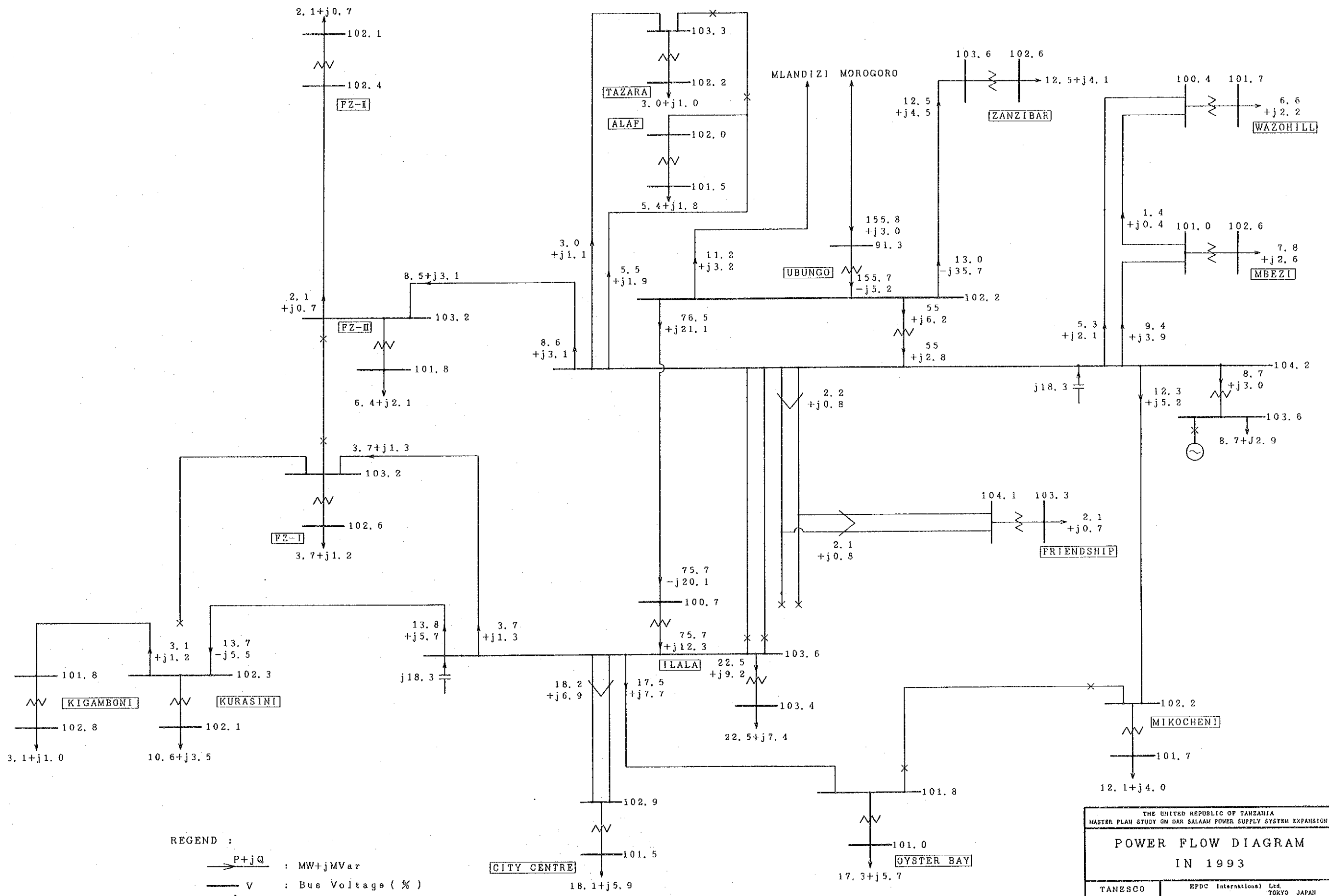
現在計画されているガス・タービン・プラントはUbungo地点とは反対方向のKurashini近傍に設置するのが汐流分布の点から有利である。

(b) Static condenserの分散配置

S.C.はUbungo変電所を除く他の変電所へ設置するのがよい。UbungoはZanjibar 132kV 送電線の充電容量と、今後設置される発電機によって無効電力の供給力が期待できるので、Ilalaを含む他の変電所への設置を検討すべきである。

(c) ガス・タービン発電機のコンデンサー運転

現在計画されているガス・タービン・プラントの仕様を、コンデンサー運転が可能な仕様にすべきである。この仕様によって発電機を無効電力供給だけの目的で運転することが可能となり、S.C の設置容量を低減させるだけでなく円滑な系統電圧の調整が期待できる。



REGEND :

- $P+jQ$: MW+jMVar
- V : Bus Voltage (%)
- : Transformer
- : Static Condenser

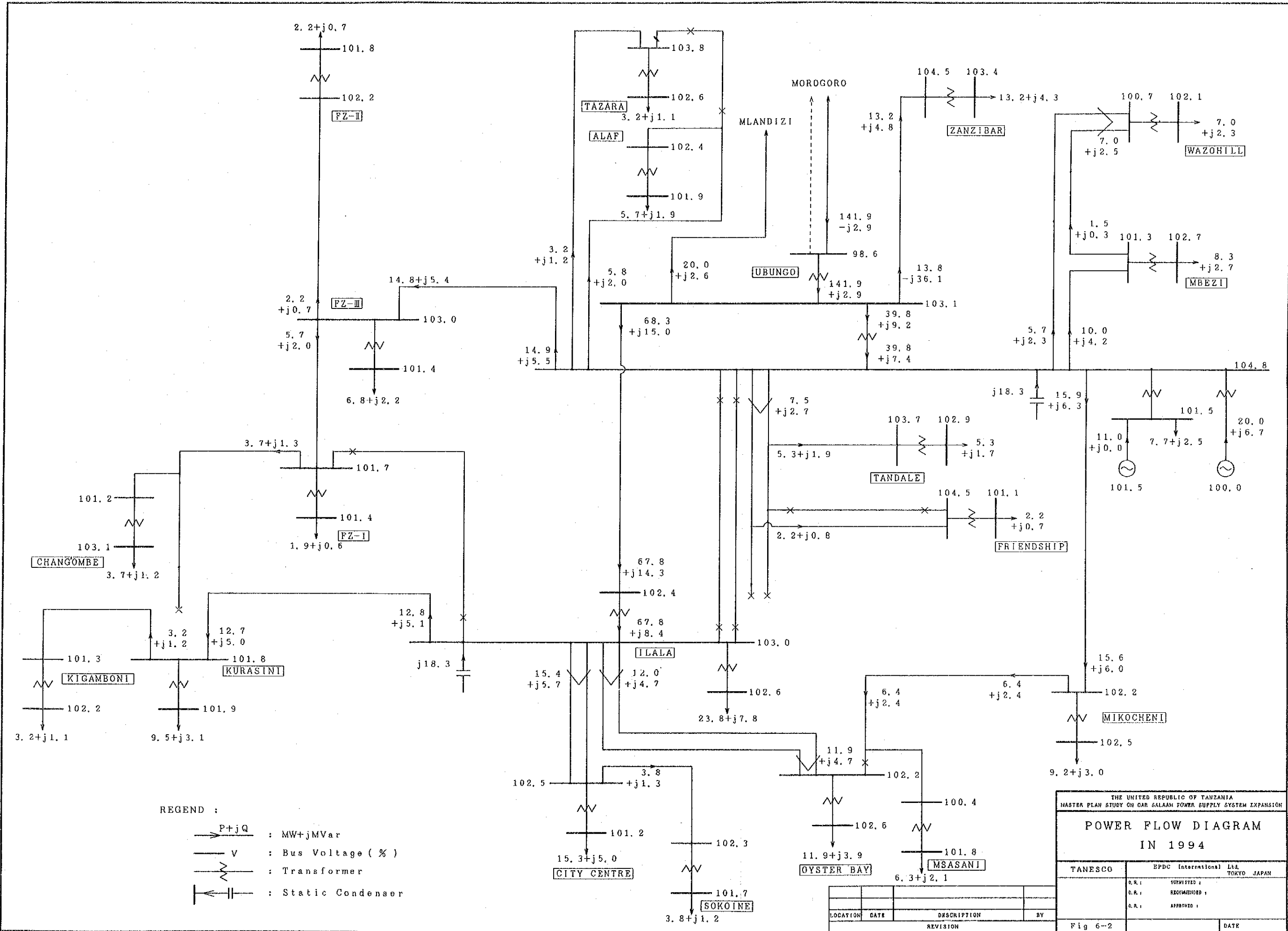
THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
 MASTER PLAN STUDY ON DAR SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION

