

自動交換通信網과 電子交換機

—(下)—

安 柄 星

韓國科學技術研究所 方式機器研究室 工博

5. 交換機의 機能

一般的으로 交換機의 機能을 너무 簡單하게 생각하는 傾向이 있어서 極端的인 表現을 하면 通話하기를 願하는 相對方과 接續되어 通話를 하면 되는 것으로 생각하는 경우도 있다. 이것은 어느程度 事實일 수 있으나 問題를 너무 單純化시킨 생각이며 交換機를 實際로 設計해야 될 立場에서 볼 때 必要한 機能을 全部 찾아내어 羅列하는 作業만 하더라도 龐大한 量에 達한다.

交換機의 機能이 왜 그렇게 複雜해졌는 가라는 것을 一般的인 原因에서 보면

① 使用者가 人間이어서 漸漸 便利複雜한 機能을 要求하게 되었다.

② 大端히 高價의 System이어서 可能한 모든 面에서 System의 經濟性을 追求하여 많은 理論的 實際的 技法 및 最適化가 適用되었다.

③ 全世界를 서로 連結하기 위해 各己 다른 個別的으로 發展시켜온 機器相互間에 統一된 信號形式을 賦與해야 된다. 등이 생각되며 細部的으로 보면 各各 固有한 問題의 提起부터 現在 使用하고 있는 方式까지에 그럴만한 理由를 갖고 있다.

交換接續을 위해 어떤 機能이 必要한가는 電

話를 使用者의 立場에서 어떤 使用法이 있는가와 手動式交換臺에서 交換手が 어떤 作業을 하는가의 두 面에서 解析하면 알 수 있으며 現代的인 電子交換機의 경우 能히 100~300種 程度의 機能을 分類해 낼 수 있다.

使用上의 機能外에 機械的인 側面에서 본 機能이 있으며, 觀點에 따라 分類가 重複 混雜해져 明確하게 分類하기 困難하고 잘 整理된 分類資料를 찾기 힘들다. 그러나 機器構成上의 區分은 比較的 容易하여 一般的으로 이 方法으로 分類하고 있으며 다음과 같은 區分이 있다.

1. 通話路 Switch
2. 信號系裝置
3. 監視系裝置
4. 制御部
5. 試驗裝置
6. 交換手, 案內裝置
7. 中繼線裝置
8. 加入者線裝置
9. 電源裝置
10. 課金關係裝置
11. 運營維持保守員 補助裝置
12. 集中監視系裝置
13. 配線保安裝置

14. 非常措處系裝置

15. 其他 雜裝置

以上の 分類는 直接 交換機의 機能을 代辯하지는 않지만 區分의 性格이 가장 明確하고 設計者의 觀點에서 볼 때 가장 直接的인 分類라 생각된다.

交換機의 性格을 規定하기 위해서 또 한가지 考慮되어야 할 事項은 交換機에서 본 外界의 性格이다. 外界의 性格이라 함은 加入者 端末과 線路를 包含하는 加入者回線側, 中繼線, 中繼機器, 相對側交換機로 構成되는 中繼線側, 運轉試驗要員等에 對한 對人關係, 集中施設과의 關係等이 包含된다.

交換機에 連結되는 線路는 一般的으로 波長에 비해 그 길이가 짧아서 特性 Impedance는 複素數가 되며 線路 相互間의 影響을 피하기 위해서 平衡對回線을 使用한다. 線路의 對地平衡偏差는 嚴格히 規定되며 線路의 最大距離는 어느程度 統制되고 있으나 一般的으로 그 길이는 交換機別로 規定할 수 없는 性質의 것이다. 加入者 端末인 電話器는 通話中인 때에는 20~50mA 程度의 電流를 必要로 하며 Impedance의 虛數部는 比較的 작으나 通話中이 아닌 때에는 電流는 흐르지 않고 周波數에 따라 變하는 虛數部만으로 되어 있다. 線路의 周波數傳送特性은 높은 周波數에서 減衰가 커서 電話器側에서 이를 保償하고 있으며 交換機에서는 平坦特性이 되게 하고 있으나 反面 交換機側의 對地 및 線間平衡規格을 嚴格히 規定해서 線路의 特性管理를 容易하게 하고 있다.

위의 構成을 갖는 機器가 外界와 接續 連動하여 願하는 機能이 發揮되어야 함은 勿論이나 그 외에 더욱 重要한 問題는 願하는 機能을 얼마나 低廉한 價格으로 提供하는가의 問題이다. 이 때

通信의 信賴度가 關係되며 壽命의 問題가 提起된다. 信賴度에는 두가지 側面이 있으며 하나는 現在 成立한 通信이 完了할 때까지 中斷함이 없이 正確하게 傳達되는 問題이고 또 하나는 願하는 時間에 願하는 相對方과 通信路가 形成되도록 모든 機器가 正常動作狀態에 있어야 한다는 問題이다. 이 以外에 動作壽命에 對한 問題가 있어서 電子工學的인 面에서는 信賴度 問題로 생각하고 있으나 通信의 面에서 보면 機器를 一年間 使用하던 40年間 使用하던 通信 自體의 信賴度와는 關係없으며 다만 經濟的 側面에서 考慮할 問題일 뿐이다. 機器設計에서 設定하는 目標가 短期間의 信賴度가 最上이 되게 하는가 또는 長期面의 平均的인 信賴度가 最上이 되게 하는가는 약간 性格이 다른 目標라 할 수 있다. 또한 40年間의 壽命을 確保하는 것이 經濟적으로 有利한지 또는 10年間의 壽命을 갖는 機器를 4回 交替하는 것이 有利한 것인지는 慎重한 考慮가 必要하다. 從來의 概念으로는 長壽命이 有利한 것으로 생각되었으나 技術의 發展이 빠른 오늘날에 와서는 無條件 壽命이 길다는 것은 境遇에 따라 機器의 壽命이 다하기 前에 撤去해야 되는 境遇도 있을 수 있으며 壽命을 길게하는 것이 無料로 얻을 수 있는 性質의 것이 아니기 때문에 經濟적으로 損害가 될 수 있다.

