VD4 による交流回路解析 (Exchange circuit analysis by VD4)

2003. 12/15 Ver 1.0



 $U\,R\,L$: www.onyx.dti.ne.jp/~eses/ E-mail : eses@onyx.dti.ne.jp

639 Yamanoboh - chyoh, Kashihara - city, Nara, 634-0071

<u>Printout: 2017/11/12 8:56</u> Date: 2003.12/09 TELEPHONE: 0744-21-6518

TELEPHONE: 0744-21-6518
FACSIMILE: 03-3241-5361

4	······ 目 次(Table of contents) ······
	1 VD4開発の目的(The purpose of VD4 development)
	2 インピーダンス合成(Composition of impedance)
	$ \frac{\dot{z}}{\left(\dot{Z}\right)^{n}} = \left(\dot{Z}_{1}\right)^{n} + \left(\dot{Z}_{2}\right)^{n} $
	2 T E 9 E I I I I I I I I I I
	2-3 直列回路の簡易計算による誤差(The error by simple calculation of a series circuit)
	$arepsilon=(1/\cos\phi)-1$
	(1) (3) (1)
	3 計算用回路図(The circuit diagram for calculation)
	3-1 回路図(The circuit diagram)
	3-2 計算手順(Calculation procedure)
	3-3 インピーダンス合成による計算(Calculation by impedance composition)
	4 VD4による計算(Calculation by VD4)
	4-1 VD4計算シート(VD4 Work sheet)
	4-2 VD4データ・シート(VD4 Data sheet)
	5 電気機器負荷表(Electric apparatus load list)
	5-1 電気機器負荷集計表(Electric apparatus load list summary sheet)
	5-2 電気機器負荷表(Electric apparatus load list)
	5-3 電気機器負荷データ・シート(Electric apparatus load list data sheet)
	6 VD4による交流回路解析(Exchange circuit analysis by VD4)
	6-1 短絡電流計算(Short-circuit current calculation)
	6-2 力率改善について(About a power factor improvement)
	6-3 直列リアクトルについて(About a series reactor)
	6-4 電気機器負荷表の信頼度(Reliability of load list)
	TEMPORAL TO THE PROPERTY OF TH
	7 電気設備の計画(The plan of electric equipment)
	8 電気設備の保守管理(Maintenance management of electric equipment)

URL: www.onyx.dti.ne.jp/~eses/E-mail:eses@onyx.dti.ne.jp

639 Yamanoboh - chyoh, Kashihara - city, Nara, 634-0071

<u>Printout: 2017/11/12 8:56</u> Date: 2003.12/13 TELEPHONE: 0744-21-651\$

FACSIMILE: 03-3241-5361

1 VD4開発の目的(The purpose of VD4 development) 1-1 電気設備の機能把握の現状 (The present condition of functional grasp of electric equipment) 電気設備の機能(電力供給能力、機器・配線の余裕度、適正電圧の維持、瞬時電圧降下による影響、力率 調整)を正しく把握することは、この電気設備の計画、施工、維持管理いずれの場合にも重要なことであり、 電気設備の安全性、経済性、負荷変動への対応等に連動する必要不可欠なことである。 10 11 しかし、電気設備の現状を見ると、正確に把握できているところは少なく、負荷に対して過大または過小 設備あるいは、適正電圧の維持が保たれていないと想われる設備が見受けられる。 13 14 適正電圧の維持に関しては、供給側の電力会社『電気供給約款取扱細則』によるもので、電気事業法施行 15 規則第四四条(供給電圧の適正維持)(低圧回路の供給電圧を定めたもの)とそもそも矛盾しているのが日本の 現状である。上記、第四四条を高圧および特別高圧の需要家が遵守しようとすれば自動電圧調整タップ切替 17 変圧器等の設備が必要となろう。 18 19 20 1-2 VD4の必要性(The necessity for VD4) 21 \triangleright 上記、電気設備の機能把握の方法として、交流回路解析が必要になる。そのために受電電圧の変動、配電 用変圧器の容量、力率改善用電力コンデンサの設置の有無、電気方式、配線方法、変動する負荷の特質等を 24 検討し、受変電設備以降、各負荷に至る配電網 (Power distribution network) を全体系 (Whole system)として 捉え、これを解析しなければならない。 26 27 この具体的手段としてオーム法(The Ohm method)によるインピーダンス合成計算を行い、各部位における 電圧値、電流値、力率、変圧器負荷率、変圧器電圧変動率、短絡電流等を正確に求めることとした。 29 30 このオーム法による解析の特徴は、公式 "E=IZ" のみによる簡単な作業である反面、インピーダンス 合成の煩雑な作業が伴うので、手計算では実用的ではないことは周知の通りです。そこで現在汎用性の高い、 米国マイクロソフト社の数表計算ソフト"Exce1"を採用することにより、最小入力手間と短時間での 33 計算処理が実現できた次第です。 34 35 1-3 著作権登録(Copyright registration) 37 西暦2000年を迎えるにあたり、VD2 (高圧回路解析)、VD3 (誘導電動機回路解析)とあわせて、この 39 交流回路解析 VD4 を著作権登録しました。VDシリーズのVDとは、電圧降下($Voltage\ drop$)の頭文字から 40 つけた愛称ですが、単に線路電圧降下の計算のみに止まらず、交流回路全般にわたる多様性にとんだ実務用 計算ソフトとして発展し続けることを期待します。 42 43 登録番号:P第6556号-1 平成11年(1999)11月26日 財団法人ソフトウェア情報センター