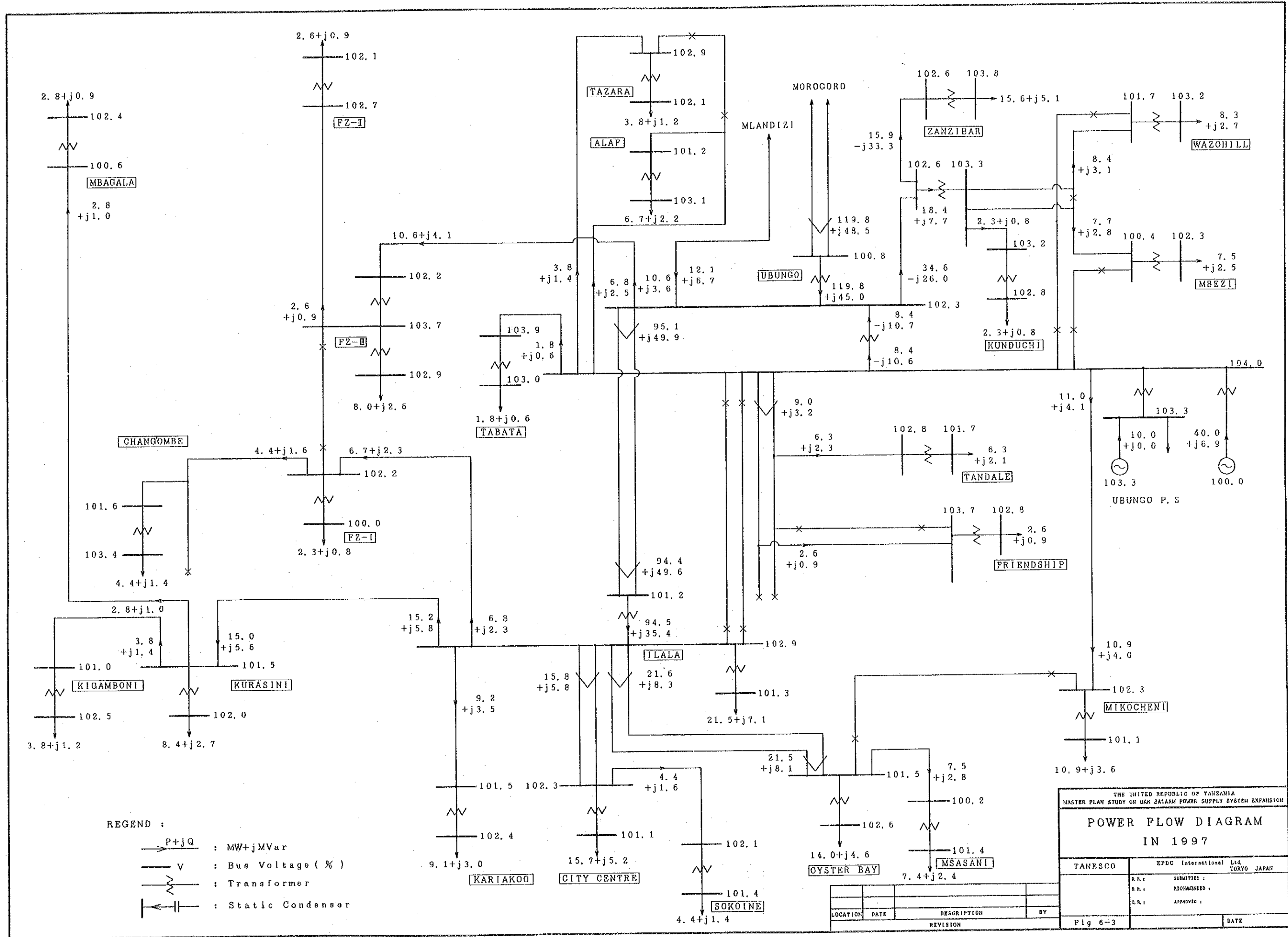
**POWER FLOW DIAGRAM
 IN 1993**

TANESCO	EPDC International Ltd. TOKYO JAPAN
O.R.:	SUBMITTED :
O.R.:	RECOMMENDED :
O.R.:	APPROVED :

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
		REVISION	

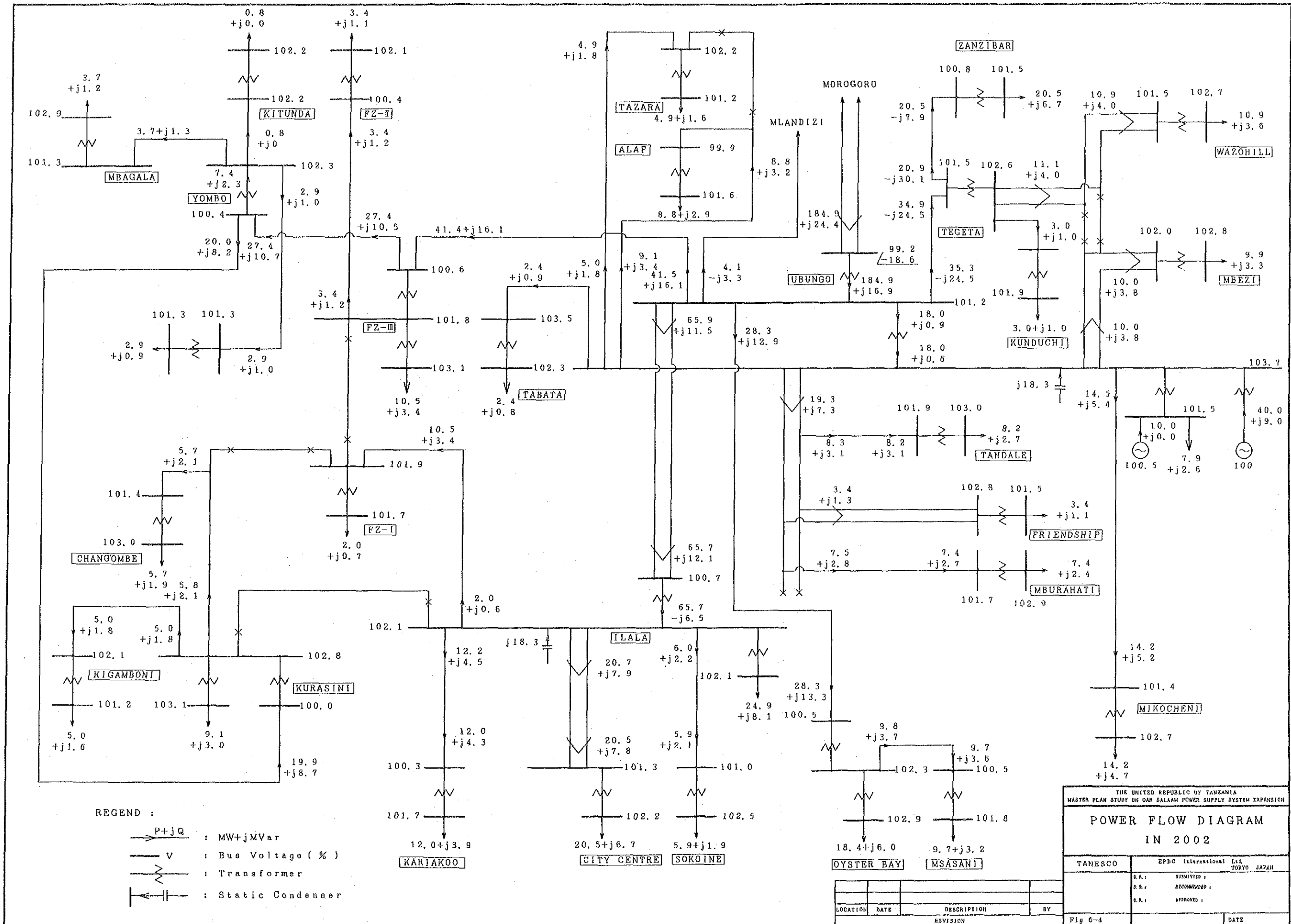
Fig 6-1 _____ DATE _____



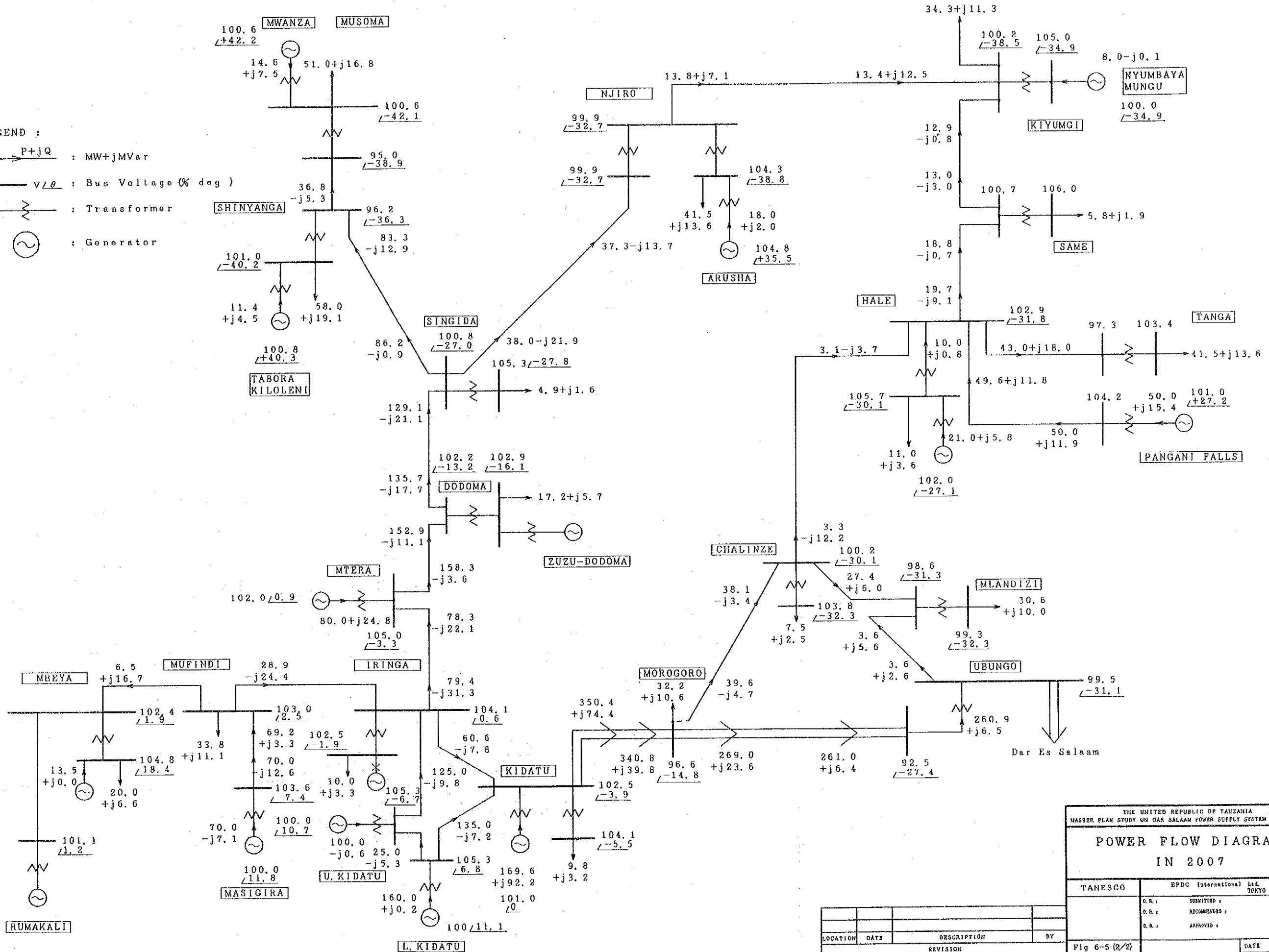
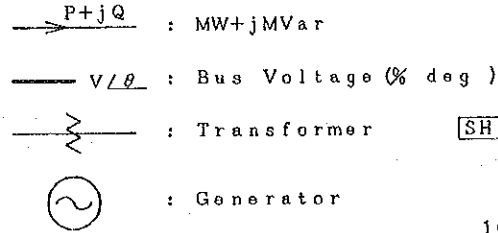


THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA MASTER PLAN STUDY ON OUR SALAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION	
POWER FLOW DIAGRAM IN 1997	
TANESCO	EPDC International Ltd. TOKYO JAPAN
D.R.:	SUBMITTED:
S.R.:	RECOMMENDED:
	APPROVED:
Fig 6-3	DATE

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY



REGEND :



THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA MASTER PLAN STUDY ON DAR SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION			
POWER FLOW DIAGRAM IN 2007			
TANESCO		EPDC (International) Ltd. TOKYO JAPAN	
D.R.:	SUBMITTED :		
D.R.:	RECOMMENDED :		
D.R.:	APPROVED :		
LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
		REVISION	
Fig 6-5 (2/2)			DATE

