フィリピン共和国

ルソン島超高圧送電系統開発計画
調査報告書概要

1981年8月

国際協力事業団

フィリピン共和国

ルソン島超高圧送電系統開発計画
調査報告書概要

1981年8月

国際協力事業団

フィリピン共和国ルソン島超高圧
送電系統開発計画　調査報告書
概　　要

1. 要請の背景

輸入石油への依存度を減少し、代替の国産エネルギーにより経済活動の発展に伴う国内需要を賄うというフィリピン政府の方策に沿って、国営電力会社（NAPOCOR）は、最大限に水力と地熱資源を利用するという大きな計画を遂行中である。

ルソン島においてNAPOCORが計画しているエネルギー源は、北部地域では水力発電、南部地域では地熱発電である。又、原子力発電は、現地点におけるルソン島の全電力需要の約2／3を有するマニラ市の近くで建設中である。これら計画されている発電所容量は、大規模なものであり高い採算性で増大する需要に対応できるものである。

南部ルソンは特に豊富な地熱地帯であり、その大部分はTiwi、Manito地点に代表される南端部分に集中している。1988年迄の8年間に地熱発電の開発が促進され、その上この開発はレイテ島Tongonan地点の地熱を開発して海底ケーブルを含む島嶼間連系によりルソン島へ電力を送り込む計画となっている。

一方、北部ルソンの発電所地点は、マニラより300km乃至400kmに位置している。もし、これら発電所地点で発生される電力を現在の230 kv級送電線で送電しようとすれば、送電容量が少いため多数の送電線を建設する必要がある。従って、この大量の電力を長距離輸送するにはより高い電圧、即ちEHVを導入する必要がある。

一方、かかる大電力を南北からマニラ市方面に送電してくるとなれば、マニラ市近辺の既設系統についても改善が必要となり、ルソン島中央部の系統も上位電圧で連系せねばならない。

フィリピン政府は、このルソンEHV電力系統の開発計画についてフィージビリティスタディの実施を日本政府に要請した。

この要請を受けた日本政府はこれを受託し、1980年1月、JICAのEHV送電系統計画調査団がフィリピンを訪問し、NAPOCORとの討議ならびにEHV計画に必要な資料収集を行った。NAPOCORとの会議の結果、北部ルソンの大容量水力にはEHV送電系統が必要であることが確認された。そして、1980年1月28日NAPOCORとJICAの間で“事業推進に関する同意書”に調印が行われ、両者の間でこの実施可能性検討作業を行うこ

とが承認された。

ＪＩＣＡは上記同意書に基づき、１９８０年８月の現地打合せを皮切りに、約１ケ年の予定でフィージビリティ調査を実施し、このほど調査を完了したものである。

この調査は、ＮＡＰＯＣＯＲとの現地打合せおよび現地踏査の結果に基づいて、ＪＩＣＡにより計画検討、報告作成を内容としている。

2. 調査の目的

調査の目的は、既存の関連した検討を見直して１９９５年迄のルソン系統における最適なＥＨＶ送電系統計画を確立すると共に、ＥＨＶ設備の基本設計を行い技術的および経済的見地より実施可能な検討を行うことである。

3. 調査団の構成と日程

1980年8月の第1次調査団を初めとし、1981年8月の最終報告書提出に至るまで、次のとおりのべ210日現地調査団が派遣された。

(1) 第1回 （1980年8月17日～9月5日）

団　長	関村芳郎	'80.8.17 ～ 9.5（20日間）
系統計画技術者	岡田元男	'80.8.17 ～ 9.5（20日間）
経済財務専門家	珠玖泰吉	'80.8.24 ～ 9.2（10日間）
		計　50日間

調査内容 ： 系統計画の資料収集、検討ならびに系統解析方法の検討。
経済・財務分析に必要な資料収集ならびに分析方法の検討。

(2) 第2回 （1980年11月5日～12月24日）

団　長	関村芳郎	'80.11.5 ～ 12.24（50日間）
送電設計技術者	木村克彦	'80.11.5 ～ 12.24（50日間）
変電設計技術者	松本和夫	'80.11.5 ～ 12.24（50日間）
		計　150日間