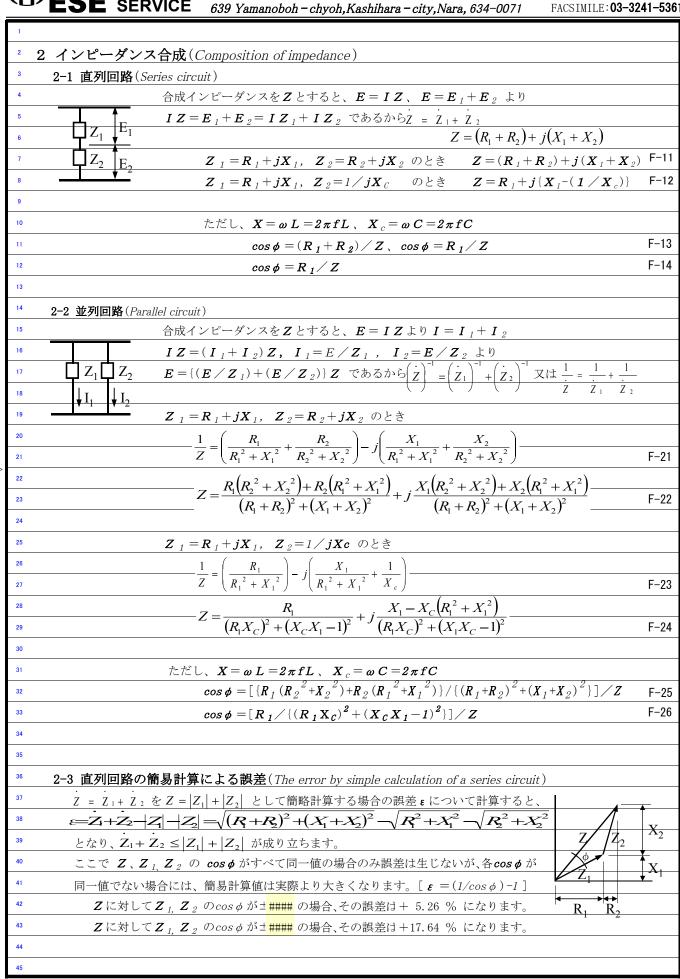
Electro Systems Engineering

ESE SERVICE

 $U\,R\,L$: www.onyx.dti.ne.jp/~eses/E-mail:eses@onyx.dti.ne.jp

<u>Printout: 2017/11/12 8:56</u> Date: 2003.12/09

TELEPHONE: 0744-21-6518
FACSIMILE: 03-3241-5361



No.

Electro Systems Engineering

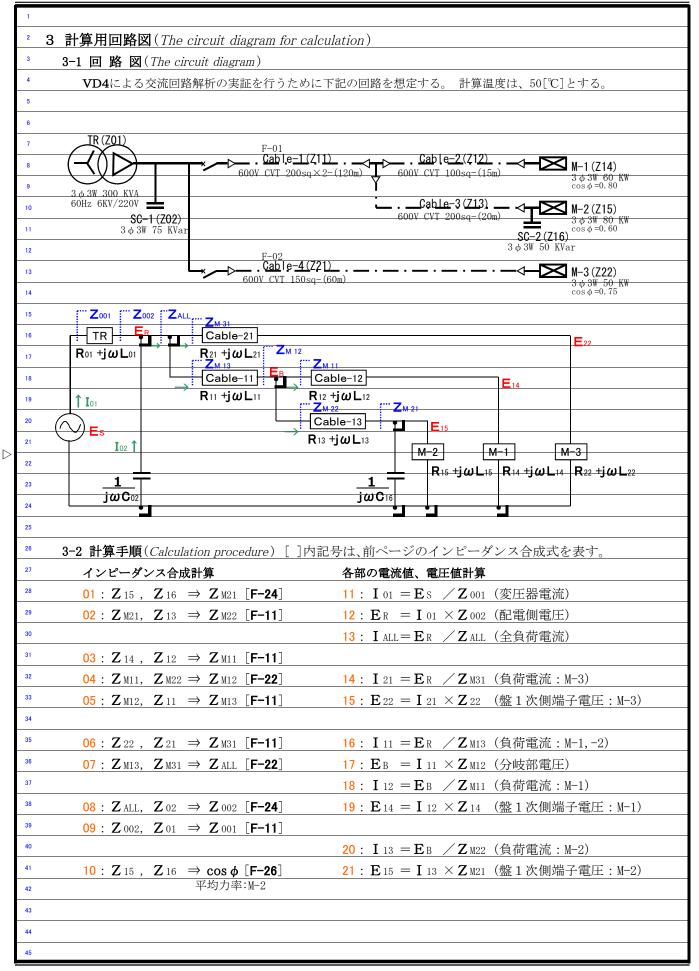
ESE SERVICE

URL: www.onyx.dti.ne.jp/~eses/E-mail: eses@onyx.dti.ne.jp

639 Yamanoboh - chyoh, Kashihara - city, Nara, 634-0071

<u>Printout: 2017/11/12 8:56</u> Date: 2003.12/10 TELEPHONE: 0744-21-6518

FACSIMILE: 03-3241-5361



Electro Systems Engineering URL: www.onyx.dti.ne.jp/ $^{\sim}$ eses/E-mail: eses@onyx.dti.ne.jp