6. 空間分割方式 電子交換機(SD ESS)

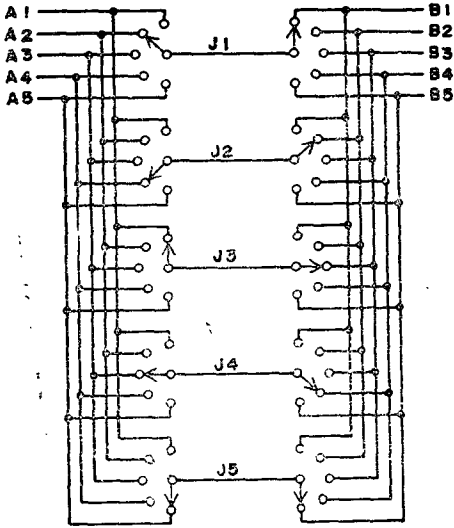
空間分割方式이란 뜻은 多重化되지 않았다는 뜻이며 從來의 機械式 Switch와 本質적으로 다를 바가 없다. 從來의 機械式 Switch에는 廻轉型과 Cross-bar型의 二種이 있으며 SD ESS에서는 Swith 回路의 型式이 Cross-bar型과 完全히 同一하다.

回路型式에서 보면 Cross-bar型과 廻轉型사이

에本質인 差異가 있는 것으로 생각되기 쉬운데 Switch 回路 構成上 本質인 差가 있는것 같이 보이는 理由는 圖面作成方式때문이며 圖面을 變換하면 Cross-bar型和 같은 型式의 圖面으로 바꿀 수 있다. (그림 4) 다만 廻轉型의 경우 回路를 Cross-bar型으로 變換하면 Switch Matrix의 크기 및 構成이 不規則이며 Matrix 相互間의 分離가 明確치 않은 경우는 있다. 廻轉型 Switch로 Matrix型 構成이 可能한 以上 Cross-bar型의 長點은 Switch의 運動距離가 짧다는 點으로 歸結되며 Matrix 型回路가 Cross-bar型 Switch와 關係되는 것이 아니라 回路 自體는

Switch 型式과는 關係없는 獨立된 概念으로 分離된다.

空間分割型 Switch는 一般的으로 金屬接點으로 되어 있어 Switch 自體에는 方向性이 없으나 Traffic 理論에서는 方向性이 있는 것으로 看做하여 理論을 展開하고 있으며 入線, 出線, 完全線群, 不完全線群, 待時式, 即時式 等の 區分을 使用하여 通話 Switch의 呼處理量을 計算한다. 完全線群이라 함은 他 入線의 狀態에 關係없이 指定된 入線이 指定된 出線과 連結이 可能한 Switch Network를 말하며 所要 Switch 接點數가 많기 때문에 實際의 機器에서는 不完全線群을 使用하고 있다. 完全線群의 機器使用效率는 通話量에 따라 決定되며 Switch Network의 設計에서 通話量은 考慮할 必要가 없다. 着發 分離가 되지 않은 完全線群의 例는 그림 5와 같으며 單一段 Matrix로 構成한 경우는 그림 6, 三段構成으로 分割하여 Switch 接點數를 節約한 경우가 그림 7이다.



a) 廻轉式 Switch에 의한 完全線群

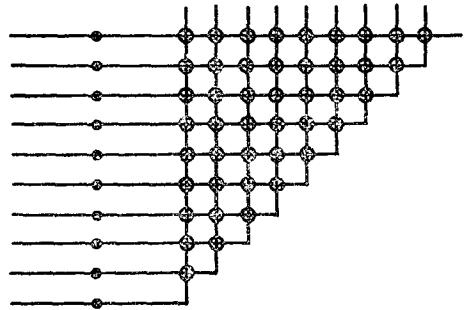
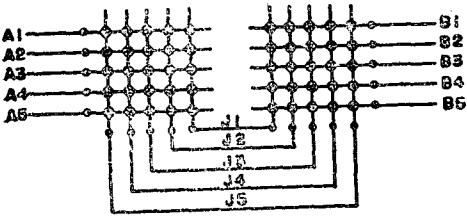
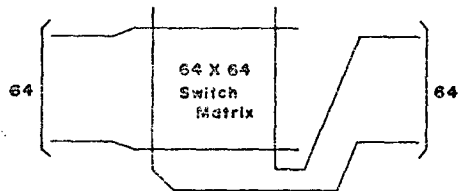


그림 5 發着分離하지 않은 完全線群



b) Cross-bar型 Switch에 의한 完全線群(再構成)

그림 4. 廻轉型 Switch와 Cross-bar型 Switch의 對應關係



64 X 64 = 4096 Crosspoint Switch

그림 6 單一段構成完全線群

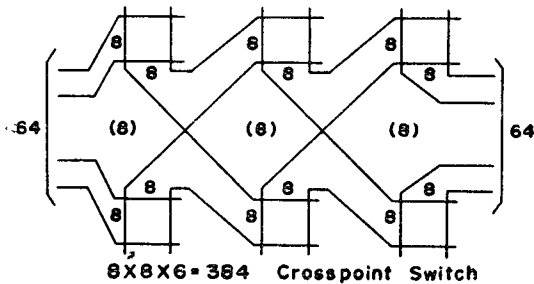


그림 7 三段構成完全線群

單一段 構成 着發分離에서는 接點數는 回線數의 自乘에 比例하여 增加하기 때문에 回線數가 큰 경우 使用할 수 없으며 Matrix를 分割해서 Switch 接點이 最小가 되게 해야 되는데 이때 單位 Matrix의 크기 및 段數에 따라 Network의 特性이 決定된다.

卽 時式 完全線群의 理論은 比較的 解를 求하기 쉽기 때문에 理論的으로 計算이 可能한 경우 도 있으나 一般的으로는 電子計算機를 使用한 模擬實驗에 依해 여러가지 變數를 最適化하고 있으며 現在 使用되고 있는 SD ESS의 경우 單位通話量當의 Crosspoint Switch數는 170~350 XPSW/Er. 程度이다. 이 數値는 裝置數量을 代表하기 때문에 交換機의 價格에 直接 影響을 주며 따라서 이 數値를 작게 하기 위해서 많은 努力을 傾注해 왔으나 最近에는 이 數値가 작아지면 通話量過負荷耐性이 惡化하며 機器增設單位가 커지고 變更融通性이 없어지는等 問題가 있음이 指摘되고 있어서 最適回路方式에서 이 數値가 어느程度라야 하는가에 對한 研究가 必要할 것이다. Network가 最適化되는 경우 回線數의 增加가 單位通話量當의 Switch數를 自乘으로 增加시키지는 않으며 어느程度 比例的인 關係가 있어서 回線數에 따라 Switch數가 增加하는 것이 事實이다. 最適化가 아닌 特定 Network에서

回線數가 增加할 경우 Switch數의 關係는 그림 8과 같으며 어떤 特定 Network型式을 指定할 때 그것이 經濟的으로 가장 有利한 領域이 있음을 알 수 있다.