調査内容 ： 送変電設備の基本設計に必要な資料収集打合せ討議ならびに送電線ルート、変電所サイトの現地調査。

(3) 第3回 （1981年6月2日～6月11日）

団　長	関村芳郎	'81.6.2 ～ 6.11（10日間）
		計　10日間

調査内容 ： 報告書案についての検討、打合せ。

現地調査について、上記のほかに国際協力事業団の高橋三千夫特別嘱託が業務調整に以下の日程で派遣された。

第1回	1980年8月18日 ～ 8月27日	（10日間）
第2回	1981年6月2日 ～ 6月11日	（10日間）

4. 調査の内容

ルソン島超高圧送電開発計画のフィージビリティ・スタディは、次のような業務の内容と順序によって下記のような項目に別けて実施した。

a. 系統計画 （80日間、内現地20日）

(1) 調査団による現地調査、資料収集。

(2) 計画の基本についての現地での打合、協議。

(3) 基本資料の整理、検討。

(4) 電力系統のコンピューターによる電力汐流計算、過渡安定度解析検討。

(5) 最適開発計画案の決定。

b. 経済、財務検討 （40日間、内現地10日）

(1) 調査団による資料収集。

(2) 評価方法についての現地での打合、協議。

(3) 開発計画案に対する検討、評価。

C. 送変電設備の基本設計 （140日間、内現地50日）

(1) 調査団による資料収集。

(2) 送電線ルート、変電所サイトの現地踏査。

(3) 送電線の基本設計について打合、討議、検討。

(4) 変電所、リレーシステムの基本設計についての打合、討議、検討。

(5) 最適開発案に対しての基本設計、施工計画および事業費の算定。

以上の計画により実施した作業の内容は次のとおりである。

a. 系統計画

(1) 過去の電力負荷の増加状況の調査、検討解析。

(2) 年間、季節および日時による負荷の変化状況。

(3) 国内総生産と電力需要との関連性。

(4) 自家用電源および負荷の現状。

(5) 需要家別分類による需要想定。

(6) 変電所別の需要想定。

b. ルソン系統の状況

(1) 系統インピーダンスマップの作成

c. 系統信頼度の評価

(1) 電源脱落と送電線事故。

d. 電源開発計画

(1) 可能電力、予備力の検討。

(2) 最適開発計画。

e. 送電系統の最適開発計画

(1) EHV電圧レベルの選択。

(2) 電力潮流の計算。

(3) 過渡安定度による解析検討。

(4) 短絡容量の計算。

(5) 分路リアクトル容量の検討。

f. 送変電設備の基本設計

(1) 設計基準の検討。

(2) 送電ルートならびに変電所サイトの決定。

(3) 送変電所の絶縁レベルの検討。

(4) 送電線の鉄塔、変電所の規模の検討。

(5) 系統のリレーシステムの検討。

g. 開発計画の実施

(1) 計画実施に対する経済評価および財務分析。

(2) 施工計画および事業費の算定。

以上の調査内容について次のような報告書を提出した。

(1) Inception Report。

(2) System Engineering Report。

(3) Feasibility Report。

(4) Monthly Progress Report。

5. 結果および提言

a. 結　果

(1) 大容量長距離送電線の電圧は５００kvが適当である。

(2) 南ルソンのＥＨＶ系統を考慮した北部ルソンＥＨＶ系統工事の時期と工程は技術的、経済的に充分可能性がある。

工事内容の概略は次の通りである。

(a) １９８１年末迄にGened−Solano−SanJose間４２３kmの５００kv２回線を建設する。この送電線は、Gened 水力発電所完成当初より５００kvで運転する。同じ時期に南ルソンＥＨＶ系統のSanJose−Kalayaan−Naga間が５００kvに昇圧される。

(b) 同時に、Solano変電所に５００kv／２３０kv、３００MVA変圧器２台と、７００MVARの分路リアクトルを設置する。

(c) SanJoseおよびKalayaan 変電所には南ルソンＥＨＶ工事により設置される機器以外に次の設備が追加される。

SanJose	５００kv／２３０kv	３００MVA変圧器	１台
	５００kv／１１５kv	３００MVA変圧器	１台
	分路リアクトル１８０MVAR		
Kalayaan	５００kv／２３０kv	３００MVA変圧器	１台

(3) この事業によりNAPOCORの作成した最新の電源開発計画による北部ルソンにおける水力発電は安定かつ経済的にルソン系統内の需要、特にマニラ市およびその周辺の需要に送電出来ることになる。