E-mail: eses@onyx. ati. ne. jp

639 Yamanoboh - chyoh, Kashihara - city, Nara, 634-0071

Printout: 2017/11/12 8:56 Date: 2003.12/10 TELEPHONE: 0744-21-6515

FACSIMILE: 03-3241-5361

```
3-3 インピーダンス合成による計算(Calculation by impedance composition)
         01 : Z_{15}, Z_{16} \Rightarrow Z_{M21} [F-24]
                KW=80 \cos \phi = 0.6000 \mathbf{E}_{s}[V] = 220 SC[KVA] = 50 入力完了
                Z<sub>15</sub> 80[KW]/cos φ=80×10<sup>3</sup>/= 133333.3 [Ω] Z=E^2/[KVA]=0.363 [Ω]
               R15 = \sqrt{3} \cdot 2 \cdot \cos \phi = \sqrt{3} \cdot 0.363 [\Omega] \cdot 0.6 = 0.377241 [\Omega], \quad X14 = \sqrt{3} \cdot 0.363 [\Omega] \sqrt{(1-0.6^2)} \cdot 0.502988 [\Omega]
               Z 16 : Z=E^2/[KVar] = 220^2/(50·10^3) = 0.968000 [Ω], 1/X16=\sqrt{3} · 0.968 \rightarrow X16= 0.596436 [Ω]
                     Z_{M21} = R_{M21} + j X_{M21} とすると、 R_{15} = 0.377241 X_{15} = 0.502988 X_{16} = 0.596436
                            Z_{M21} = 0.697786 + j 0.494265 [\Omega]
         02 : Z_{M21}, Z_{13} \Rightarrow Z_{M22} [F-11]
             R[\Omega/Km] = 0.121 X[\Omega/Km] = 0.0845 計算温度[\mathbb{C}] = 50 ケーブル亘長[m] = 20 入力完了
               Z 13 : R13 = \sqrt{3} \cdot 0.121 \{1+0.00393 \cdot (50-20)\} / \{1+0.00393 \cdot (90-20)\} \cdot (20 \text{m}/1000 \text{m}) = 3.674808 \text{ [m $\Omega$]}
14
                     X13=\sqrt{3}\cdot 0.0845(60/50)\cdot (20m/1000m) = 3.512599 \text{ [m}\Omega]
                    \mathbf{Z} M22=\mathbf{R} M22+\mathbf{j} \mathbf{X} M22とすると、
                 R_{M21} = 0.697786 X_{M21} = 0.494265 R_{13} = 0.003675 X_{13} = 0.003513 \downarrow 0
17
                           \mathbf{Z}_{M22} = \mathbf{0.701461} + \mathbf{j} \quad \mathbf{0.497778} \quad [\Omega]
20
         03 : \mathbf{Z}_{14}, \ \mathbf{Z}_{12} \Rightarrow \mathbf{Z}_{M11} \ [\textbf{F-11}]
                KW = 60 \cos \phi = 0.8000 \mathbf{E}_{s}[V] = 220
                                                                                                     入力完了
               Z_{14} 60[KW]/cos φ=60×10<sup>3</sup>/= 75000 [Ω] Z=E^2/[KVA]=0.645333 [Ω]
               R14 = \sqrt{3} \cdot Z \cdot \cos \phi = \sqrt{3} \cdot 0.645 [\Omega] \cdot 0.8 = 0.8942 \qquad [\Omega], \quad X14 = \sqrt{3} \cdot 0.645 [\Omega] \sqrt{(1 - 0.8^2)} \cdot 0.67065 \quad [\Omega]
             R[Ω/Km]= 0.24 X[Ω/Km]= 0.0883 計算温度[℃]= 50 ケーブル亘長[m]= 15 入力完了
               Z 12 : R 12 = \sqrt{3} \cdot 0.24 \{1+0.00393 \cdot (50-20)\} / \{1+0.00393 \cdot (90-20)\} \cdot (15m/1000m) = 5.466657 [m\Omega]
                   X12=\sqrt{3}\cdot 0.0883(60/50)\cdot (15m/1000m) = 2.752922 \text{ [m}\Omega]
27
                   ZM11=RM11+jXM11とすると、
                  R_{14}= 0.8942 X_{14}= 0.67065 R_{12}= 0.005467 X_{12}= 0.002753 より、
                           Z_{M11} = 0.899667 + j 0.673403 [\Omega]
30
         04 : Z_{M11}, Z_{M22} \Rightarrow Z_{M12} [F-22]
33
                   \mathbf{Z}M12=\mathbf{R}M12+j\mathbf{X}M12とすると、
                 R_{M11} = 0.899667 X_{M11} = 0.673403 R_{M22} = 0.701461 X_{M22} = 0.497778 \downarrow 5
                           Z_{M12} = 0.394243 + j 0.286342 [\Omega]
37
         05 : Z_{M12}, Z_{11} \Rightarrow Z_{M13} [F-11]
             R[\Omega/Km] = 0.121 X[\Omega/Km] = 0.0845 計算温度[C] = 50 ケーブル互長[m] = 120 入力完了
               Z11: R13=\sqrt{3}\cdot 0.121\{1+0.00393\cdot(50-20)\}/\{1+0.00393\cdot(90-20)\}\cdot(120/1000)\cdot(1/2)=11.02443 [mQ]
                     X11=\sqrt{3}\cdot 0.0845(60/50)\cdot (120/1000)\cdot (1/2) = 10.5378 \text{ [m}\Omega
42
                   \mathbf{Z}M13=\mathbf{R}M13+j\mathbf{X}M13とすると、
43
                  R_{11} = 0.011024 X_{11} = 0.010538 R_{M12} = 0.394243 X_{M12} = 0.286342 \mbox{$\downarrow$} \mbox{$\downarrow$}
                            \mathbf{Z}_{\text{M13}} = \mathbf{0.405268} + \mathbf{j} \quad \mathbf{0.29688} \quad [\Omega]
```