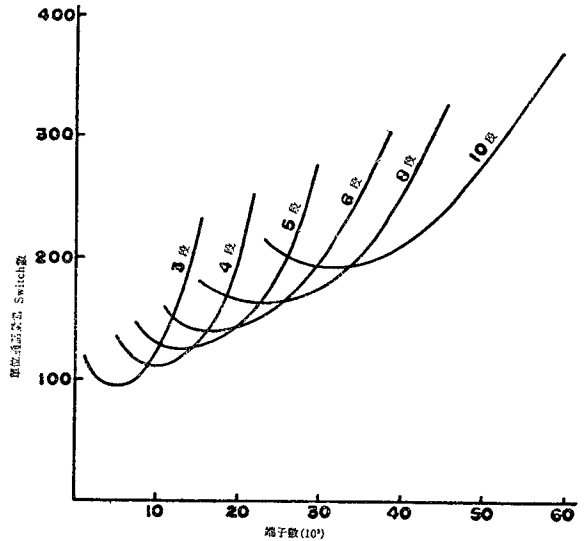


그림 8 總回線數對單位通話量當 Switch數

特定 Switch Network가 處理할 수 있는 呼量은 經路閉塞確率에 따라 다르며 그림 9와 같은

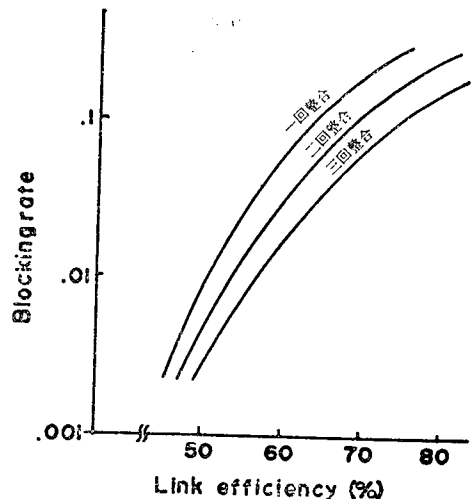


그림 9 Blockingrate 對 Link 効果

關係가 있다. 여기서 整合回數라 함은 搜索回數를 말하며 閉塞에 걸려도 再次 搜索해서 接續을 成功시키는 方式에 依해 接續確率을 增加시킬수 있음을 意味한다. 이 曲線의 傾斜가 急하면 急할수록 過負荷耐性이 나쁘다는 것을 意味하며 單位 Matrix가 작으면 작을수록 나빠지는 傾向이 있다. 經濟的으로 最適化한 Network에서는 大體로 閉塞確率 1%에서 効率 35~60% 程度에 있으며 이 數值가 中繼線使用率과 差가 클 境遇, 中繼線과의 連結을 위한 擴大 또는 縮小 Switch가 必要하게 되어 不經濟的이다. 中繼線使用率은 都市의 規模, 形態, 通信網의 構造 등에 依해 決定되며 大體로 40~75% (發信 Tandem을 使用하지 않은 경우) 程度이고 60~70% 程度를 最適值로 보고 있는 경우가 많아 Switch Network의 効率도 이 近邊에 두도록 한다면 中繼線 Switch 없이 바로 連結이 可能하게 된다.

大都市에서는 一般的으로 自國內通話量은 大端히 작으며 大部分의 通話가 中繼線으로 連結되기 때문에 Switch Network 全體로 보면 加入者부터 中繼線까지 均一한 通話容量을 갖는 것으로 볼 수 있으며 (細部的인 設計에서는 그렇지 않으나) 加入者側 線路는 回線當 通話量이

낮기 때문에 通話量濃縮을 위한 Switch가 必要하게 되는데 여기서도 一段 Switch로 濃縮하는 경우와 多段濃縮을 하는 경우와는 過負荷耐性에 影響이 있으며 最小加入者群當의 通話量이 너무 작게 設計되면 加入者通話量의 統計的 偏差를 許容할 수 없게되어 端子配分의 問題가 생긴다. 加入者線 通話量濃縮 Switch를 集線 Switch라고 부르며 여기 使用되는 基本 Switch Matrix가 너무 작으면 많은 問題가 發生하나 이 Matrix가 相當히 커서 最小加入者群當의 通話量이 $50E_r$ 을 超過하면 一段濃縮으로도 아무런 問題를 惹起시키지 않는다.

數萬程度의 加入者回線을 收容할 수 있는 端局 交換機의 잘 設計된 例를 들면 그림 10과 같으며 Line Link Network가 加入者側 Switch, Trunk Link Network가 中繼線 Switch이다. 이 例에서는 單位通話量當 Crosspoint Switch數가 240 程度, Link使用効率이 50~56%, 單一段集線, 最小加入者群當通話量 $5\sim 5.5E_r$ 程度이다.

加入者當 通話量이 一定할 경우 回線數와 交換機의 價格關係는 그림 11과 같으며 細部的으로 若干의 變化 및 만큼을 無視한다면 數% 以內的 誤差를 가지고 直線으로 代表시킬 수 있다

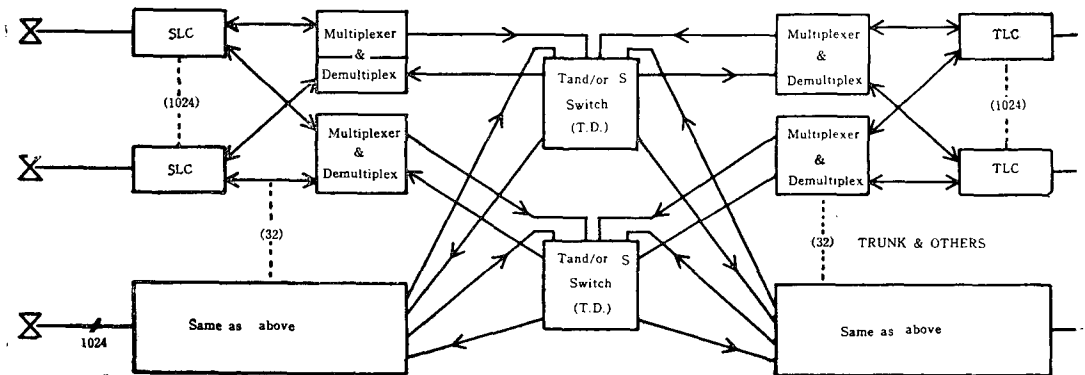


그림 10 8段 Switch 32,768 Link 不完全線群의 例 (D10交換機)

廻轉 Switch型 交換機는 初期價格이 零은 아니나 相當히 작아 原點을 지나는 것으로 볼 수 있으며 Mapping方式 SD ESS에서는 電子計算機가 相當히 커서 初期投資가 相當히 크고 機能의 相當部分을 Hardware로 處理하는 Making 방식에서는 電子計算機가 작아져서 Mapping 방식보다는 初期投資가 작다.