SWING CURVES

		CODE	TERM CASE	TYPE	MAX	MIN	INITIAL
5	5	* PF	ANG PANGANI	G	-29.14	-55.10	-29.14
4	4	+ MS	ANG MASIGILA	G	20.69	-0.72	15.32
3	3	△ LK	ANG L.KIHAN	G	18.03	4.12	14.11
2	2	⊖ UB	ANG UBUNGO	G	-33.01	-62.00	-33.01
1	1	⊞ KD	ANG KIDATU	G	0.00	0.00	0.00

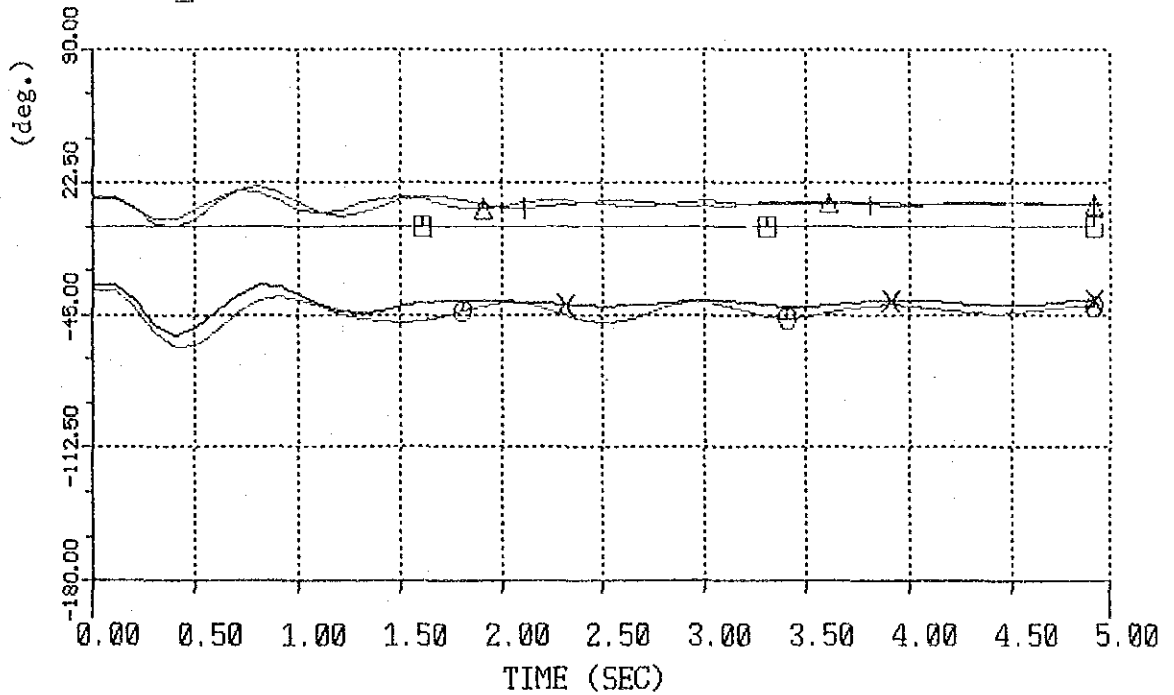


Fig. 6-6 Dynamic Stability Swing Curves, in 2007

(Kidatu - Morogoro 220 kV Line is fault, 1 circuit is opened)

BUS VOLTAGE

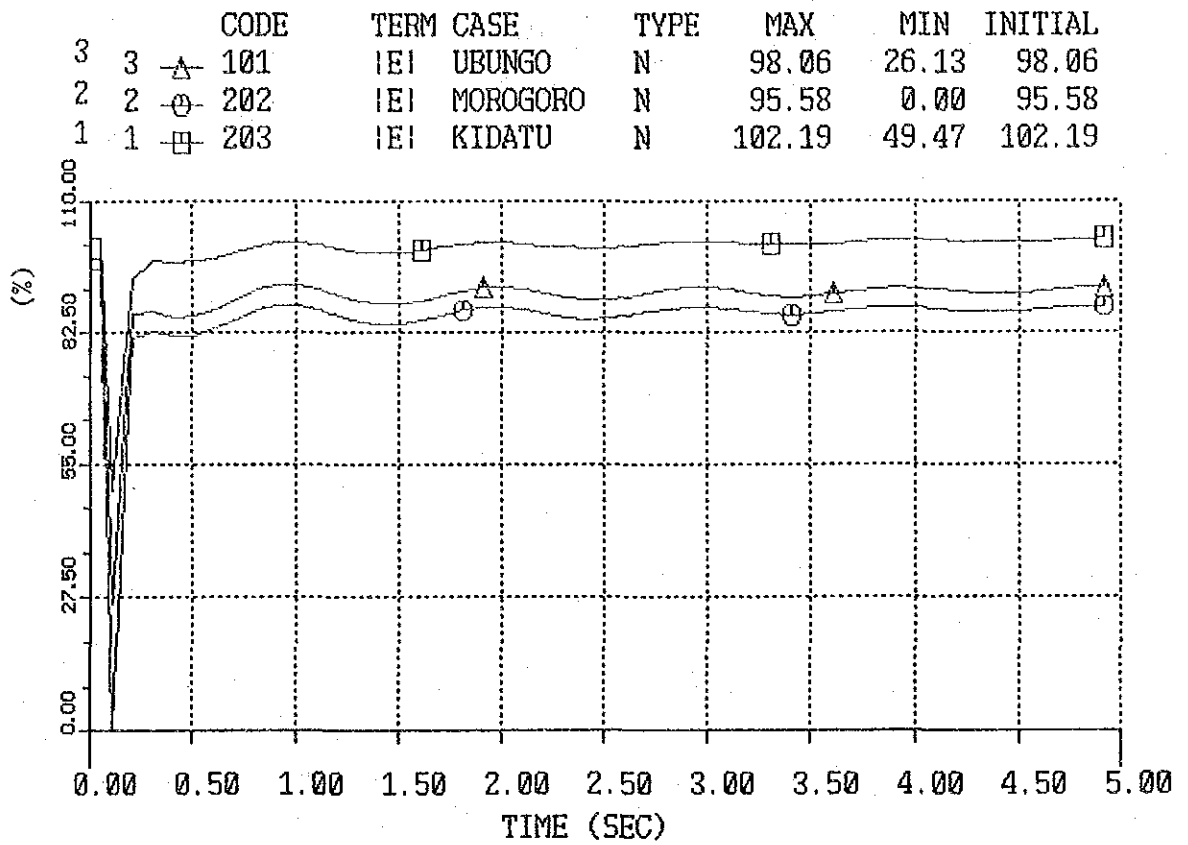


Fig. 6-7 Bus Voltage Fluctuation Curves, in 2007

(Kidatu - Morogoro 220 kV Line is fault,
1 circuit is opened)

SWING CURVES

		CODE	TERM CASE	TYPE	MAX	MIN	INITIAL
5	5	✕ PF	ANG PANGANI	G	-0.93	-94.22	-29.29
4	4	+ MS	ANG MASIGILA	G	55.89	-2.23	46.51
3	3	△ LK	ANG L.KIHAN	G	31.25	11.22	29.58
2	2	⊕ UB	ANG UBUNGO	G	26.59	-281.87	-58.96
1	1	⊖ KD	ANG KIDATU	G	0.00	-0.00	0.00

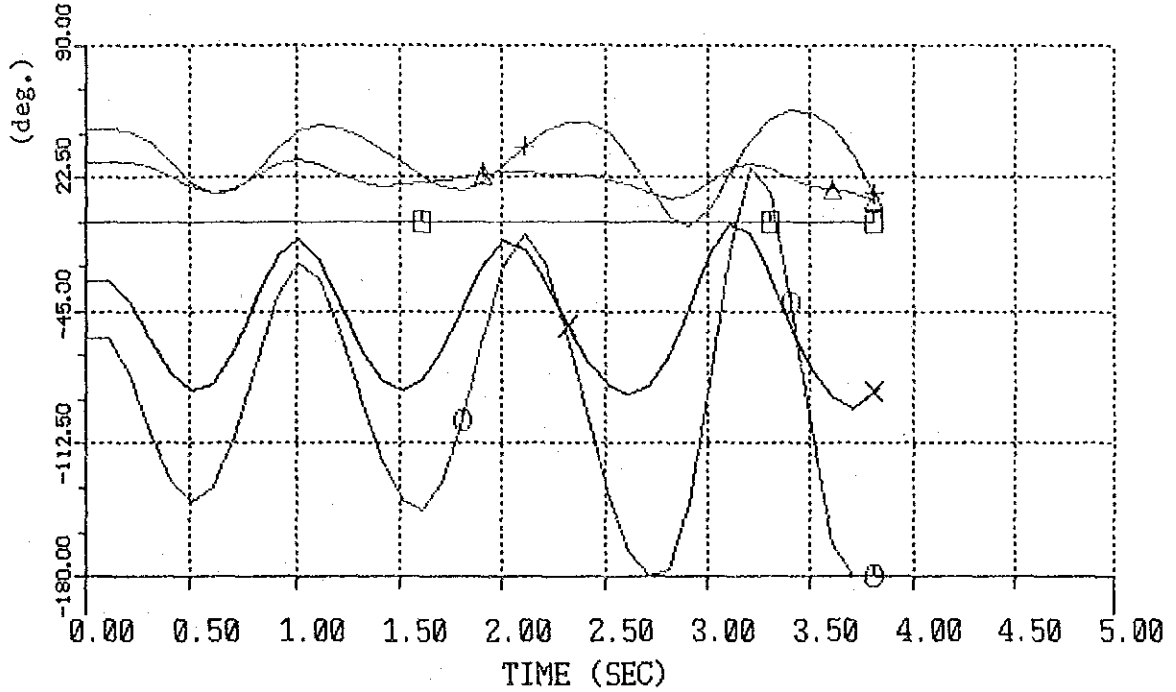


Fig. 6-8 Dynamic Stability Swing Curves, after 2007

(Kidatu - Morogoro 220 kV Line is fault,
1 circuit is opened)

BUS VOLTAGE

		CODE	TERM CASE	TYPE	MAX	MIN	INITIAL
3	3	△ 101	E UBUNGO	N	120.67	37.52	101.02
2	2	⊙ 202	E MOROGORO	N	108.66	15.56	91.90
1	1	⊠ 203	E KIDATU	N	116.20	0.00	98.28