Electro Systems Engineering URL: www.onyx.dti.ne.jp/ $^{\sim}$ eses/E-mail: eses@onyx.dti.ne.jp

ESE SERVICE 639 Yamanoboh - chyoh, Kashihara - city, Nara, 634-0071

Printout: 2017/11/12 8:56 Date: 2003.12/10 TELEPHONE: 0744-21-6515 FACSIMILE: 03-3241-5361

```
06 : \mathbf{Z}_{22}, \mathbf{Z}_{21} \Rightarrow \mathbf{Z}_{M31} [\mathbf{F-11}]
              KW = 50 \cos \phi = 0.7500 \mathbf{E}_{s}[V] = 220
                                                                                           入力完了
              R22=\sqrt{3}\cdot 2\cdot \cos\phi = \sqrt{3}\cdot 0.726[\Omega]\cdot 0.750.943102[\Omega], \quad X22=\sqrt{3}\cdot 0.726[\Omega]\sqrt{(1-0.75^2)} \cdot 0.831737[\Omega]
            R[Q/Km]= 0.159 X[Q/Km]= 0.0839 計算温度[℃]= 50 ケーブル亘長[m]= 60 入力完了
              Z21: R21=\sqrt{3}\cdot 0.159\{1+0.00393\cdot(50-20)\}/\{1+0.00393\cdot(90-20)\}\cdot(60\text{m}/1000\text{m}) = 14.48664 \text{ [m}\Omega\text{]}
                   X21=\sqrt{3\cdot0.0839(60/50)\cdot(60m/1000m)}=10.46297 [m \Omega]
                  \mathbf{Z} M31=\mathbf{R} M31+\mathbf{j} \mathbf{X} M31とすると、
                11
                        \mathbf{Z} M31 = \mathbf{0.957588} + \mathbf{j} \quad \mathbf{0.8422} \quad [\Omega]
        07: \mathbf{Z} \text{ M13}, \mathbf{Z} \text{ M31} \Rightarrow \mathbf{Z} \text{ ALL } [\mathbf{F-22}]
14
             ZALL=RALL+jXALLとすると、
               R_{M13} = 0.405268 \quad X_{M13} = 0.29688 \quad R_{M31} = 0.957588 \quad X_{M31} = 0.8422
                        Z_{ALL} = 0.285511 + j 0.220409 [\Omega]
17
        08 : Z_{ALL}, Z_{02} \Rightarrow Z_{002} [F-24]
                                                 E<sub>s</sub>[V]= 220 SC[KVA]= 75 入力完了
20
              Z 02 : Z=E^2/[KVar] = 220^2/(75 \cdot 10^3) = 0.645333 \quad [\Omega], 1/X02 = \sqrt{3} \cdot 0.645 \rightarrow X02 = 0.894654 \quad [\Omega]
                  Z002=R002+jX002とすると、 RALL= 0.285511 XALL= 0.220409 X02= 0.894654
                          Z_{002} = 0.402269 + j 0.146554 [\Omega]
        09 : \mathbf{Z}_{002}, \mathbf{Z}_{01} \Rightarrow \mathbf{Z}_{001} [\mathbf{F-11}]
         Z 01 : Z=E^2/[KVar] = 220^2/(300 \cdot 10^3) 0.161333 [\Omega]
27
               R01 = \sqrt{3} \cdot 0. \ 1613 \cdot (1.41/100) = \quad \textbf{0.00394} \quad [\Omega] \qquad , \quad X01 = \sqrt{3} \cdot 0. \ 1613 \cdot (3.26/100) = \quad \textbf{0.00911} \quad [\Omega] 
              \mathbf{Z}_{001} = \mathbf{0.406209} + \mathbf{j} \quad \mathbf{0.155664} \quad [\Omega]
30
        10 : Z 15 , Z 16 ⇒ \cos \phi [F-26]
33
           R_{15} = 0.377241 X_{15} = 0.502988 X_{16} = 0.596436 Z_{M21} = 0.697786 + j 0.494265 [\Omega] より
                 \cos \phi = 0.81602
35
37
        11: I_{01} = E_S / Z_{001} (変圧器電流)
                    Z_{001} = 0.406209 + j 0.155664 [\Omega] E_s[V] = 220 入力完了
39
                   I 01= 505.7306 [A]
40
        12: \mathbf{E}_{R} = \mathbf{I}_{01} \times \mathbf{Z}_{002}(配電側電圧)
42
                    Z_{002} = 0.402269 + j 0.146554 [\Omega] I 01[A] = 505.7306 [A]
43
                    \mathbf{E}_{R} = 216.5205 \text{ [V]}
```