等이며 이中 ①~④까지가 全體의 60~75% 程度를 차지하고 있다. 그러나 純粹한 電子部品으로 計算하면 交換機 販賣價格의 30~40%에 지나지 않으며 附加價値比率이 높은 製品이라 할 수 있겠다.

7. 時分割方式 電子交換機

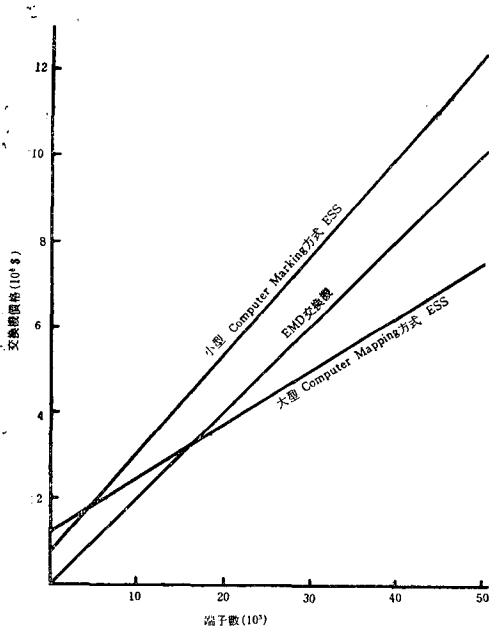


그림 11 回線數對交換機價格

SD ESS를 構成하는 主要部品을 羅列하면

- ① Reed Switch 素子
- ② 半導體部品
- ③ PCB
- ④ Connector類, 端子類
- ⑤ 水銀 Relay, 小型 Relay
- ⑥ 捲線部品, Trans類
- ⑦ 抵抗, 蓄電器等 受動部品
- ⑧ 電子計算機用 周邊機器
- ⑨ 電線, 케이블類
- ⑩ 其他

多重化 通信方式에는 時分割方式과 周波數分割方式의 二種이 있으며 이中 周波數分割方式은 傳送部門에서 主로 使用되어 오던 것으로 交換方式으로는 現在까지 그 可能性이 認定되지 못하고 있었으나 最近의 半導體技術 및 Phase Lock 방식에 依한 周波數合成技術의 發展으로 若干의 可能性이 보이기 시작하고 있다.

時分割方式에는 PAM, PWM, PPM, PCM DELTA 등의 방식이 있으며 이中 PCM만이 傳送에서 實用化되고 있다. 交換機로 實用化된 것은 傳送線路가 PCM化 된다는 前提아래 PCM 中繼交換機가 實用化되기 시작하고 있다. 端局 交換機로는 아직 典型的인 방식이라고 할만한 예는 없으며 다만 中繼線을 PCM으로 使用하는 限 中繼線으로는 PCM 信號를 내어보도록 構成할 必要가 있다. 電話用 個別音聲回線에 直接 PCM 信號를 보낼 경우 24CH과 32CH의 二種이 있으며 따라서 交換機에서는 이 信號方式에 맞는 信號를 내어보내거나 또는 이런 回線 4個 程度를 一組로하여 等價的으로 96回線 또는 128回線으로 取扱 連結하는 方法을 생각해야 된다. 이 問題는 空間分割方式에서 Link效率과 中繼線使用率 사이의 偏差問題와 類似한 性格의 問題로서 交換機 內部의 多重化 信號型式과 中繼線型式이 一致하지 않으면 그 사이에 變換裝置가 必要하며 그로인해 經濟的 損失을 가져온다.

時分割方式交換機의 加入者回線側에서 본 構成은 그림 12와 같으며 交換機 內에서는 4線式 處理를 하고 있다. 따라서 2線式-4線式 變換을 위해 Hybrid 回路가 必要하며 時分割方式의 本質인 Sample值 傳送에서 오는 周波數 Spectrum上的 諸 問題로 因해 Filter가 必要하다. 여기 使用되는 Filter는 周波數分割方式 같이 嚴格한 것은 아니나 一般 PCM에서 使用하는 8KHz 周期로 Sampling할 경우 3.4KHz에서 -3dB 以內 4~4.5KHz에서 적어도 37dB 以上の 減衰를 要하며 低廉한 價格으로 生産하기에는 問題가 있다. 24CH PCM 裝置에서도 역시 이와같은 問題가 있으며 裝置價格이 高價일 경우에는 別問題 없으나 價格을 낮추기 위해서는 重要한 問題이다.

PCM 信號는 音聲信號를 量子化하여 주어진 點에서의 振幅을 符號로 表示하고 있는데 振幅이 작은 경우는 極性を 包含해서 13Bit의 精度를 갖고 全體로는 8Bit의 符號가 되도록 非線形 壓縮을 하고 있기 때문에 PCM 信號를 그대로 Digital Filter로 處理할 수는 없다. 따라서 各回線마다 使用할 Filter를 Digital Filter로 共用化하기 위해서는 一但 符號를 伸張시켜 13Bit 符號로 바꾼 後 Filter를 通해야만 되며 送端側 Filter에는 別問題 없으나 受端側 Filter에서는 Demodulator

의 方式如何에 따라 Filter의 共用化에 問題가 있는 경우도 있다. 뿐만 아니라 Digital Filter는 符號의 加減乘除 處理 및 遲延處理에 依하고 있는데 高速乘除算器가 高價여서 Filter의 價格이 美貨 10,000弗을 超過하기는 簡單하다. 그러나 半導體工業의 發展은 大端히 빠른바 있어 早晚間 Digital Filter가 經濟的으로 더욱 有利한 立場이 될 수 있을 것으로 보이기 때문에 銳意注視할 必要가 있다.

符號化裝置는 一般的으로 CODEC이라 부르는데 音聲信號가 多重化된 後에 使用된다. 現在의 電子回路技術로 CODEC을 構成하는데 特別히 問題點은 없으나 高速 CODEC은 高度의 技術을 要하며 壓伸特性上 零電位點의 移動이 歪로 作用하기 때문에 零電位確保를 위해 慎重한 注意를 要한다. CODEC의 IC化에는 많은 努力이 傾注되고 있어서 最近에 1~2 Chip CODEC이 發賣되고 있으나 아직 實用化의 段階에 達했다고는 할 수 없으며 가까운 장래에 低廉한 價格으로 入手할 수 있을 날이 올것으로 期待된다. IC化에서의 問題點은 抵抗의 精密度 確保, 壓伸特性을 얻기 위한 抵抗值의 調整, D/A變換速度等이며 單一回線 CODEC같이 速度가 낮은 경우는 13Bit 變換後 符號變換을 하는 것이 더욱 有利할 수도 있다.