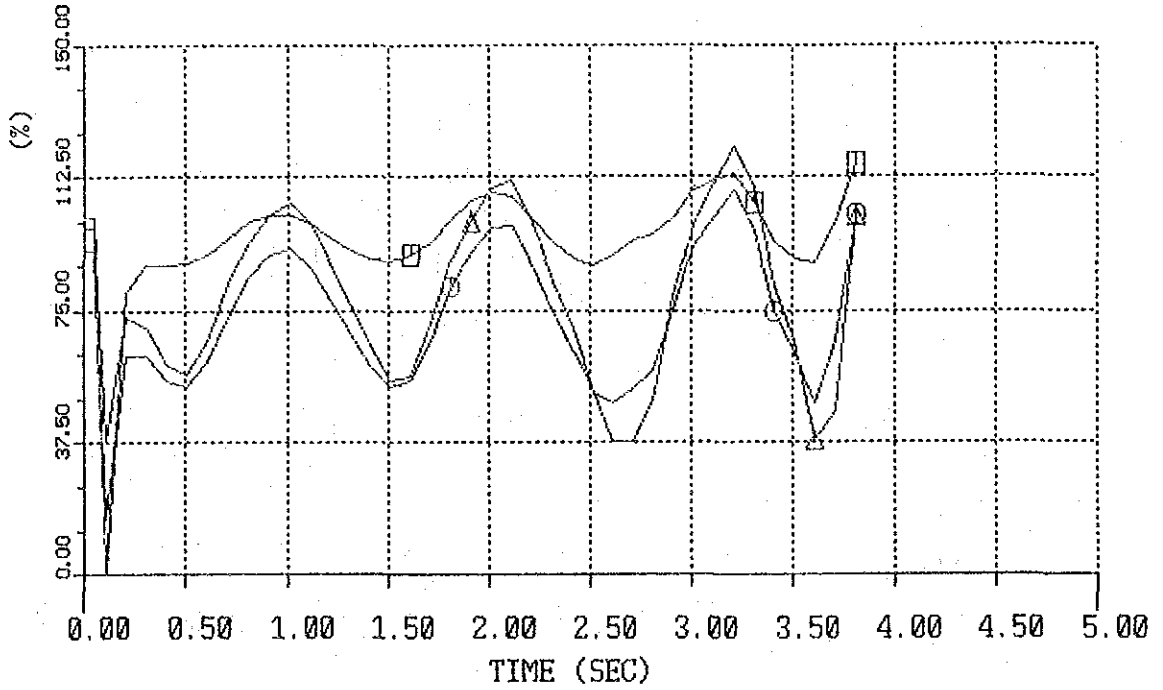
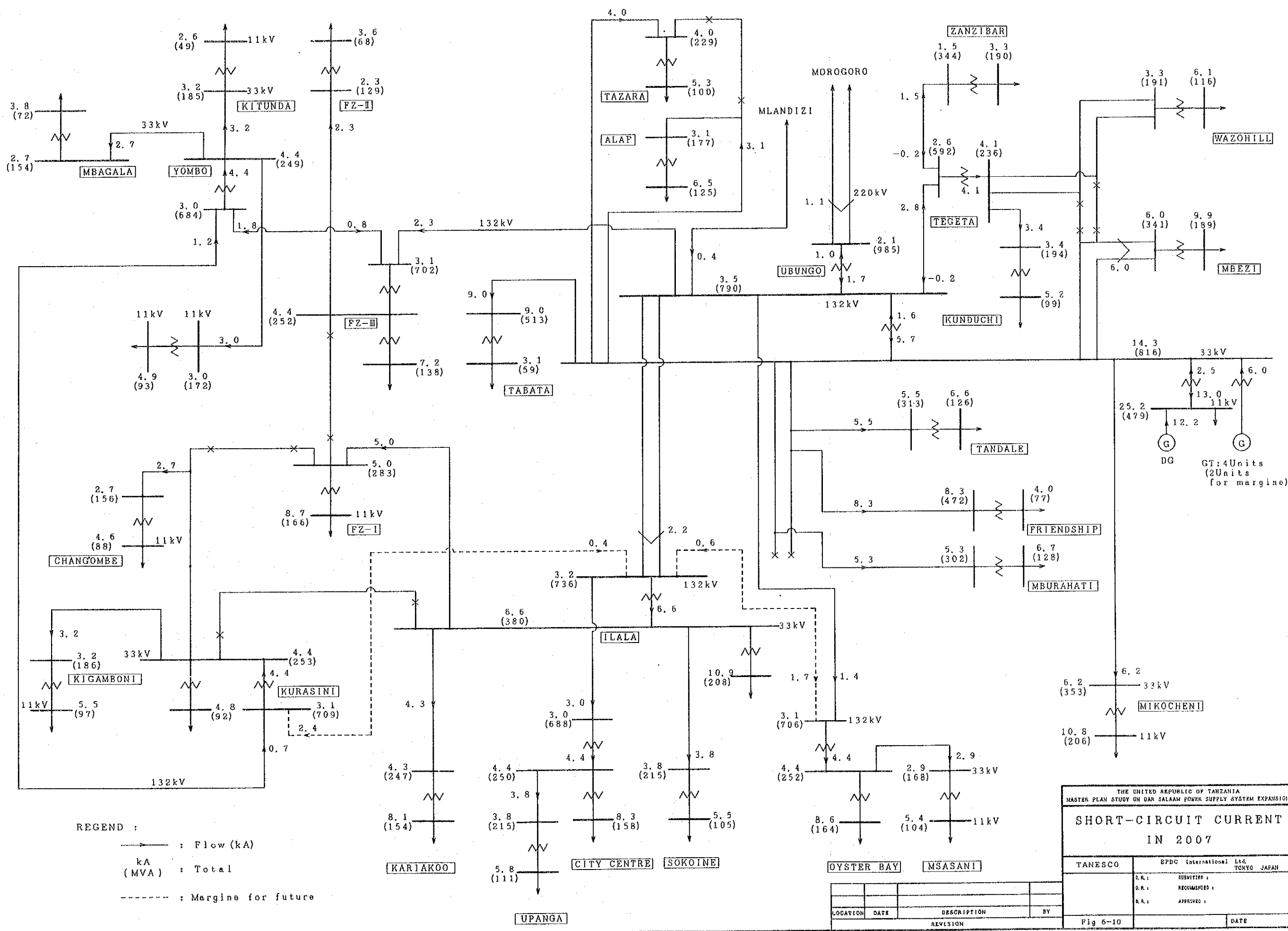


Fig. 6-9 Dynamic Stability Swing Curves, after 2007
 (Kidatu - Morogoro 220 kV Line is fault,
 1 circuit is opened)



REGEND :

→ : Flow (kA)

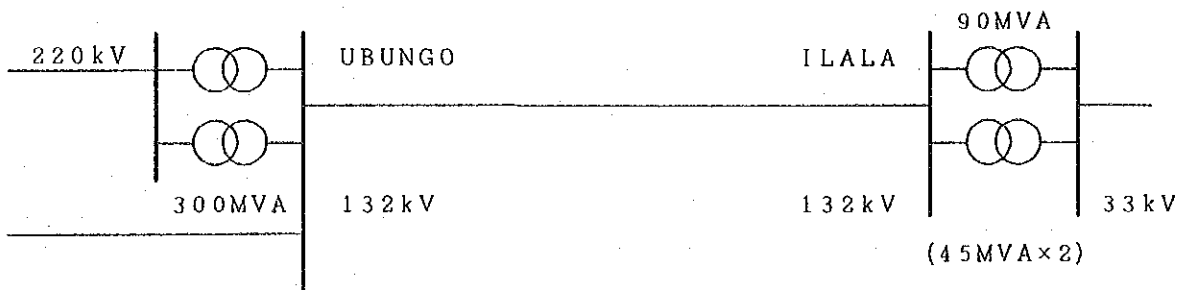
kA (MVA) : Total

----- : Margine for future

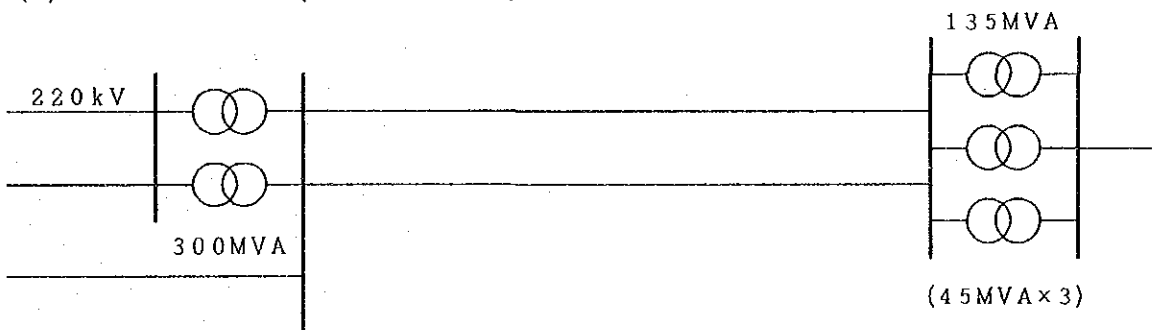
THE UNITED REPUBLIC OF TANZANIA
 MASTER PLAN STUDY ON DAR SALAAM POWER SUPPLY SYSTEM EXPANSION
**SHORT-CIRCUIT CURRENT
 IN 2007**

TANESCO	EPDC International Ltd. TOKYO JAPAN		
D.R.:	SUBMITTED :		
D.R.:	RECOMMENDED :		
D.R.:	APPROVED :		
LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			
Fig 6-10			DATE

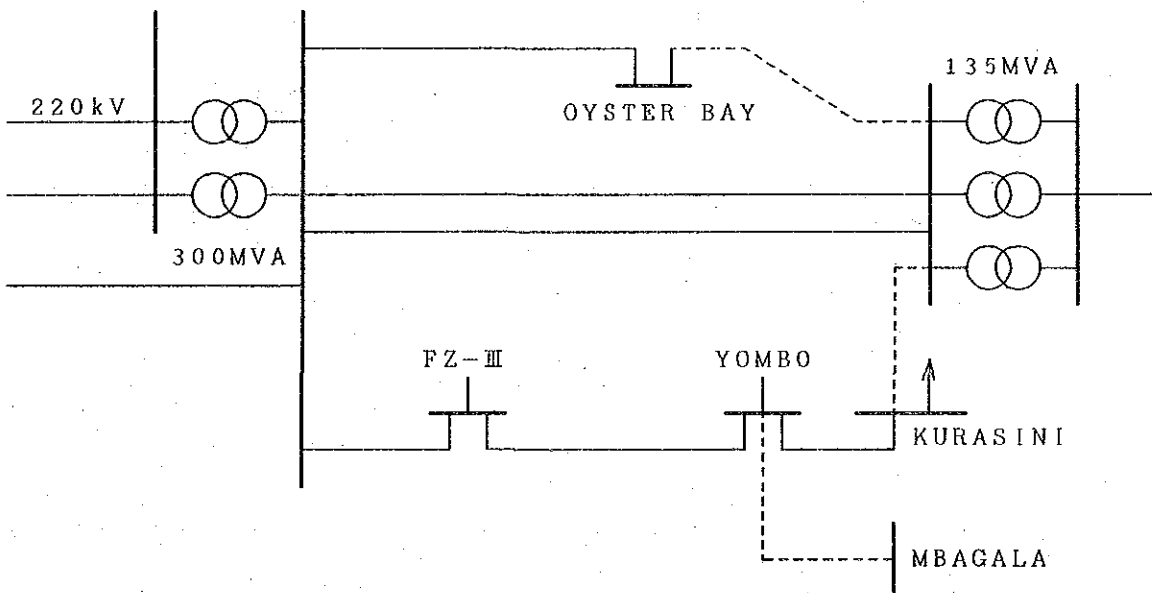
(A) EXISTING (1993)