 \triangleright

URL: www.onyx.dti.ne.jp/~eses/

E-mail: eses@onyx. dti. ne. jp

639 Yamanoboh - chyoh, Kashihara - city, Nara, 634-0071

Printout: 2017/11/12 8:56

Date: 2003.12/10

TELEPHONE: 0744-21-6515

FACSIMILE: 03-3241-5361

13: **I** ALL = **E** R / **Z** ALL (全負荷電流) Z ALL = 0. 285511 + j 0. 220409 [Ω] E R = 216. 5205 [V] I ALL = 600.297 [A] **14**: **I** 21 = **E** R / **Z** M31 (負荷電流: M−3) ${f Z}$ M31 = 0.957588 + ${f j}$ 0.8422 [Ω] ${f E}$ R = 216.5205 [V] $I_{21} = 169.786$ [A] 11 15: **E**22 = **I**21 × **Z**22 (盤1次側端子電圧: M-3) $\mathbf{Z}_{22} = \mathbf{0.943102} + \mathbf{j} \quad \mathbf{0.831737} \quad [\Omega] \qquad \qquad \mathbf{I}_{21} = \mathbf{169.786} \quad [A]$ 13 **E** 22= **213.5006** [V] 14 15 **16**: **I** 11 = **E** R / **Z** M13 (負荷電流: M−1, −2) 17 $Z_{M13} = 0.405268 + j 0.29688$ [Ω] $E_{R} = 216.5205$ [V] 18 $I_{11} = 430.9948$ [A] 20 $17: \mathbf{E}_{B} = \mathbf{I}_{11} \times \mathbf{Z}_{M12}$ (分岐部電圧) \mathbf{Z} M12= 0.394243 + j 0.286342 [Ω] I 11= 430.9948 [A] $E_{B} = 210.0053$ [V] **18**: **I** 12 = **E** B / **Z** M11 (負荷電流: M−1) $Z_{M11} = 0.899667 + j 0.673403 [\Omega]$ $E_B = 210.0053 [V]$ 26 I 12= 186.8747 [A] 27 **19**: $\mathbf{E}_{14} = \mathbf{I}_{12} \times \mathbf{Z}_{14}$ (盤 1 次側端子電圧: M-1) \mathbf{Z} 14= 0.8942 + j 0.67065 [Ω] I 12= 186.8747 [A] 30 $E_{14} = 208.8792$ [V] 33 **20**: **I** 13 = **E** B / **Z** M22 (負荷電流: M−2) $Z_{M22} = 0.701461 + j 0.497778 [\Omega]$ $E_{B} = 210.0053 [V]$ 35 I 13= 244. 1542 [A] 37 **21**: **E** 15 = **I** 13 × **Z** M21 (盤 1 次側端子電圧: M-2) $Z_{M21} = 0.697786 + j 0.494265 [\Omega]$ I 13= 244.1542 [A] 39 $\mathbf{E}_{15} = 208.7773$ [V] 42 上記、1~21の手計算結果が次ページ 4-1 VD4計算シートの各値と一致していることを確認した。 手計算に必要な各データは、*VD4* データ・シートの値を採用した。