(4) ５００kv送電線の設計は、コンクリート基礎のアングル鉄塔、ACSR７９５MCM４導体２回線として考える。

又、５００kv／２３０kvおよび５００kv／１１５kv ３００MVA変圧器のＢＩＬは１５５０kvとする。

(5) 上記(2)項に対する工程は次の通りである。

	送電線	変電所
設　計	1982年3月 — 1982年10月	1982年3月 — 1982年10月
見　積	1983年3月 — 1983年10月	1984年7月 — 1985年 2月
製　作	1984年6月 — 1986年12月	1985年7月 — 1987年 4月

現地工事　1985年2月 ― 1987年12月　1985年9月 ― 1987年12月

(6) 建中利子を除く総工事費は

ペソ換算　5,716,820,000ペソ

ドル換算　762,243,000ドル

となる。又、これの内訳は次の通りである。

	外貨分（ドル）	内貨分（ペソ）	合計（ペソ相当）
送電線	227,174,000	2,861,016,000	4,564,821,000
変電所	85,543,000	510,426,000	1,151,999,000
合　計	312,717,000	3,371,442,000	5,716,820,000

(7) 本事業の経済性解析の結果はEIRR13.46%である。

外貨借款と運転保守費とにより必要となる財務費用を賄うための電気料金は報酬率を8%とした場合KWH当り108.14センタボである。

b. 提　言

ここに提案した開発計画により事業を遂行するためには、次のような手続きを早急に実施する必要がある。

(1) 送電線ルートおよび変電所サイトの地形測量および地質調査を含む現地調査の実施。

(2) 上記調査に基づいて実施設計、工事費、建設工事工程および請負付託書類の作成。

Fig. 1 LUZON GRID POWER SYSTEM MAP (FY-1980)