(B) NEAR FUTURE (AFTER 1994)



(C) MEDIUM AND LONG-TERM (BEFORE 2007)



(-----: AFTER 2007)

Fig. 6-11 EXPANSION PROCESS OF 132kV LINES

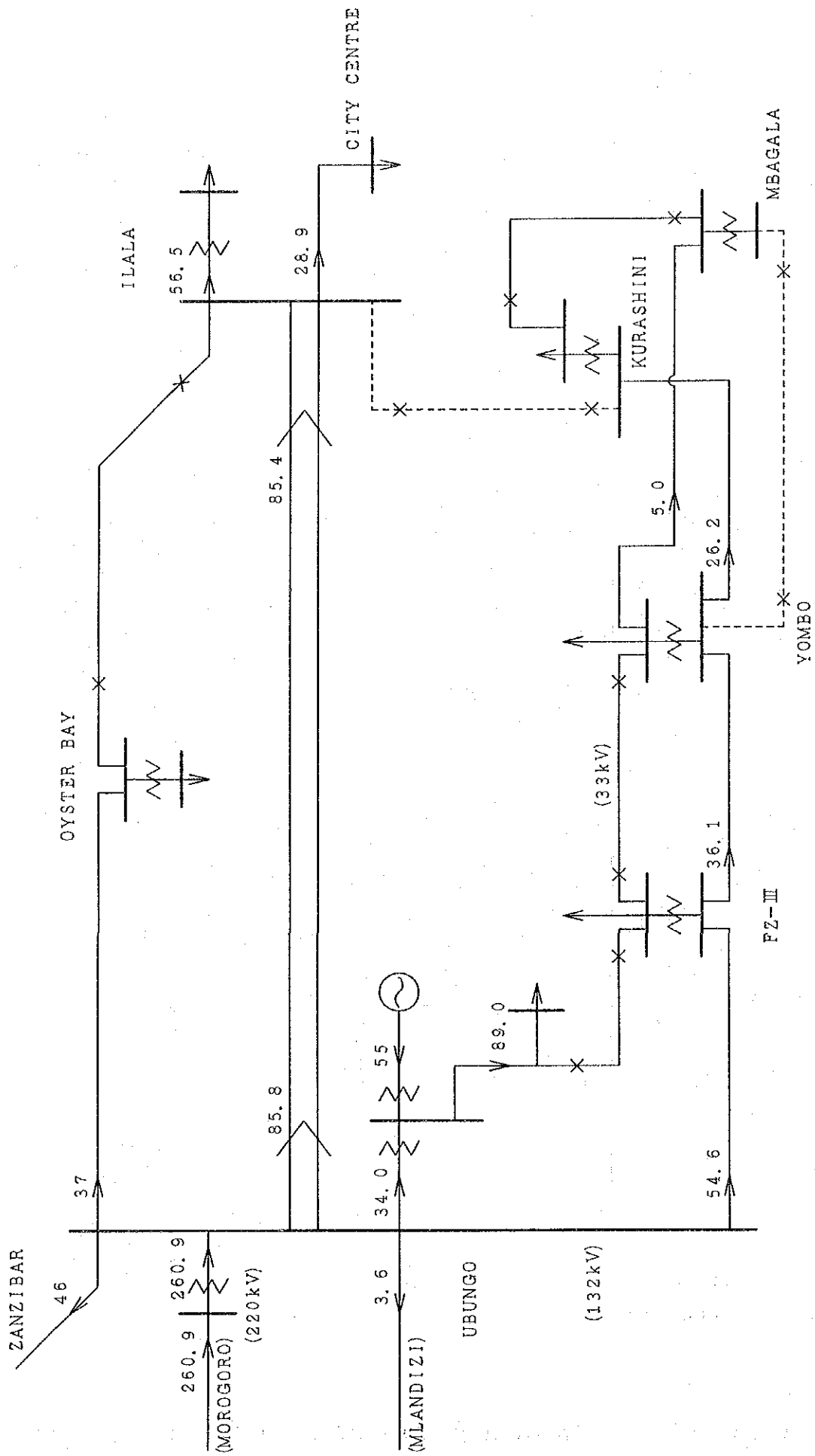


Fig. 6-12 POWER FLOW OF 132kV LINES IN 2007 (MW)

(-----:AFTER 2007)

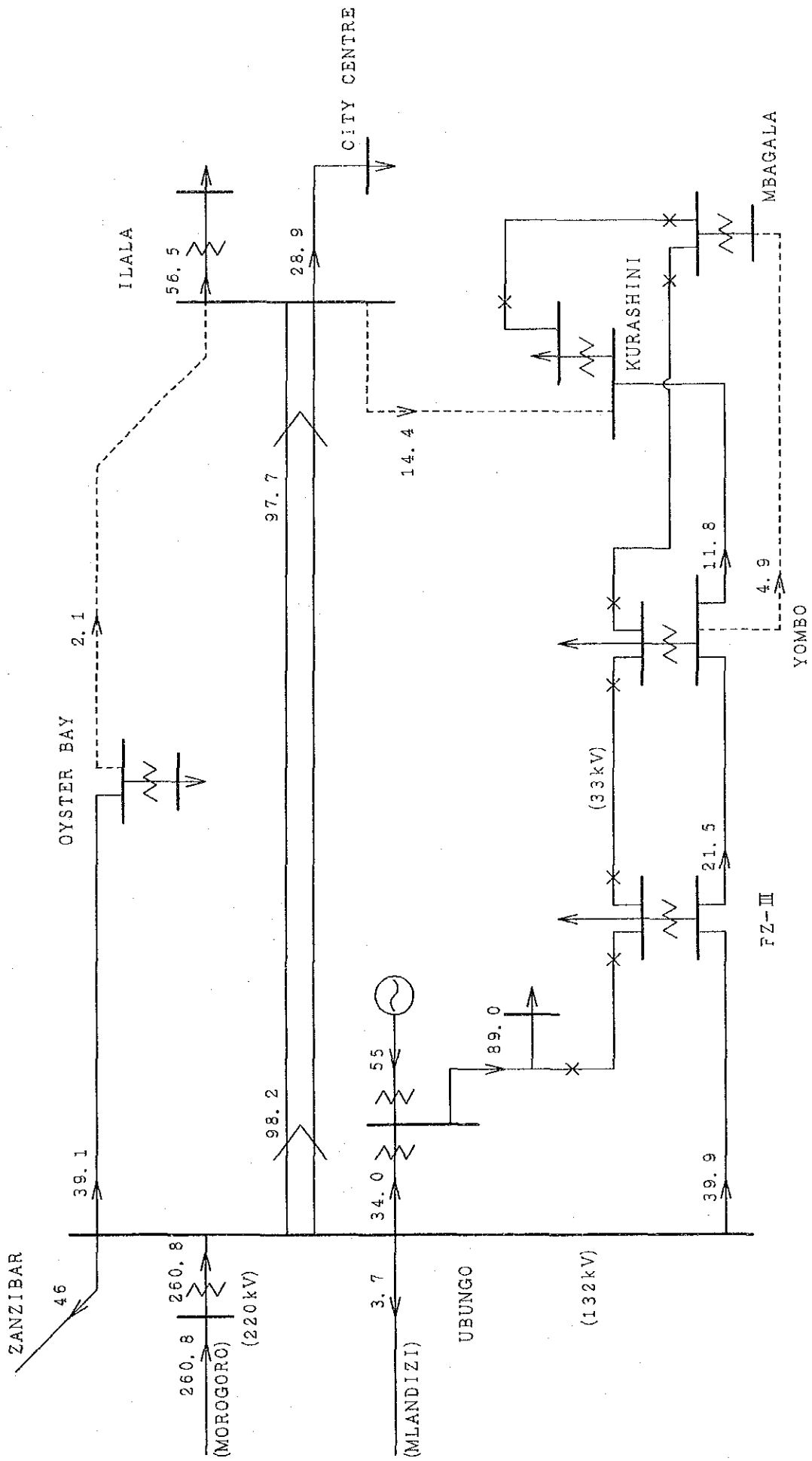


Fig. 6-13 POWER FLOW OF 132kV LOOPED LINES IN 2007 (MW)

(-----:AFTER 2007)

第7章

運転・保守に関する Manpower 及び設備改善、強化計画

第7章 運転・保守に関するManpower及び設備改善、強化計画

7.1 運転・保守の現状及び改善	7 - 1
7.1.1 送電設備	7 - 1
7.1.2 変電設備	7 - 7
7.1.3 配電設備	7 - 10
7.1.4 通信設備	7 - 17
7.1.5 保護継電システム	7 - 19
7.2 トレーニング計画	7 - 22
7.2.1 送電部門	7 - 22
7.2.2 変電部門	7 - 23
7.2.3 配電部門	7 - 26
7.2.4 通信部門	7 - 27
7.2.5 保護継電システム部門	7 - 28
7.3 ワークショップ改善計画	7 - 29
7.3.1 Light Current Workshop	7 - 29
7.3.2 Protection Workshop	7 - 30
7.3.3 Electrical Workshop	7 - 32
7.3.4 Meter Workshop	7 - 32

第7章 運転・保守に関する Manpower 及び設備改善、強化計画

7.1 運転・保守の現状及び改善

7.1.1 送電設備

(1) 現状

1) 220kV & 132kV 送電線

220kV および 132kV 送電線の運転は Fig. 7.1.1-1 に示す“System control”部門によって行なわれている。

一方、送電線の保守業務は送電部門において実施している。また、この送電部門においては、タンザニアのすべての送電線に関する業務、例えば、送電線の事故復旧工事、新設、増設、等業務も担当している。

また、“Pangani Falls Development Project”においては、TANESCO にとっては初めて Hale - Tanga 間および Songa - Tanga 間の 132kV 送電線の建設において請負業者として工事を実施している。それ故、送電部門においては送電線の保守業務だけでなく建設工事を実施している。

送電部門は、架空送電線の建設に関して優れた“Supervisors”および“Linesmen”を有している。しかしながら、建設機械および工具が不足しており効率よく、保守業務および建設工事を実施できていない。