2003/12/11 Ver1.0 配電側機器 負 荷 側 機 器 選 定 電 線 -1 選定電線-2 配電側 負 荷 側 配電側 電気方式 電源電圧Es 電力変圧器 SCR 負荷 設 備容 布設方法 布設方法 電圧 **E**L[V] 主幹開閉器 SC 名 電圧 ER [V 電流 [L[A] 形式台数容量 系 統番 号 適用区間 容 量 許容電流 許容雷流 考 φW 負荷 Z_L[Ω] 公称 条 亘 長 亘長 全負荷電流[/ **E**L/**E**s[%] 電流 Ic[A] 数 [A] 断面 [m] [A] 断面 [m] 電流 [Kvar] 周波数 [Hz] % Z [Kvar] 負荷種別 効 率 力率 $R L [\Omega]$ 変圧器電流[A (E-EL)/Es[% 累計 出力 入力 需要率 容量 / 定格電流 X₁ 「Ω] 平均力率 Z c1 (低圧幹線) Z c2 (低圧分岐幹線) -AF -AT 計算温度 റേടക [KVA] **Df** 分岐部電圧[$\mathbf{Z}_{n1}(\mathbf{L}_{n}+\mathbf{C}_{Ln})$ η 60.0 1.000 0.800 75.00 1.00 196.8 216.52 [V] 208.88 [V] 186.87 [A] M-1oad factor of TR-1 3 ø 3 W 220 1.1178 600V CV-T 600V CV-T 屋外形CB 3.552 64.23 % 空調動力 600.30 [A] 94.9451 [%] 75.0 動力配電盤(TR-1) 600.30 [A] ΓR-1 voltage rate of change 60.0 [Hz] 300.0 [KVA] 600 500 0.8942 200.0 2 120.0[m] 100.0 1 15.0[m] 505.73 [A] 5, 0549 [%] ~M-1動力盤 8000 3.47 [V] 1.58% 50.0 [°C] 787. 3 [A] 0.6707 0.8942 + j 0.6707 [Ω] 11.0244 + j 10.5378 [mΩ] $5.4667 + i 2.7529 \text{ m}\Omega$ 208.78 [V] 244.15 [A] 80.0 | 1.000 | 0.600 | 133.33 | 1.00 0.6287 50.0 600V CV-T 気中配管 生産動力 F-01幹線分岐P-Box 244.15 [A] ~M-2動力盤 200.0 1 20.0[m] 0.8160 50.0 [°C] 0.6978 + j 0.4943 [Ω] 0.5030 213.50 [V] M-3 50.0 1.000 0.750 66.67 1.00 175.0 216.52 [V] 169.79 [A] 1.2575 600V CV-T 屋外形CB 生産動力 97. 0457 [%] F-02 動力配電盤(TR-1) 0.9431 150.0 1 60.0[m] 2. 9543 [%] 225 225 ~M-3動力盤 50.0 [°C] 0.8317 14.4866 + j 10.4630 [mΩ] 0.9431 + j 0.8317 [Ω] 60.0 1.000 0.800 75.00 1.00 196.8 209.43 [V] 187.37 [A] Load factor of TR-1 600V CV-T 600V CV-T 1.1178 気中配管 3 ¢ 3 W 220 屋外形CB 3,552 62.07 % 空調動力 601.89 [A] 95. 1977 [%] 動力配電盤(TR-1) 100.0 601.89 [A] 300.0 [KVA] 200.0 2 120.0[m] 600 500 TR-1 voltage rate of change 60.0 [Hz] 0.8942 100.0 1 15.0[m] 488.71 [A] 4, 8023 [%] ~M-1動力盤 8000 0.6707 2.9 [V] 1.31% 50.0 [°C] 787 3 [A] 1.0244 + i 10.5378 $0.8942 + i \ 0.6707 \ \Omega$ 80.0 1.000 0.600 133.33 1.00 349.9 209.33 [V] 244.80 [A] M-20.6287 600V CV-T 気中配管 F-01幹線分岐P-Box 生産動力 244.80 [A] ~M-2動力盤 200.0 1 20.0[m 4.8487 [%] 0.8160 50.0 [°C] 0.5030 $3.6748 + i 3.5126 \text{ [m }\Omega$ 0.6978 + j 0.4943 [Ω] 214.07 [V] 170.24 [A] M-3 50.0 1.000 0.750 66.67 1.00 175.0 217.10 [V] 1.2575 600V CV-T 屋外形CB 生産動力 97.3039 [% F-02 動力配電盤(TR-1) 0.9431 150.0 1 60.0[m] 2.6961 [%] 225 225 ~M-3動力盤 7500 50.0 [°C] 0.8317 14 4866 + i 10 4630 fm Ω 0.9431 + j 0.8317 [Ω] M-1 60.0 1.000 0.800 75.00 1.00 196.8 145.32 [V] 140.19 [V] 125.43 [A] Load factor of TR-1 3 φ 3 W 220 V 油入自冷 1.1178 600V CV-T 600V CV-T 気中配管 屋外形CB 3.552 空調動力 8393.15 [A] 63. 7249 [% F-01 動力配電盤(TR-1) 75.0 8393.15 [A] 60.0 [Hz] 300.0 [KVA] 200.0 2 120.0[m] 600 500 ΓR-1 voltage rate of change 0.8942 100.0 1 15.0[m] 8317.63 [A] ~M-1動力盤 50.0 [°C] 787. 3 [A] 0.6707 1.0244 + j 10.5378 [m Ω] 0.8942 + j 0.6707 [Ω] 74.67 [V] 33.94% 140.13 [V] 163.87 [A] 80.0 | 1.000 | 0.600 | 133.33 | 1.00 | 349.9 M-20.6287 600V CV-T 気中配管 F-01幹線分岐P-Box 生産動力 163.87 [A] ~M-2動力盤 200.0 1 20.0[m] 6.3062 [%] 50.0 [°C] 0.5030 140 95 [V 0.6978 + M-31.000 0.750 145.32 [V] .51 [V] 8103.88 [A] 0.0001 屋外形CB 生産動力 0.2316 [% MCCB-3P 8.1038 [KA] F-02 動力配電盤(TR-1) 150.0 1 60.0[m] 99, 7684 [%] 225 225 ~M-3動力盤 0.7500 14.4866 + j 10.4630 [m Ω] 50.0 [°C] 0.0000 $0.0 + i \ 0.0000 \ \Gamma \Omega$ 回路図 メモ. _Cable_11. ~ . _ . / | Z₁₄ | Z₁₃ | Z₁₂ | R_{C21} + | ω L_{C21} | Cable - 21 | Cable - 21 | 幹線 T'Z11 $\underbrace{Cable_{-1}^{0}}_{Cable_{-1}} \underbrace{\underbrace{Cable_{-2}^{0}}_{CL_{1}}}_{Cbble_{-1}} \underbrace{L_{1}(R_{L_{1}} + j\omega L_{L_{1}})}_{Cbble_{-1}}$ TR-Rτr +jωLτr ACG $\begin{array}{c|c} & & & \\ \hline & & \\$ - **J**I C1 Cable-12 Cable-22 .Ç<u>able</u>_-ı₃ ___.Y Racg+jωLacg ₩c2 __. Cable-2n____Ln(RLn+jwLL r Zn3 Γ Zn2 n _ Rc2n +jωLc2n T₁₀₂ Rein +jwLein Rezn +jwLezn Cable -in 低圧幹線 低圧分岐幹線 分電盤 JI cn Ln 配電側電圧 ER = Io2 Zo1 [V] 全負荷電流 Io1=ER/ Z14 [A] _1 = L1 L2 1 = 分岐部電圧 E_{B1}=(Z₀₁•Z₁₃)·E_S/(Z₀₂•Z₁₄) jωCR jωCLn jωCL2 jωC∟ı 負荷側電圧 **E**L1 = (**Z**01***Z**13***Z**11) · Es/(**Z**02*****Z14*****Z12) [V] 負荷電流-1 L1=(Z01·Z13)·Es/(Z02·Z14·Z12) ESE-VD4 Terminal voltage 4-1 VD4計算シート(Calculation by VD4) 物件名称 Electro Systems Engineering SERVICE 交流回路解析計算 K, Sakai -01