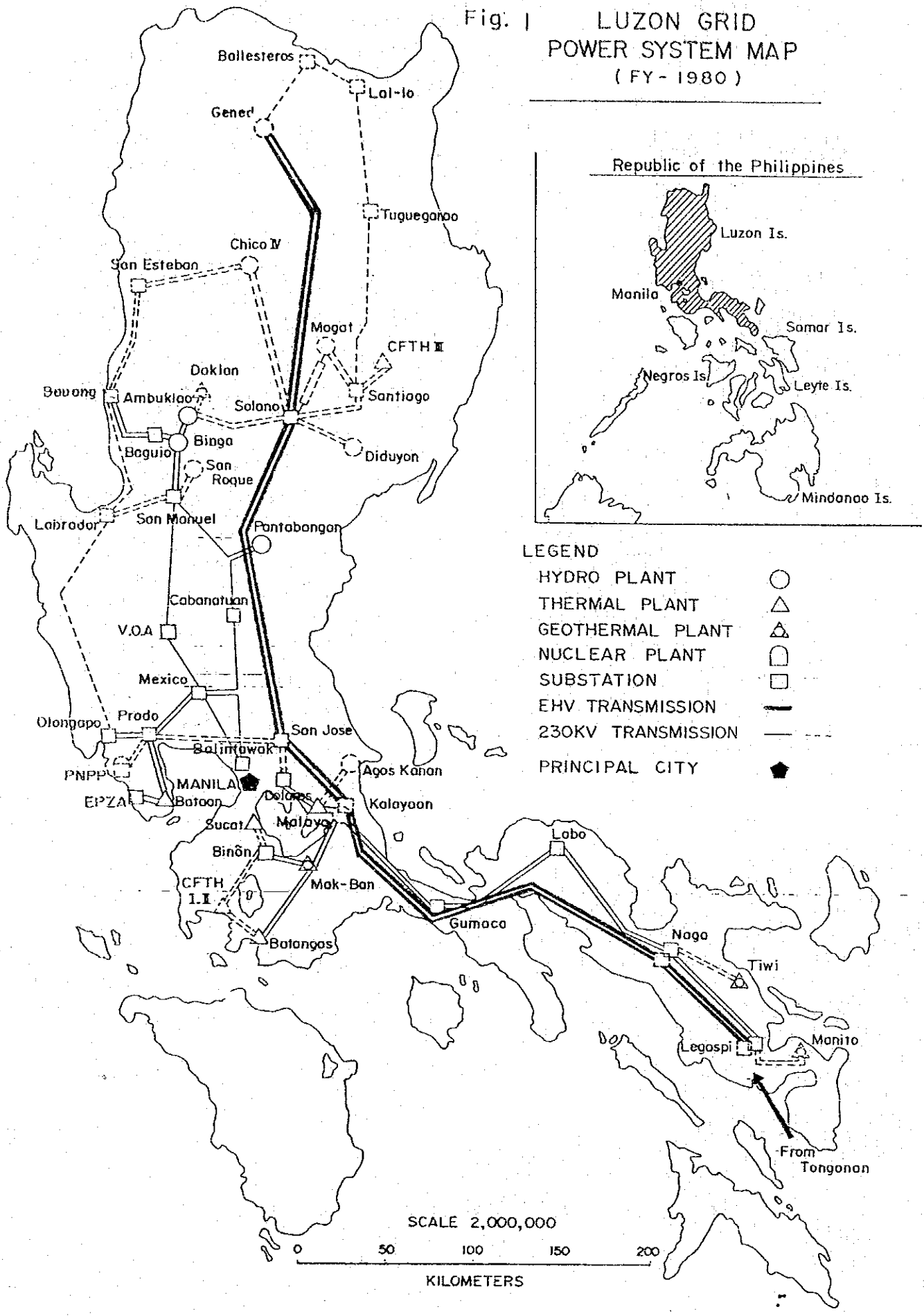


Fig. 2 Luzon Grid Single Line Diagram

Final Expansion Program

Changed from Initial Program

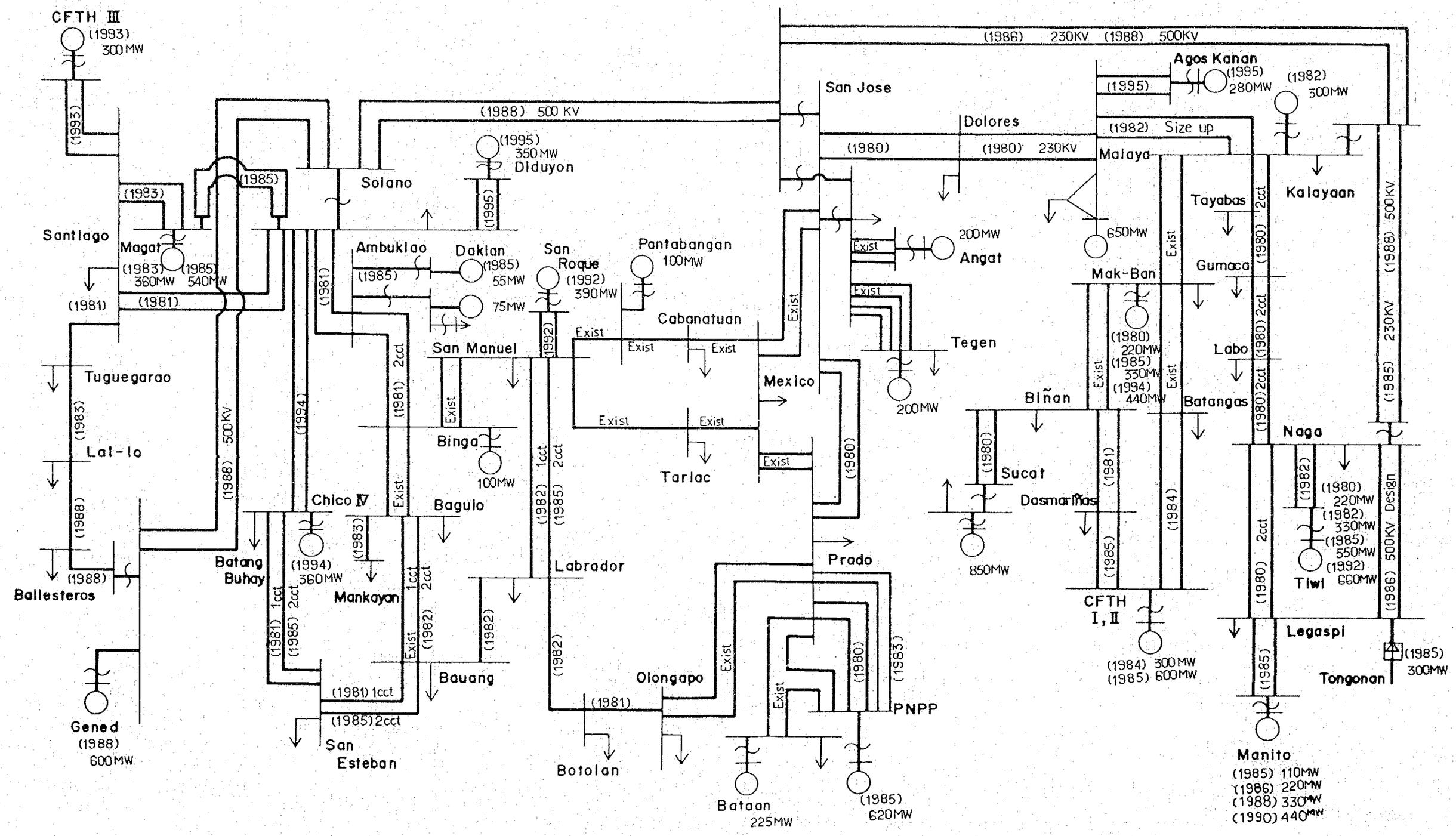


Fig. 3