また、送電線の建設工事がない間は、全ての要員が保守業務に従事している。

現在、TANESCO の送電部門には設計課がなく、設計業務は外国のコンサルタントの援助に頼っている。今後は TANESCO 自身において設計業務も実施できるよう要員の拡充および要員のトレーニングが必要である。

2) 33kV送電線

TANESCO においては、33kV 送電線の運転は配電部門、保守は“Regional Manager's Office”によって行なわれているので、7.1.3において記述する。

(2) 体制・要員等

1) 送電部門

体制および要員を Fig. 7.1.1-1 に示す。また、上述のように 132kV 送電線の保守工事および建設工事は送電部門によって行われている。

現在、これらの業務の実施に際して要員の不足は生じていない。また、新しく配属された“Linesmen”および“Supervisors”のトレーニングは建設工事期間中にOJTによって実施されている。

しかし、現在 TANESCO には“Linesmen”を訓練する訓練センターがないので、訓練センターの設立が必要である。

同様に、送電部門には送電設備の設計を担当する設計課もない。送電線の復旧工事、新設、増設等の工事を迅速に実施するためには、TANESCO 自身で設計業務を実施することが必要である。そのためには、設計業務を実施できる要員のトレーニングが必要であり、同時に設計業務を迅速に処理するためのコンピュータ等の設備も拡充することが必要である。

(3) 建設機械等

前述のように、TANESCO の送電部門は 132kV 送電線の保守業務のみならず送電線の建設工事を実施している。それ故、TANESCO の送電部門には各種工具類、資材運搬用の車両および建設機械等が必要である。

現在、送電部門が所有している比較的新しい工具、建設機械等およびその数量を以下に示す。

1) TANESCO の所有している工具・建設機械等

	<u>Sets/Nos</u>
- Linemen hand tools	20
- Truck crane upto 20tons	1
- Winches (No engine)	3
- Gin poles for tower erection	5
- Pull lifts	20
- Hook ladders	10
- Tirfor	2
- Conductor Compression Machines	5

送電部門において、送電線の保守業務および建設工事を迅速に実施するためにはさらに以下の工具、建設機械が必要と思われる。

1) 工 具

	<u>Sets/Nos</u>
- Linemen tool sets	20
- Aluminium or fiber glass hook ladders	20
- Pull lifts (hoist) 1.5 tons	36
- Pull lifts 2 tons	32
- Pull lifts 3 tons	13
- Tirfor 2 tons	10
- Conductor Compressor Machines (for wolf, bison)	5

2) 建設機械等

- Bulldozer	1
- Wheel loader/blade	1
- Excavators	2
- Concrete mixers (medium size)	2
- Concrete vibrators	2
- Conductor tensioner	1
- Conductor braking M/C	1
- Motorised grass slashers	6
- 5 tons trailers	2
- Communication equipment	10
- Temporary line restoration structures	5
- Hot line insulator washer	1
- Wheeled truck crane 20 tons	1

3) 車 両

- 4WD vehicles (Pickups)	18
- 4WD station wagon	9
- 5-7 tons lorries	8
- Tractors	6

(4) 改 善

1) 要 員

送電線の保守および建設工事を実施するに当たり、現在の要員で十分であると
考えられる。しかしながら、将来、TANESCO において設計業務を実施することを
考慮して、要員のトレーニングを含めた増員計画が必要である。

2) 設計課の設立

現在、送電線の設計業務は本送電部門においては実施していない。設計業務は全て外国のコンサルタントの技術援助に頼っており、TANESCO 自身で実施できる体制になっていない。

例えば、事故復旧工事においては、支持物の強度検討あるいは電線の架線条件等に迅速な対応が要求される。そのために、設計業務を TANESCO において実施することが必要である

なお、設計課の設立に際しては要員のトレーニングおよびコンピュータの導入も必要である。

3) 要員のトレーニング

現在、新規に配属される要員のトレーニングは建設工事工場において、OJT で実施している。架空送電線の建設工事には高所作業も伴うので、配属される前の基礎的なトレーニングが必要である。そのために、訓練センター（トレーニングセンター）の設立が必要である。

また、より高度な技術を習得するために：

- a. 海外における研修
- b. 外国の専門家によるタンザニアでの研修等が考えられ、上記研修の内容として：

- a. 海外における研修
 - 工事現場における研修
 - 各種試験への立会い
 - 製造工場の見学
- b. 外国の専門家によるタンザニアでの研修
 - 調査、測量業務
 - 設計業務
 - 工事管理

等が考えられる。

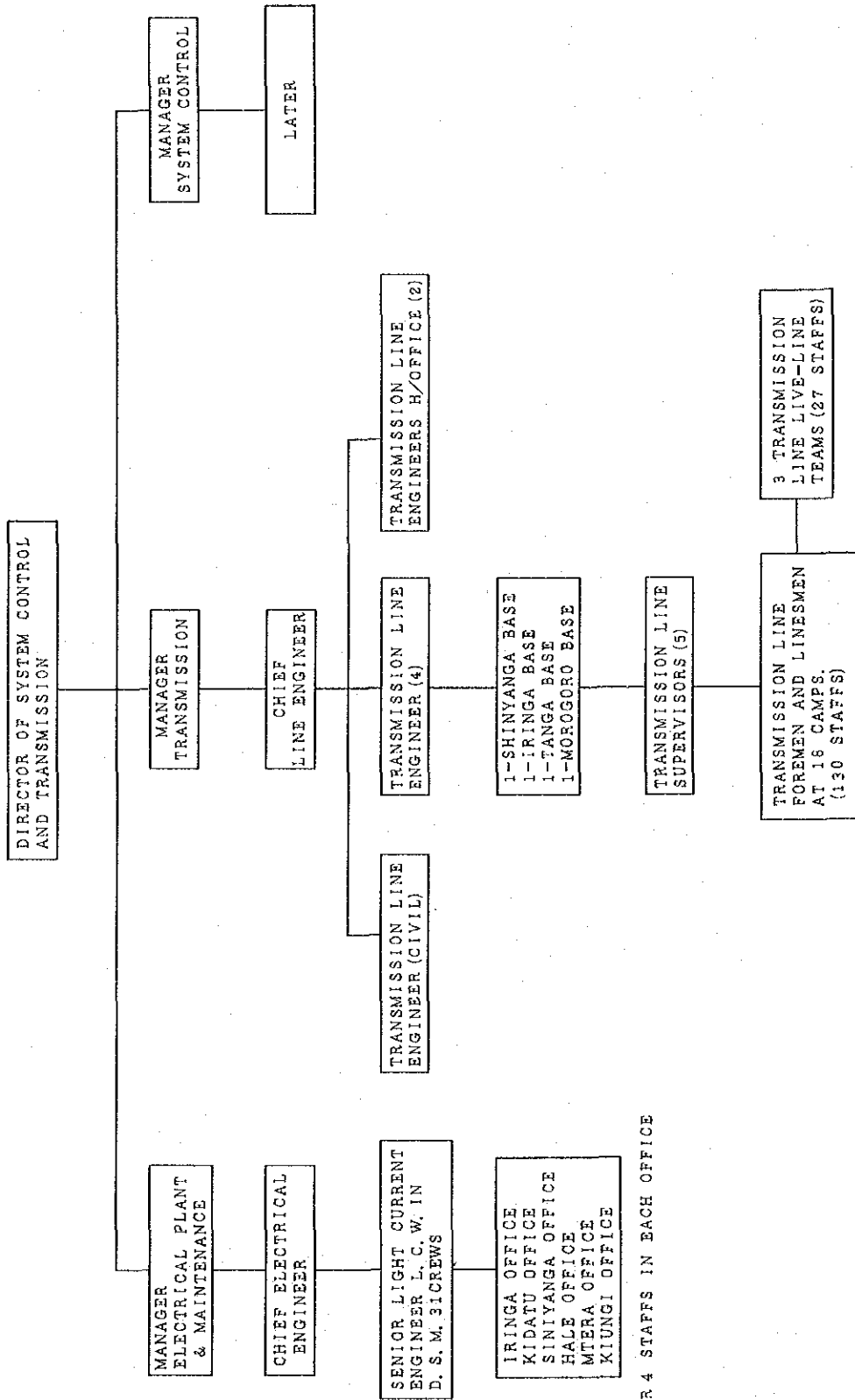
4) 工具、建設機械の拡充

TANESCO の送電部門は送電線の保守業務だけでなく建設工事も実施している。現在所有している工具、建設機械等はその数量も十分でなく、また、予備品の不

足によってその十分に機能しないものもある。

迅速な工事復旧工事および能率的な建設工事の実施のために、工具および建設機械等の整備が必要である。

Fig. 7.1.1-1 ORGANIZATION CHART OF SYSTEM CONTROL AND TRANSMISSION



3 OR 4 STAFFS IN EACH OFFICE

7.1.2 変電設備

(1) TANESCO の現状

現地調査の結果からは実際のところ既設設備に対する運転保守及び運転管理に必要な Man Power について全ての部署に関しても充分とはいえないのが現状である。

従って、現在 TANESCO 自身が将来に向かって考えている計画を述べるとともにマスタープランの中で J I C A が推奨する案を作成し提案する。

(2) TANESCO の計画

TANESCO の持っている Electrical Workshop に関する組織は Fig. 7.1.2-1 のとおりである。即ち、変電所の保守業務は Manager を頂点としてその傘下に3つの部門、即ちダルエスサラーム市及びその地域、その他地域並びに建設関係に分かれ、各部門に Engineer、Technician、Artisian、Apprentice 及び Laboures が配置されている。しかし、残念なことに変電所の保守業務に対し十二分な経験と実績を持つ人材が少ない上に設備や機材の不備も影響して完全な業務の遂行が出来ないでいる。この事実をとらえて、TANESCO は将来のために技術要員に対する研修プログラムを持っており、その内容はおおよそ次のとおりである。

1) 研修計画

変電所保守要員の技師と技術員には次の項目について研修を実施する。

- 設 計
- 建設工事
- 運 転
- 保 守

この研修は本計画の実施に必要な技師及び技術員の養成を望んでいるものである。

現在 TANESCO は Training Institute を設立しており、そこを卒業した人には技術者としての Certificate level まで教育を付けている。これらの技術者の大半は TANESCO の社員として主に吸収している。

・TANESCO が保有する変電所の保修要員の数は次の53名である。

- Engineer 3
- Technicians 30

- Electricians	20
Total	53

• TANESCO が計画している Training Program で変電所の設計、建設及び運転保守 に関する内訳として次の事を要望している。

- 研修してもらいたい技師及び技術員は

(1) Engineers : 8

(2) Technicians : 40

- 研修してほしい期間

(1) Engineers : 3ヶ月

(2) Technicians : 6ヶ月

- 研修する Level

(1) Engineers

変電所の設計、建設及び運転・保守

全ての変電所機器について自分1人でも保守が出来る。

(2) Technicians

電気及び機械関係図面の理解が出来る。

変電所主要機器に関する保守の一般知識を修得する。

- 研修方法

(1) 講 義

(2) 実 習 (工場実習等)