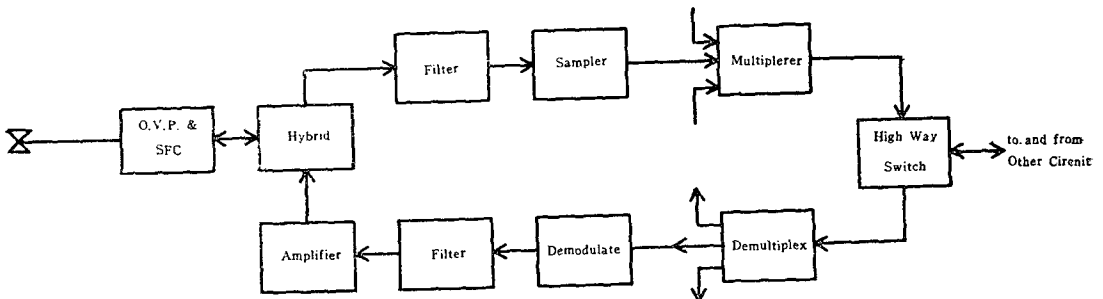


그림 12 時分割交換機加入者回路 Block圖

交換機全體의 Switch 構成의 例를 들면 그림 13과 같으며 多重化裝置로 Multiplexer, 信號分配를 위해서 Demultiplexer를 使用한다. 時分割方式交換機에서 흔히 使用하는 記號로 S-T-S, T-S-T같은 것이 있는데 S는 Space의 略字, T는 Time의 略字다, 여기서 Space Switch라 함은 空間分割方式의 Matrix Switch와 같은 回路이지만 信號가 多重化된 것이기 때문에 繼續 같은 通路가 連結된 것이 아니라 每 CH別로 接續이 變하는 Switch이다. Time Switch는 空間分割型에는 存在하지 않는 概念으로 같은 線위에서 信號의 時間軸上의 位置를 交換하는 裝置이기 때문에 接續을 바꾸는 概念이 아니다. Time Switch로는 半導體 Memory가 主로 使用되며 多入力—多出力型의 Memory를 構成 使用하기 때문에 S와 T의 複合體인 경우가 많다.

音聲信號를 Sampling하여 Multiplex한 最初의 段階에서는 어떤 PCM 裝置에서도 一般的

로 PAM 信號이며 多重化된 後 符號化하도록 構成되는데 이 때 PAM 信號의 狀態로 그대로 交換作業의 一部를 遂行할 수 있으며 더 積極적으로 PAM 信號를 Switching하기 便利한 PWM 또는 PPM 信號로 變換 使用하는 경우도 있다. 이런 方式에서는 中繼線으로 내보내기 直前에 PCM 符號로 變換시키며 交換機內에서 使用하는 信號形態는 設記者의 意向 및 能力에 따라 經濟的으로 가장 有利한 方式이 選定될 수 있다.

그림 13의 構成方式과는 달리 個別音聲回線에서 直接 PCM 符號로 變換한 後 多重化하는 方式도 一部에서 研究되고 있는데 이 때 符號化裝置의 價格을 低廉化하는 方案으로 (方案으로 DELTA) 變調를 거쳐 PCM으로 바꾸는 方式에 對해 研究되고 있다. 이 方式의 長點은 精密抵抗을 使用하지 않고 PCM 信號를 얻을 수 있어서 IC化에 便利하다는 點이나 아직 經濟的으로 採算性이 있는 段階에 到達하지 못한 것으로 생

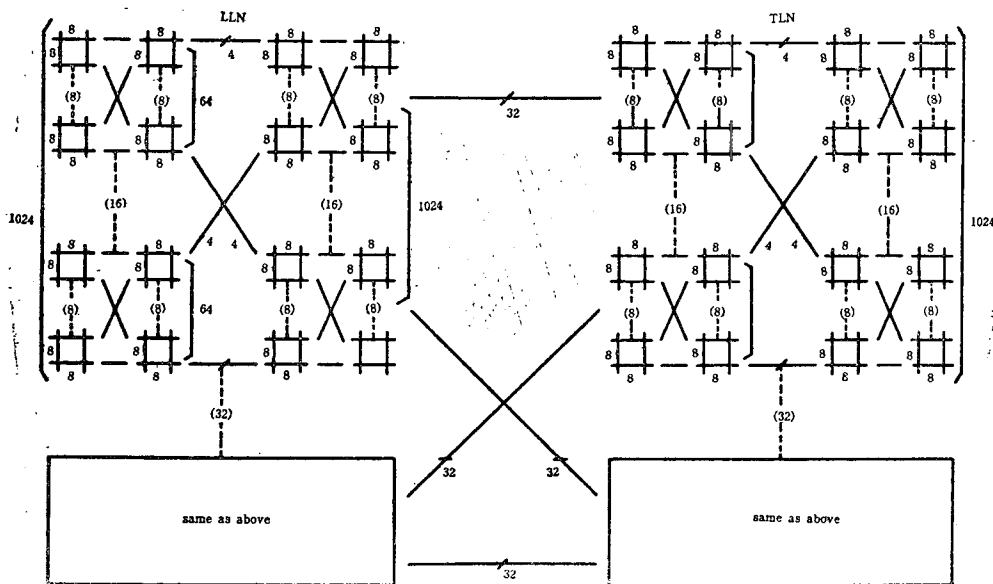


그림 13 時分割交換機通話路 Switch Block圖

각된다.

研究의 方向을 決定하는 過程에서 窮極의으로 到達할 目標가 個別端末에서부터 PCM 符號가 送受信된다는 것을 認定하더라도 그 目標에 到達하기 위한 研究단을 하며 實現될 때까지 얼마나 時間이 必要한가를 勘案하지 않는 方向을 擇한다면 中間階段을 밟지 않고 跳躍하려는 생각이 되어 危險할 뿐 아니라 結局 아무것도 實現시키지 못하는 研究가 될 것이다. 窮極의인 目標가 實現되기 前에 어떤 中間段階를 實現시켜야 하는가는 重要한 問題이며 時分端局交換機의 境遇도 完全分散交換機의 實用化에 앞서 集中交換에서 작은 交換機의 分散體制를 거쳐야 할 것으로 생각된다. 이 過程이 바로 Man-Hole Concentrator의 概念이며 1980年代 初半에는 實用化될 것으로 보인다.