Tower Configuration
for Standard Area

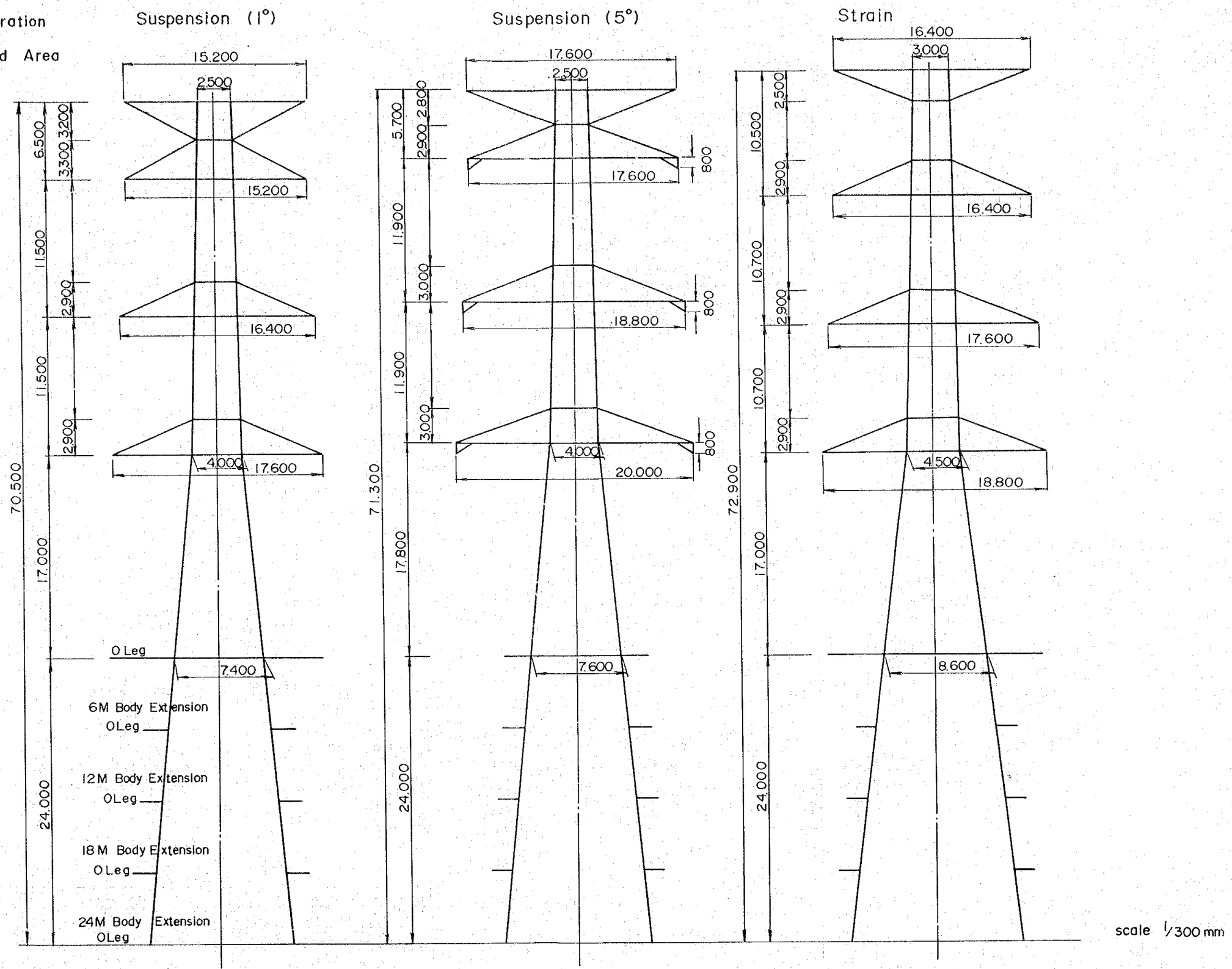
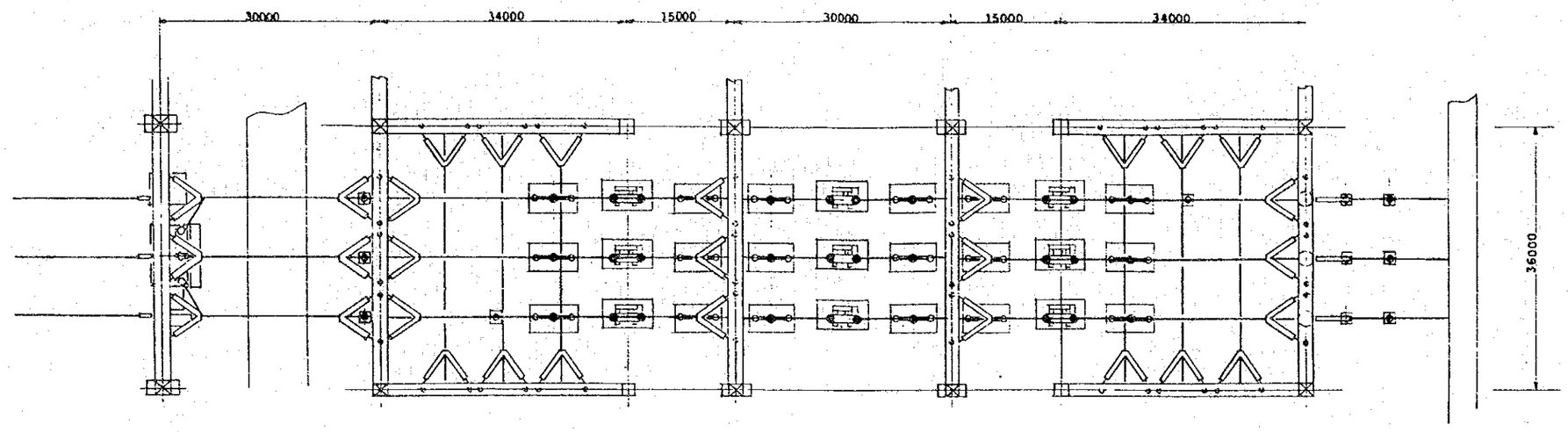
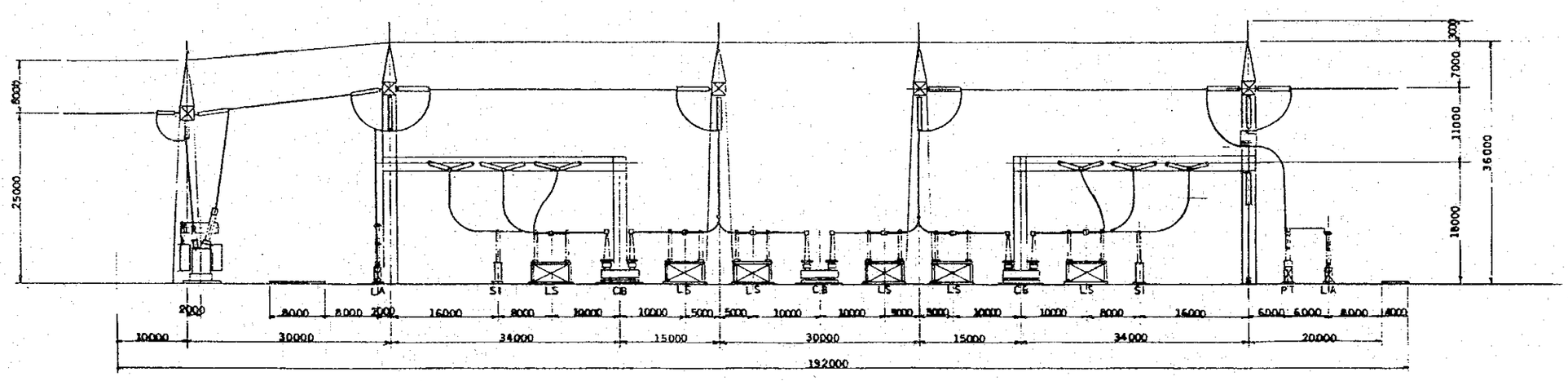


Fig. 4 Conventional Type Layout
(Dead Tank Gas Circuit Breaker)





legend			
T R	transformer	C B	circuit breaker
CUB	cubicle	L T	line trap
S I	supporting insulator	P T	potential transformer
L S	line switch	L A	lightning arrester

JICA