(3) プロジェクトへの参加

(4) 現地訪問

2) 建設用機器

TANESCO は建設用機器のリストを所有していないが、変電所の建設工事に必要な機器として次のものを要望する。

- 無線機付パトロールカー
- 材料運搬用トラック
- リフト付トラック
- ウインチ
- 延線機
- その他

3) パトロール及び保守

(a) 変電所の定期点検及び予防保全パトロール間隔

- 年／1回 主要機器点検
- 月／1回 DC電源、補機電源のチェック

点検は母線導体等のHot Spots 及び変圧器の油漏れを監視する。

(b) 変電所の事故復旧手順

- 保守全体の作業手順に従事する。
- Chief Electrical Engineer は Maintenance Engineers の行なう業務に対し全責任を負うものとする。

(3) 改善

- 1) 要員の養成
- 2) 工具・車両
- 3) 測定器具
- 4) コンピューター

7.1.3 配電設備

(1) 運転および保守の現状

33kV 送電線、11kV および低圧配電線（以下配電線と呼ぶ）の運転は “Distribution & Commercial Services Division” によって実施されている。一方、これらの線路の保守業務は各 “Regional Managers’ Office” によって実施されている。

Fig. 7.1.3-1 および 7.1.3-2 に “Distribution & Commercial Services Division” および “Regional Managers’ Offices” の組織図を示す。

各 Regional Managers’ Office には二つの保守班があり、各班は以下のメンバーで構成されている。

Labourers	……	3
Linesman	……	6
Supervisor	……	1
Foreman	……	1

これらの配電線の健全な運転のために、TANESCO においては 2 回/年の割合で定期・予防巡視を実施しており、事故の復旧工事は Regional Manager の監督のもとで実施されている。

なお、参考のために、TANESCO の配電部門の要員数および設備概要を Table 7.1.3-1 に示す。

(2) 建設機械等

1) TANESCO の所有している工具・建設機械

現在、TANESCO が所有している 33kV 送電線、11kV 配電線および低圧配電線工事に使用する工具・建設機械類の詳細についての資料は十分ではない。

しかしながら、TANESCO における線路の建設工事および保守作業の現状より、工具および建設機械等が極度に不足しているものと推察できる。

2) TANESCO の拡充すべき工具・建設機械

TANESCO の設備を健全に運用するため、また、配電線の保守業務および建設工事を迅速に実施するためには、以下に示す工具・建設機械等が必要である。

- Patrol car with communication facility
- Truck for transportation of materials

- Truck crane upto 7 tons
- Boom-lift car
- Winch
- Tensionner
- Tirfors
- Pole-pit grilling machine
- Others

(3) コンピュータシステム

現在、Distribution & Commercial Services Division においては、配電ロス、データ処理、CADによる図面作成等に、コンピュータを利用している。しかしながら、現状は処理すべき業務の種類および業務量に対してその性能および数量が不足しており、コンピュータを使って日常の業務が正確かつ迅速に処理されていない。要員の教育を含めたコンピュータシステムの拡充が必要である。

(4) 改善

配電線の調査、測量、設計、建設、運転および保守業務を正確・迅速に実施するための、改善すべき項目として以下の事を考える。

1) 要員

コンピュータを利用した業務処理を含む、要員のトレーニングが必要である。

2) 工具、建設機械の拡充

前述のように、TANESCO においては各部門において必要な工具・建設機械が恒常的に不足している。迅速な業務処理だけでなく、顧客に対するサービスを向上させるためにも、建設工事および復旧工事を迅速に実施するための工具および建設機械の拡充が必要である。

3) コンピュータシステム

配電線の調査、測量、設計、建設、運転および保守業務を正確・迅速に実施するためには、コンピュータの利用は不可欠と考える。また、電気料金は電力会社にとって唯一の収入源であるので、顧客データを含む料金徴収関連のデータを処理するためにより高性能のコンピュータの設置も考えられる。