8. BRSHT(問題)

全電子方式 交換機를 論할 경우 恒時 擡頭되는 有名한 文字로서 (BORSHT)라는 것이 있으며

B : Battery Feeding

O : Overvoltage Protection

R : Ringing

S : Supervision

H : Hybrid Circuit

T : Transmission Characteristics

의 頭文字만을 모은 것으로 어떤 Soup의 이름과 綴字가 같다고 한다. 이 6가지 問題는 從來의 有線技術에서는 問題가 되나 電子工學의 見地에서는 別 대수롭지 않은 問題도 있으며 解結을 위해 從來使用되어 오던 機器方式을 改造 代替함이 有利한 것도 있다. 以下 各 項에 對해 個別的으로 說明하기로 한다.

① Battery Feeding

電話器에는 送話 Microphone으로 炭素粒子型이 使用되고 있으며 여기에는 20~50mA 程度의 電流를 흘릴 必要가 있다. 炭素粒子型 Microphone은 變換效率이 높고 電力이 커서 增幅器없이도 充分히 受話器를 作動시킬 수 있는 長點이 있기 때문에 發明된 以後 100年間이나 使用되어 온 것으로 그 價値를 認定할만하나 이제 時代는 變했으며 漸次 다른 種類의 것으로 代替되어야 할 때가 가까운 것 같다. 이 電流를 交換機에서 供給하기 위해서 交換機側에는 直流抵抗 400 ohms, Inductance數 Henry의 Relay 捲線을 通해 48V의 電壓을 印加하고 있으며 電話器의 直流抵抗은 通話狀態에서 200Ohms 程度여서 線路抵抗이 零인 경우 約 80mA, 1.8 Kohms일 때 20mA가 흐른다. Inductance數 Henry가 必要한 理由는 이 Inductance가 線路에 並列로 들어가 線路特性 Impedance 900 Ohms에 對해 低域 遮斷特性을 나타내기 때문이며 이 Inductance는 發信側給電用 1個와 着信側給電用 1個의 2個가 使用되고 있다.

通話狀態 電話器 1臺當 平均 電力消費는 約 2W라고 볼 수 있어 大規模局의 경우 이 電力이 相當히 커지기 때문에 最近에는 定電流給電方式이 提案되고 있으며 電話器側의 炭素粒 Microphone을 Dynamic Microphone과 增幅器로 代置하여 低電力消費型 電話器가 研究되고 있다. 交換機가 現在와 같은 形態를 갖게 된 理由中에서 電話器의 構造로 因해 發生한 問題가 많이 있으며 過去 電子工業의 信賴度技術이 發展하지 못했던 時代에는 電話器에서 要求하는 信賴度を 電子機器로 充足시키지 못했던 것이 事實이다. 故로 因해 電話器의 形態가 100餘年間이나 根本的

인變化없이 사용되고 있었지만 오늘날의 電子部品の 信賴度水準은 民需用 部品일지라도 良質의 것은 MIL 規格에 簡單히 合格할 程度에 達했고 廉價의 部品이 多量生産되는 時代에 繼續炭素粒 Microphone에 執着할 必要는 없다.

電話器가 가지고 있는 機能을 小型 Transistor Radio와 直接 比較하기는 어려우나 複雜性으로 보면 後者가 前者보다 相當히 더 複雜하면서도 價格은 美貨 2弗 程度에 販賣되고 있음에 比해 電話器가 美貨 13~17弗 程度라는 것은 어디엔가 잘못이 있는 것 같은 感이 든다. 2弗 程度의 電話器가 있다고 할 때 3~5年間 使用後 廢棄하더라도 처음부터 15弗 程度의 電話器를 設置하는 것보다 簡便할 수 있을 것이다.

② Overvoltage Protection

過電壓流入問題는 從來의 交換機에서도 問題가 되던 것으로 여기에는 落雷誘導의 數萬 Volt로부터 3300V, 220V, 100V 電力線과의 短絡事故, 商用電力誘導 등이 있다. 過去에는 이 問題를 解決하기 위해서 Carbon Arrester와 Heat Coil을 使用해 왔으나 最近에는 Vacuum Arrester가 開發되었으며 더욱 最近 實用化된 ZNR 過電壓保護素子는 短時間의 경우 數千 Ampere의 電流를 吸收하는 能力이 있어 ZNR, Zener Diode, Fast Blow Fuse, 등의 組合으로 電子回路를 充分히 保護할 수 있을 것으로 생각되며 경우에 따라서는 SCR Crow-bar를 使用할 수도 있기 때문에 別 問題없이 解決될 수 있을 것으로 생각된다.

③ Ringing

從來 使用되어 온 方式은 80~120 Vrms 20Hz의 Ring down 信號를 加入者回線에 注入하던

方式이나 이것도 亦是 最近 電子技術의 發達로 Tone Ringer로 代替되어가고 있으며 Tone Ringer에서는 440과 480 Hz의 Tone을 混合하여 0 dBm 程度의 電力으로 加入者回線에 注入한다.

④ Supervision

이 單語는 우리말로 翻譯하면 監視라고 하는데 本來의 뜻이 使用하는 사람에 따라 약간 意味가 달라서 加入者 回線狀態監視(受話器를 들었는가 내려놓았는가의 狀態)와 加入者回線 故障監視의 두가지 뜻에 對해 明確히 區分하지 않고 使用하는 경우가 있다.

加入者狀態에 對해서는 回線電流監視로 알 수 있으며 典型的인 方式은 No.1 ESS에서 使用한 飽和磁束檢出方式이 있으며 그 外에 電壓降下檢出 등 多樣한 方式이 생각될 수 있다.

故障狀態監視에 對해서는 定期的으로 診斷裝置가 作動해서 檢出해야 되는데 가장 適切한 方式으로 생각되는 것은 診斷裝置에서 Sine波를 發生 注入하여 反射되어온 波形의 크기와 位相을 分析하는 方式이다. 이 때 周波數가 다른 여러가지 信號를 使用하므로써 線路의 短絡, 開放 故障 및 Switch의 故障까지도 判別할 수 있으며 電子方式이기 때문에 特別히 어려운 問題를 惹起하지는 않는다.