ご注		FOLI-		*= 00	1 A T U	MEOUL		*= 00	1 4 2 1 1	LCOLL-		*==	1 d T U	Meou	⇒	n // d	ラ <i>ル白 h</i> ケ \	⇒	2001/	0) / T	→
<u>容量</u> 10 20 30 50 75 100 150 200 300 500	か油人 % R 2.0100 1.7700 1.5600 1.4300 1.5300 1.5400 1.4100 1.3500 1.3100 1.1100	% X 1.7400 1.8200 2.3700 2.2700 1.9500 2.2900 2.3600 2.7000 3.7000 4.1100	% Z 2.6585 2.5388 2.8373 2.6829 2.4786 2.7597 2.7491 3.04187 3.9251 4.2573	<u>黎</u> 上 森 容 量 10 20 30 50 75 100 150 200 300	96 R 2.7200 1.9900 1.5600 1.8100 1.5400 1.5700 1.4100 1.3500 1.1100	96 X 3.5000 4.6400 4.2800 3.5400 3.6000 3.8800 4.3300 4.8800 4.9900	96 Z 4.4327 5.0487 4.5554 3.9759 3.9156 4.1856 4.5538 5.0633 5.1120	<u>変圧器</u> 容量 10 20 30 50 75 100 150 200 300 500	1 夕油入 % R 1.9200 1.6800 1.5100 1.3900 1.4300 1.4200 1.3700 1.3100 1.2900 1.1000	96 X 1.9300 2.0400 2.6000 2.5500 2.1500 2.5400 2.7300 3.1400 4.2800 4.7500	% Z 2.7224 2.6427 3.0067 2.9042 2.5821 2.9100 3.0545 3.4023 4.4702 4.8757	<u>変圧器</u> 容量 10 20 30 50 75 100 150 200 300	1 ゆモール 96 R 2.7200 1.9900 1.5600 1.8100 1.5400 1.5700 1.4100 1.3500 1.1100	96 X 3.5000 4.6400 4.2800 3.5400 3.6000 3.8800 4.3300 4.8800 4.9900	96 Z 4.4327 5.0487 4.5554 3.9759 3.9156 4.1856 4.5538 5.0633 5.1120		 線管) 交流導体 抗(60°C) Ω/Km] 10.7000 6.0200 3.8500 2.6700 1.5000 0.9530 0.5630 0.3510 0.2090 0.1370 0.1070 		公称 3	CV-T 交流導体 抗(90°C) [Ω/Km] 3.0100 1.7100 1.0800 0.6260 0.3970 0.2400 0.1590 0.1210 0.0981 0.0765 0.0634	リアクタンス (50Hz)
変圧器 容量	3 <i>φ</i> 油入[% R	50Hz] % X	⇒ % Z	変圧器 容量	3 φモール % R	⊩[50Hz] % X	⇒ % Z	変圧器 容量	3∮油入 % R	[60Hz] % X	⇒ % Z	変圧器 容量	3 φモール % R	% X	⇒ % Z	250.0 325.0	0.0840 0.0666	0.0724 0.0719	500.0 600.0	0.0520 0.0448	0.0795 0.0785
20 30 50 75 100 150 200 300 500 750 1000	2.1400 1.9100 1.8100 1.7800 1.7800 1.6100 1.6300 1.5000 1.2500 1.3100 1.1900	0.9800 1.0900 1.3100 1.7300 1.7400 1.9100 2.6000 2.8200 4.9600 4.9200 5.0200	2.3537 2.1991 2.2343 2.4822 2.4537 2.4980 3.0687 3.1941 4.2481 5.0914 5.1591	20 30 50 75 100 150 200 300 500	3.3900 2.8300 1.9800 1.7000 1.8700 1.5700 1.4900 1.0700	2.8200 2.4900 3.1000 3.6000 3.8300 4.3500 4.4300 4.0900	4.4096 3.7695 3.6784 3.9812 4.2621 4.2320 4.5981 4.6582 4.2276	20 30 50 75 100 200 300 500 7500 1000	1.9700 1.7800 1.7000 1.6400 1.5000 1.5300 1.4100 1.1800 1.2400 1.1200	1.0100 1.2400 1.4600 1.9300 2.1200 2.9000 3.2600 4.6100 5.3500 5.6800	2.2138 2.1693 2.2409 2.5327 2.5070 3.2789 3.5519 4.7586 5.4918 5.7894	20 30 50 75 100 150 200 300 500	3.1600 2.8400 1.9300 1.6600 1.9100 1.5600 1.4400 1.3400 1.0600	3.0300 3.1100 3.1200 4.1700 4.4000 4.6900 4.8800 5.0700 5.4700	4.3780 4.2116 3.6687 4.4883 4.7967 4.9426 5.0880 5.2441 5.5718	公称	V-2C/3C 交流導体 抵抗(90°C) [Ω/Km] 12.0000 6.7600 4.3400 0.6260 0.3970 0.2400 0.1590 0.1210 0.0985 0.0771	J7/9×2 (50Hz) [Ω/Km] 0.0992 0.0914 0.0870 0.0828 0.0820 0.0771 0.0773 0.0777 0.0747 0.0757 0.0742 0.0725	公称 3	SER 交流導体 5抗(90°C) [Ω/Km]	(50Hz)
																4-	-2				
																V	D4 ラ	データ	・シー	ート	

電	気機器	器 負	荷ま	€(集	計表	<u>:</u>)	承 認 検 印 Electro S	vstems E	作 成ngineerin	g Service							l ī.	D4 によ oad lis	t 隹	計 表	 ¥析
一 次 側 配線番号	変 電 設 備 名 称		変 定格容量			型式	全 ([KW]	争荷容	量 [KVA]	就 需 [KW]	単相コン 要負荷容 「KVar]	ィデンサ 予量 「KVA]	トなし 変 圧 器 負荷率[%]	進 需 [KW]	相コンデ 要負荷名 「KVar]	デンサ言 [KVA]	設 置(変圧器 変 圧 器 負荷率[%]	B二次側設置 SC 容量 S 「KVar]	置) SR 容量 「KVar]	備	考
特高-52F01	No.1 S/S		[KVA] 300	[V]		油入自冷却式								190.0		202.7		125.00	0.00	2003.12/	12作成
																					-
(合計)			[KVA]				[KW]	[KVar]			[KVar]			[KW]	[KVar]			[KVar]	[KVar]		