Fig. 7. 1. 3-1 ORGANIZATION CHART OF DISTRIBUTION & COMMERCIAL SERVICES DEPARTMENT

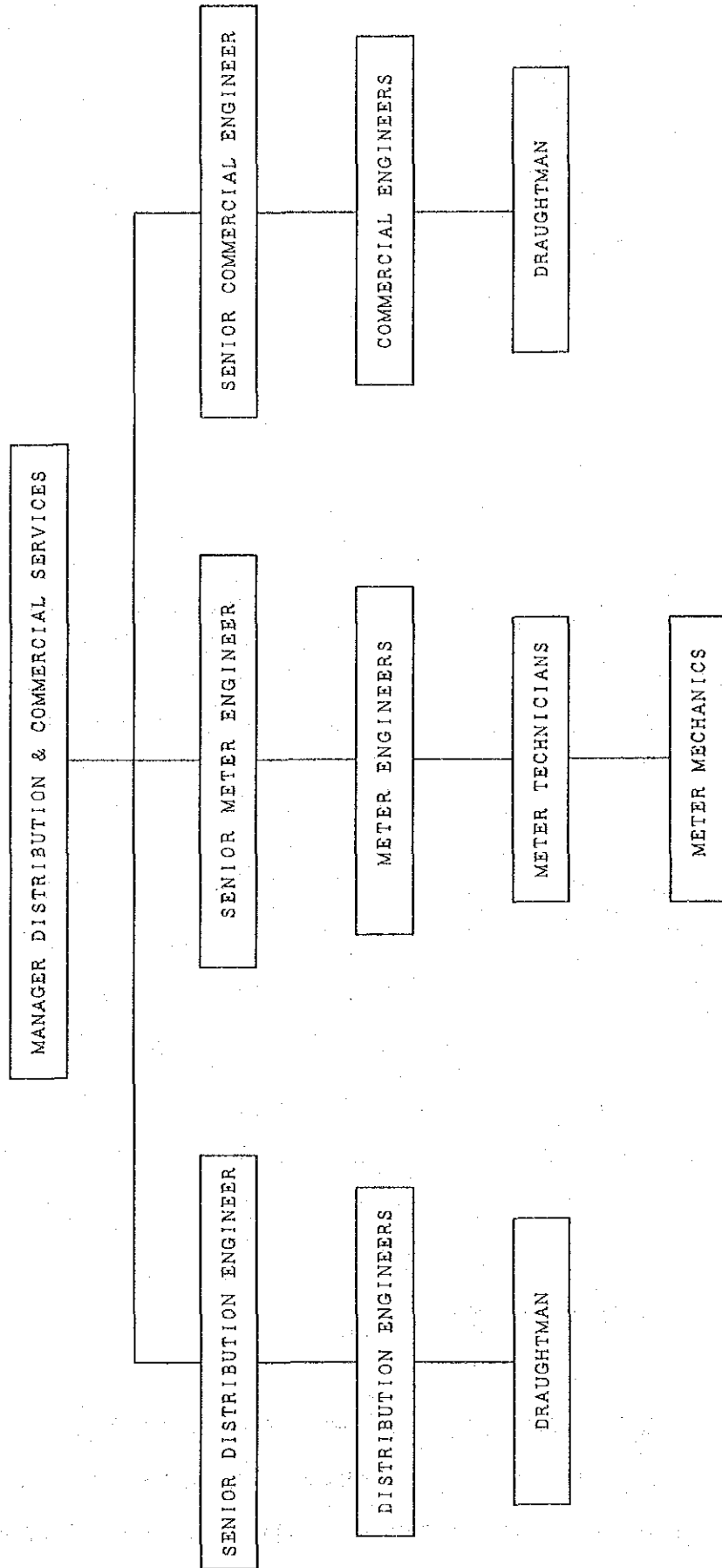


Fig. 7.1.3-2 REGIONAL OPERATIONS ORGANIZATION CHART

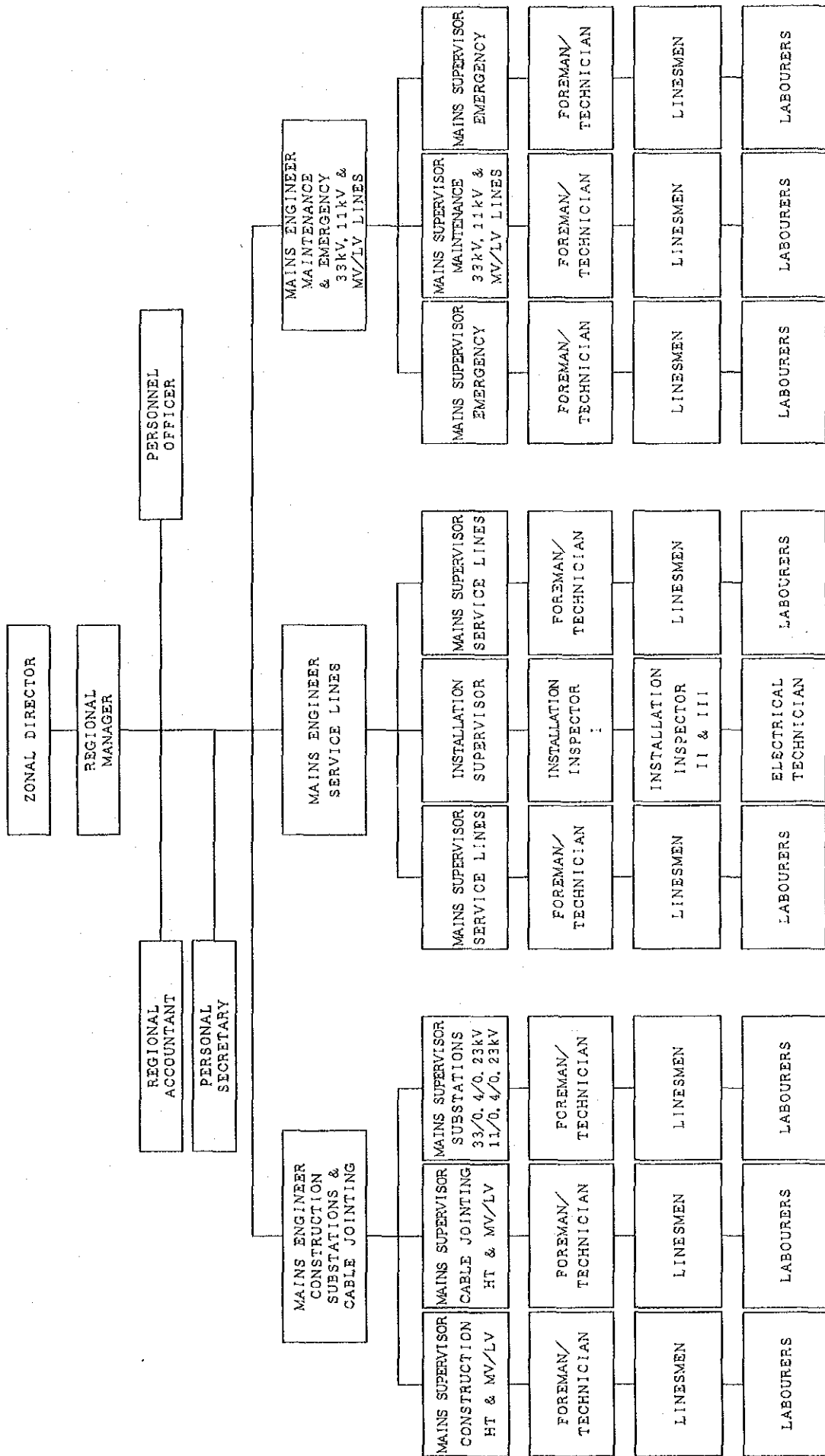


Table 7.1.3-1 配電関係体制および関係諸元

事業所別 項目		運転・計画部門	保守・建設部門 (Regional Manager's Office)				計	
		Distribution & Commercial Services	Kinondoni "N"	Kinondoni "S"	Ilala	Temeke		
要員	机上者(人)	6	6	6	6	6	24	
	作業員(人)	30	34	194	45	183	456	
	計(人)	36	40	200	51	189	480	
面積	受持(km ²)		60	54	50	45	209	
	需要(km ²)							
契約口数(口)			26,234	12,057	34,491	18,097	90,879	
変電所	個所数		2	4	5	3	14	
	バンク数		3	8	10	5	26	
	バンク出力(kVA)		31,500	52,500	120,000	35,000	239,000	
	フィーダー(cct)		(8) 5	(2) 12	26	8	(10) 51	
配電設備	架空線	支持物						
		鉄柱(基)		140	118	165	175	598
		木柱(基)		1,171	1,376	1,071	1,350	4,968
		計(基)		1,311	1,494	1,236	1,525	5,566
		11kV延長(km)		93.72	118.74	85.7	84.0	382.16
		低圧線延長(km)		3,620.43	3,510.71	3,254.0	3,724.96	14,110.1
	変圧器	台数(台)		174	270	347	238	1,029
		容量(kVA)		57,078	79,610	148,290	79,390	364,368
		開閉器(個)		17	41	29	21	108
		引込線(口)			586	7	476	1,069
	地中線	11kVケーブル延長(km)			2,445	23	4,947	7,415
変圧器(個)				64	25	55	144	
開閉器(個)								
車輜	作業車	1	2	2	3	2	9	
	高所作業車				1		1	
	建柱車							
	パトロール車		1		1		2	
	計	1	3	2	5	2	12	

注 () 内 33kV Feeder 別掲

7.1.4 通信設備

(1) 現 状

TANESCO では通信機器や電子応用機器の保守運営のため、保守機関の一つとして Light Current Workshop (以下LCW)を設置している。LCW は独自の事務所をダルエスサラーム市内に設置しており、全国の管轄設備の保守の統括を行っている。事務所は機器修理のための部屋で大部分が占められており、建屋に隣接して部品倉庫も建てられている。

発電所等には LCW の技術者が常駐しているが、人員不足のため配属場所は限られており、全国で6箇所となっている。

管轄設備は通信機器の他に、発電所関係でAVR、調相機等、配電関係で自動負荷遮断装置などがあり、電子応用機器全般に及んでいる。

LCW の主な業務は障害対応及び故障修理である。設備の障害時、現地人員で対応しきれない場合には LCW から保修班が修理部品等を持って出動することとなり、LCW 全体の約半数の人員が恒常的に障害対応業務に取られている。保守エリアがタンザニア全土に及ぶため、LCW から現地への交通手段としては長距離バスや飛行機等も利用している。LCW では保守用に自動車を2台保有しているが、1台は故障中であり、いつ直るか判らない状態であった。

障害時の故障箇所の判断は LCW と現地の保守員との電話連絡で行っている。通信担当者がいない場合は電気保守員やオペレータ等の専門外の所員からの情報で故障内容を判断しており、適切かつ迅速な対応を困難にしている原因でもある。一方で、国内における通信職種の人員確保が非常に難しいことから各発電所に配属する人員数の拡充は困難と思われる。このような状況下では LCW の機動力を十分に引き出すことが肝要であり、将来は LCW で各所の通信機器の運転状況や故障状況を一括して監視できるようなシステムを構築することも必要であると思われる。

障害対応以外の人員は事務所内において故障修理を行っている。障害対応と故障修理で常時人員が必要なため、予防保全のための定期点検業務は行われていない。設備の管理業務もほとんど行われていないため、各所の保有する設備台数、製造年月や製作者等で不明なものも数多くあった。

(2) 体制・要員等

組織図を Fig. 7.1.1-1 に示す。上述したように、国内において通信職種の人員確保が難しい。それ故、本業務に従事する要員は恒常的に不足している。

故障部分の迅速な除去、また設備の予防保全、定期点検業務等を実施するために、計画的な要員の確保が必要である。

(3) 機械等

LCW においては全般に測定器や補修用具が不足しており、校正用機器は保有していない。地方の各 LCW 事務所には、テスター等の簡易な器具しかないため、故障修理は行っていない。

また、校正用機器は各測定器の標準となるものであるもので、LCW には是非備えるべきである。

(4) 改善

Light Current Workshop の機能を十分に発揮するために、以下のことが考えられる。

- 要員の確保および要員のトレーニング
- 校正用機器、測定器、補修用具の拡充
- 保修班の移動・連絡用の車輛の拡充
- 地方のLCW 事務所の機器類の拡充

7.1.5 保護継電システム

(1) 現 状

Protection Workshop は、TANESCO によって設立された保護継電器の保守及び運用のための組織である。この Protection Workshop は、ダルエスサラーム市に独自の事務所があり、TANESCO における全ての保護継電設備の統括を行っている。

事務所は、技術員が記録整理等の机上業務を行う事務室と保護継電器の試験及び修理を行う作業室とに分かれており、この作業室には試験機材や予備品等も置かれている。

この他に TANESCO は、タンザニア国内に Protection Workshop の駐在所 (Mwanza, Arusha, Iringa) を 3 つ持っている。

Protection Workshop の業務は、

- a) 保護継電システムの検討・設計及び施工
- b) 保護継電器の管理・試験及び修理
- c) 保護継電器に関する故障・事故対応
- d) 系統に関する各種の検討 (故障計算・潮流計算等)

等を行っている。

保護継電器の定期点検については、約 2 年に 1 回の周期で実施されており、主に単体試験が行われている。

保守範囲については、タンザニア全土であるために定期点検や故障・事故が発生した場合には、技術員が試験機材等を持って現地に出動することとなる。このための交通手段としては飛行機や自動車の利用となる。緊急の場合には、飛行機の利用は出来ず自動車の利用となるが、Protection Workshop が保有している自動車は 1 台しかないため、故障・事故の重複時には、TANESCO Headquarter Office より自動車の借用となり、迅速な対応は必然的に遅れることとなる。

一方、技術員については、絶えずタンザニア全土に定期点検や故障・事故対応等で現地に行っており、Protection Workshop は恒常的な人員不足に悩まされている。このため、3ヶ所の駐在所にも技術員は常駐していない。

(2) 体制・要員等

Protection Workshop の組織図を Fig. 7.1.5-1 に示す。Protection Workshop 内の業務分担は、おおむね以下の通りである。

Engineer : 系統に関する各種の検討、保護システムの検討・設計及び施工

Technician : 保護継電器の管理・試験及び修理、故障・事故対応

しかし、現在は上述したように恒常的な人員不足のため、本業務に従事することが難しく両技術員が業務分担に関係なく協力して業務を遂行している。

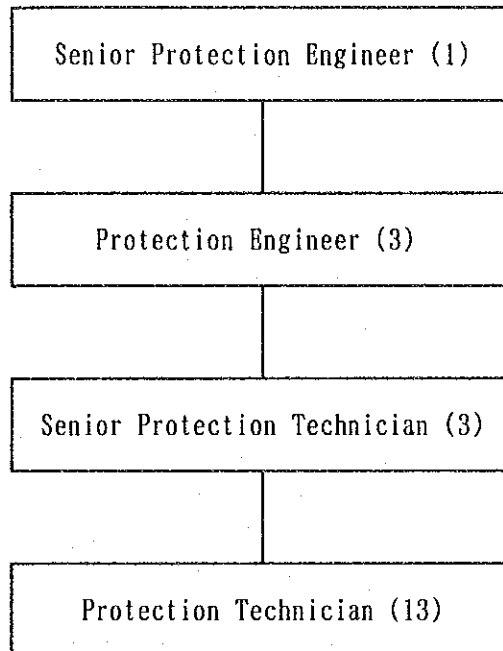
このため、計画的な技術員の確保はもとより現状での技術員の確保や技術向上のためのトレーニング計画も必要となる。

(3) 改善

Protection Workshop の運転・保守における機能を十分に発揮するためには以下のことが考えられる。

- 技術員の計画的な確保
- 技術員のトレーニング
- 移動用車両の拡充

Fig. 7.1.5-1 Organization of Protection Workshop



(): Number of Person

7.2 トレーニング計画

7.2.1 送電部門

(1) 現 状

現在 TANESCO には、送電線の設計部門はなく、設計業務は全て外国のコンサルタントの援助に依存している。また、保守および建設工事に従事する要員のための研修施設はなく、要員のトレーニングは全て現場において OJT によって行っている。

さらに、送電部門には設計業務を担当する課もなく、従って設計業務に対するトレーニングは全く行われていない。

(2) TANESCO のトレーニング計画

1) 設計部門

現在 TANESCO には、送電線の設計部門がない。それ故、送電線の建設、保守業務をスムーズに実施するためには、設計部門が必要である。

なお、設計業務を担当する課の設立および要員のトレーニングに際しては、外国からの援助も必要であると考えている。同時に設計業務に必要なソフトウェアを含むコンピュータシステムの導入も必要である。

2) 建設・保守部門

TANESCO において、架空送電線の建設に従事する “Supervisors” および “Linesmen” の要員は十分に養成されている。しかしながら、新たに配属される要員のトレーニングは建設現場において OJT によって行われている。それ故、“Linesmen” の理論的教育および基礎訓練のための、訓練施設の設立が必要である。この訓練施設は Morogoro の活線訓練センターに隣接して計画されている。

なお、この訓練施設の設立に際しては外国からの援助が必要である。

3) 訓練の対象

訓練の対象として、送電部門の要員全員を対象とする。

(a) 設計要員

設計業務を担当する要員には、以下のトレーニングを行う。

- 送電線の調査、測量業務
- コンピュータを利用した送電線の設計業務
- 建設現場における OJT