⑤ Hybrid 回路

Hybrid 回路로 過去에는 主로 Transformer를 使用하고 있었으나 最近에는 Active Hybrid에 對해 많이 研究하고 있으며 電子回路가 本質적으로 非平衡回路이기 때문에 Ballanced to Unballance 變換이 必要하다. 이 目的을 위해서 使用하는 Transformer는 TV에서 부르는 名稱대로 BALUN이라 부르는 것이 妥當할 것으로 생

각되며 여기에 加入者回線電流를 흘리지 않도록 設計하거나 또는 相殺方式을 使用하므로써 小形化할 수 있으며 數 Henry 程度의 Inductance를 갖는 Transformer를 美貨 0.7弗 程度로 入手하기는 容易하다.

⑥ Transmission Characteristics

여기 屬하는 問題는

- 周波數特性
- 非線形歪, 位相歪, Slewning, 混變調歪
- 群遲延
- 無信號時雜音
- Crosstalk

等이며 이들中 가장 技術的으로 어려운 問題는 無信號雜音과 Crosstalk이다. 無信號雜音에 對한 CCITT 勸告는 局用交換機의 경우 -70dB 程度이나 美國規格은 平均 -74dB로 되어 있으며 이 規格을 모든 回線에 對해 充足시킨다는 것은 相當한 技術的 經驗을 要한다. 이 問題만 解結된다면 其他의 特性은 特別한 경우가 아닌 限別 問題없이 處理될 수 있다.

9. 制御方式

順次制御式 廻轉 Switch型 交換機에서는 制御部가 通話 Switch와 一體化되어 있어 分離되지 않은 形態이나 共通制御方式으로 移轉되면서 漸次 分離되어 集中化되었다. 이런 傾向은 現在 實用化되고 있는 Mapping 방식 SD ESS에서 極大化하였으며 完全集中制御形態를 取하고 있어 集中化의 長點을 充分히 살리고 있으나 反面 集中化에서 오는 短點도 發見되어 最近에는 다시 分散制御의 長點을 再認識하게 되었다.

完全集中化의 短點은 方式 그 自體의 短點이

라기 보다 周邊技術과의 關係에서 생긴 問題 및 開發過程에서 오는 問題이다. 安全集中方式에서는 一般的으로 32 Bit 單語長의 Program에 200 KW 이상 必要하며 이만한 Program을 開發하여 實用化하는데 걸리는 時間이 너무 길어서 現代 電子工業 發展速度에서 볼 때 不當하게 舊型機器를 生産하게 된다는 點이 問題이며 또 한가지 問題는 半導體工業이 大量需要部品에 限해 低廉한 價格으로 供給할 수 있다는 性格이 強하다는 點에서 小型 Computer의 價格은 急激히 下落함에 反해 中大型 Computer의 價格은 서서히 下落한다는 經濟的 問題이다. 特히 Microprocessor의 實用化가 이 問題를 뚜렷하게 하였으며 開發時間이 오래 걸리고 不經濟的인 完全集中方式 보다는 機能分擔分散制御 또는 分割群分擔制御 方式으로 Computer를 小型化해서 Microprocessor로 機能을 遂行시키며 이렇게 해서 開發期間短縮과 經濟的 利益을 同時에 實現할 수 있다는 것이 立證되었기 때문에 앞으로 開發될 交換機는 이런 方向으로 갈 것이 確實하다고 할 수 있겠다.

機能分割 및 群分割方式으로 制御를 分散할 경우 얻어지는 利益으로 위에 言及한 것 以外에 機器의 Module化 및 Module의 獨立性 強化라는 長點과 分散方式이 本來부터 지니고 있던 信賴度의 強化라는 長點이 있다. 分散方式을 擇할 경우에도 主計算機를 두는 Master-Slave 形態와 完全分散方式의 二種이 생각되는데 完全分散方式은 Computer Network 構成技術이 어려워 처음에는 Master-Slave型이 實用化될 것으로 보인다.

10. 分散交換機

制御機能의 分散과는 別途로 Switch 自體의

分散에 對해 慎重한 檢討가 이루어지고 있는데 그 原因은 通信網에서 加入者回線施設의 費用이 相當히 큰 比重을 차지함에도 不拘하고 이 部分의 使用効率が 낮다는 데 있다. 주어진 地域에서 外部와의 接續을 위해 必要로하는 施設量은 그 地域의 全體 通話量과 施設使用効率, 通信網 構造等に 依해 決定되며 一般的으로 相當히 높은 効률을 나타내고 있으나 이것이 주어진 地域內의 加入者數와 直接 關係되지는 않고 따라서 加入者施設의 使用効率과는 別個 問題로 다룰 수 있다.

通信網投資의 적어도 40% 以上에 該當하는 部分의 使用効率が 0.1~0.2 程度밖에 안된다는 것은 經濟的 側面에서 보아 큰 損失이며 이 部分에서의 投資効率改善은 重要한 問題라 하겠다. 施設使用効률을 增加시킨다는 말은 곧 加入者에 가까운 곳에서 通話量濃縮을 한다는 뜻이며 投資効率改善이란 말은 使用効率が 낮은 機器施設에 對한 投資가 全體投資에서 차지하는 比重이 微微한 程度가 되도록 낮추어야 된다는 말이다. 더 直接的인 表現을 하면 數十加入者程度의 加入群을 形成, 이들에서 가장 가까운 距離에 通話量濃縮施設을 두고 여기서부터 本局까지의 線路施設 使用効률을 높이며 이 濃縮施設로부터 加入者 宅內機器까지의 距離를 短縮하고 線路費 節約方案(細線使用, 簡易建設 等)을 講究하며 宅內施設의 價格을 낮추어야 한다는 말이다.

이런 目標가 分明해진 以上 加入者 通話量濃縮施設을 어떻게 低廉한 價格으로 建設할 수 있는가가 問題인데 交換機는 그대로 두고 別途 施設을 한다는 것은 바람직하지 못한 것이 되기 때문에 交換機를 分割 分散시켜야 한다는 結論이 나온다. 그러나 從來 使用하던 交換機를 分割한 다 해도 그 外形이 相當히 커져서 小規模 局舍가

必要하게 된다면 施設費가 增加하고 維持保守費가 增加 經濟的으로 利得이 없다. 그러므로 이 目標를 達成하기 위해서는 濃縮施設이 充分히 작아져서 Man-Hole 또는 Hand-Hole에 設置할 수 있거나 또는 路邊의 우체통같은 形態로 設置될 수 있어야 하며 維持保守費를 節約하기 위해서 充分히 信賴도가 높을 뿐 아니라 遠隔自動點檢이 可能해야 된다.

이런 種類의 機器施設은 從來의 技術로는 生産이 不可能했으나 現在 또는 앞으로 2~3年 以內에 充分히 可能하게 될 것으로 展望되기 때문에 最近 이 論題에 對해 活潑히 討議되고 있으며 經濟的 技術的으로 可能性과 利益이 있는 以上 短時間內에 實用化될 것으로 보인다. 이런 概念이 交換機의 一次的인 分散이며 이 段階에서는 아직 本局 交換機에 對해서는 從來의 概念이 그대로 適用되고 있으나 近距離濃縮施設 相互間에 回線을 連結해서 濃縮施設부터 本局機器 사이의 効률을 더욱 높이고 回線網 信賴도를 높이기 위해 濃縮施設 相互間에 回線網이 形成되면 本局交換機의 機能中 一部가 濃縮施設側으로 移轉되며 이런 現象은 電話器에서 直接 PCM 信號를 取扱할 段階에 이르러서 完全히 機能分散型 交換網으로 發展될 것이다. 이 때 電話器 自體도 交換機能의 一部를 갖게되며 電話器에 連結되는 回線 自體가 多重化 信號線이 될 것이다.

11. 新技術의 導入

위에서 言及한 分散交換이 成立하기 위해서 可能하다고 생각되는 몇가지 假定이 있다. 첫째 Optical Fiber의 實用化, 둘째 Microprocessor의 低廉化 및 大量普及, 셋째 綜合端末機能을 갖는 電話器의 實用化, 넷째 統合通信網의 構成의

예가지가 그것이다.

Optical Fiber가 實用化될 것이라는 前提에는 다음과 같은 長點이 있기 때문이다.

- ① 極히 少量의 原料(km當 數 gram)가 必要할 뿐 아니라 無限한 資源이 있다.
 - ② Coaxial Cable 보다도 低損失 (1976年 6月 NTT 研究所에서 0.5 dB/km 實現)
 - ③ 帶域幅이 Cable에 依해 制限되지 않고 光電變換裝置에 依해 決定된다.
 - ④ 같은 傳送容量에서 斷面積이 Cable에 比해 數 10~數 100分の 1로 줄어든다(建設容易 經費節減)
 - ⑤ 電氣的 絕緣物이기 때문에 雜音誘導가 없다.
 - ⑥ 高電壓流入障礙가 發生하지 않는다. ㉑
 - ⑦ 從來의 Cable 技術로 多芯 Cable 生産可能等 많은 長點이 있으며 ㉒ 現在 實用化의 域에 到達한 것으로 생각되거나 또는 實用化 試驗段階에 와 있다. 그러나 아직 解決해야 될 問題는 많이 있으며
 - ① 低損失 Fiber의 再現性이 좋은 量産技術
 - ② 量産에 依한 價格 低廉化
 - ③ 連結을 위한 低損失 Connector類의 開發
 - ④ 單色光源의 壽命延長 및 高信賴度化
 - ⑤ LED와 Fiber의 連結效率改善(數十 MBit 以下)
 - ⑥ Optical Switch의 開發(光交換機)
- 等이 必要하나 이들 技術이 現在 Fiber를 使用하기 위해서 解決되어야만 한다는 意味는 아니며 지금 當場에라도 Fiber의 實用化試驗 建設을 할려고 한다면 할 수 있는 狀態에는 와 있다.
- Microprocessor에 對해서는 過去 Calculator가 보여준 過程과 같은 길을 걸을 것으로 생각되나 다만 다른 點이 있다면 Program 開發이라

는 問題點이 있어 Calculator와 같이 쉽게 普及되는 않을 것이라는 點이다. 그렇더라도 大量 需要가 있는 곳에서는 Calculator의 生産과 다를 바가 없으며 이 때 半導體工業의 特質이 遺憾없이 發揮되어 價格이 急激히 下落할 것은 分明하다.

電話器의 變革에 對해서는 앞에서도 言及하였거니와 優先 純粹한 音聲通話의 境遇에는 價格이 低廉化되어야 하겠다는 點을 들 수 있으며 다음으로 機能의 多樣化라는 點을 생각할 必要가 있다. 價格의 低廉化는 電子工業技術 및 半導體工業技術의 適用으로 實現될 수 있을 것이 確實視되며 機能의 多樣化라는 點은 Data 通信과 結付시켜 생각해야 될 것이다.

加入者가 Dial을 돌려 交換機를 움직이는 것은 一種의 原始的인 Data 通信이며 現在 普及되고 있는 DTMFPB 電話器는 若干 發展된 形態로 볼 수 있다. DTMF 방식이 開發되던 1950年代 後半 내지 1960年代 初半에는 그 방식이 最善의 방식이었을지 모르나 現在技術로 말하라면 ㉓ 積極的인 Data 通信裝置를 導入하더라도 電話器의 價格이 그것으로 因해 高價化하지 않을 可能性이 보이며 더욱 電話器內에 符號化 裝置를 設置하여 分散交換을 實現하는 지름길이 될 것이다. 이렇게 생각할 때 電話器의 機能에 ㉔ 簡單히 Data 通信機能이 附加될 수 있기 때문에 그로 因해 많은 追加用途가 생겨나며 따라서 通話爲主의 電話器에서 綜合端末로 變革이 오게 될 것이다.

이 段階에 到達하면 通信網은 ㉕ 必然的으로 여러가지 信號를 複合的으로 다루게 되며 따라서 統合通信網의 形態로 發展하게 되는데 여기서 取扱해야 될 情報量이 急激히 增加 傳送路의 情報帶域幅이 擴大되어야 하며 分散交換의 概念이 實現될 것이다.

12. 結 言

以上에서 制限된 紙面을 通해 有線通信技術의 過去發展過程, 電子交換機의 特質說明 및 앞으로의 發展方向에 對한 個入的인 意見에 對해 記述했는데 그 內容이 傳統的인 有線通信技術의 見地에서 보다는 電子工業的 側面에서 分析批判하여 傳統的인 見解와는 다른 視點에서 생각한 內容들이 包含되어 있을 것으로 보인다. 어리서

나 見解의 差는 있게 마련이며 이 見解의 差가 討議의 자리를 마련하고 發展의 契機가 된다는 點에서 오히려 積極的으로 考慮의 對象이 되기를 바라며 有線通信이란 概念에서 電子通信이란 概念으로 바뀌어 가려는 이 時點에서 電子工學을 專攻한 많은 優秀한 頭腦가 이 分野에 參與 새롭고 有益한 提案과 實現方案을 提示 國家通信網의 現代化가 하루라도 빨리 實現되기를 바라는 바이다.