一次側	記線 No. 4	持高-52F01	3 φ 3W 60[H	z] 全負荷 [KW]	190.0	i i	相コンプ	デンサな	し	進	相コンラ	ブンサ設	置	(注)進相 器の 進相 二 125.	コンデン	サは変圧	物件名称					
変電設(一次側:	備名称 母線 No.	No.1 S/S	2次電圧 220	OV 全負荷 [KVar V] 全負荷 [KVA	195.8	変圧: 需要を	器負荷率 可効電力	[KW]	90. 94 190. 0	変圧: 需要を	器負荷率 了効電力	[%]	67. 58 190. 0	器の	二次側にアンサンサント	設置する <u>。</u> ナ	5-2 V	D4 によ		回路解		
新設						需要無	₩効電力[KVar]	195. 8	需要無	₭効電力[KVar]	70. 8	125.	00	[KVar]	電気	幾器負荷	苛表	2002.0	7/31 V	er 2.0
変圧を	器番号	IK-I	300 [KVA		却式	需要原	女相電力 均負荷力	[KVA] 率	272. 8 0. 696	平	と相電力 均負荷力	率	202. 7 0. 937	直列リ	アクトル					ngineer		
幹線番号		京 負荷記号	負	带 名 称	負荷の 種 類	定格出力	ム※	効 率	動計算(%) 負荷率	任 効率	意入力(力 率	%) 負荷率	実負荷 「KW]	入力 「KVA]	負荷	需要率	需要 [KW]	需要 [KVar]	需要 「KVA]	備	考
) (1		do attracti			00.00					100.00	00.00	100.00	20.00				20.00	45.00			
F-01	M-1		空調動力		IM-4P	60.00	1				100.00		100.00	60.00			1.00	60.00		75.00		
	M-2		生産動力		others	80.00	1				100.00	60.00	100.00	80.00			1.00	80.00	106.67	133.33	208.3[KV	A](Df=1)
F-02	M-3		生産動力		IM-4P	50.00	1				100.00	75.00	100.00	50.00			1.00	50.00	44.10	66.67	66.6[KV	A](Df=1)
		1																				
																	-					
		1			1												-					

- 注-1) 誘導電動機の平均負荷率は、必要軸馬力[KW]×(1+余裕度[%])より直上位を選定したものとして算出した。 注-2) 誘導電動機の負荷率に対する効率および力率は、負荷率50%,75%,100%の各値より直線比例計算で求めた。

設計余裕度[%]→ 10

50Hz	z-200V			誘導電	動機の	効率・力	率 (50H2	z-200V)	
出力	負荷率		力率(%)	50%	負荷時	75%	負荷時	100%	負荷時
KW	具例平	劝平(70)	刀平(70)	効率(%)	力率(%)	効率(%)	力率(%)	効率(%)	力率(%)
0.15									
0.20	79. 55	71. 95	65. 02	68.1	50.8	71.9	63.4	72.2	72.3
0.40	68. 18	75. 98	65.83	74.6	57.1	76.5	69.1	76.0	77.8
0.75	69. 70	80.49	65. 41	78.6	55.4	81.0	68.1	80.5	76.0
1.50	68. 18	82. 37	63. 59	80.7	54.5	83.0	67.0	83.1	75.1
2.20	76. 45	86. 67	72. 20	85.4	59.6	86.7	71.8	86.1	78.7
3.70	72. 48	87. 04	72. 49	86.5	61.7	87.1	73.7	86.3	80.4
5.50	76. 03	89. 28	75. 88	88.3	63.4	89.3	75.6	88.9	82.4
7.50	78. 79	89. 42	78. 39	88.8	65.3	89.5	77.5	89.0	83.4
11.00	76. 45	91.88	76. 46	91.3	64.7	91.9	76.1	91.5	82.3
15.00	78. 79	92. 27	78. 38	91.6	66.3	92.3	77.5	92.1	83.3
18.50	82. 31	92.80	78. 13	91.9	64.5	92.8	76.4	92.8	82.3
22.00	83. 68	93.06	81.60	92.7	69.1	93.2	80.0	92.8	84.6
30.00	78. 79	92. 92	80. 01	92.7	68.1	93.0	79.3	92.5	84.0
37.00	82. 31	94.00	85. 59	93.9	77.1	94.2	84.8	93.5	87.5
45.00	82. 83	92.84	82. 28	92.4	70.7	92.9	81.0	92.7	85.1
55.00	82. 64	94. 01	80. 87	93.9	68.4	94.1	79.0	93.8	85.1
						-			

		_		
60Hz	z-220V			誘
出力 KW	負荷率	効率(%)	力率(%)	50 効率
0.15				
0.20	79. 55	75. 09	64. 63	7
0.40	68. 18	78. 60	66. 51	7
0.75	69. 70	83. 21	66. 27	8
1.50	68. 18	85. 18	57. 21	8
2.20	76. 45	88. 59	73. 18	8
3.70	72. 48	88. 41	73. 02	8
5.50	76. 03	90. 20	77. 63	8
7.50	78. 79	90. 45	79. 37	8
11.00	76. 45	92. 59	77. 73	9
15.00	78. 79	92. 68	80. 11	9
18.50	82. 31	93. 23	80.08	9
22.00	83. 68	93. 53	82. 65	9
30.00	78. 79	93. 28	82. 24	9
37.00	82. 31	93.65	86. 52	9
45.00	82.83	93. 71	84. 86	9
55.00	82. 64	94. 54	83. 58	9

誘導電	動機の刻	効率・力	率 (60H2	z-200V)	
50%	負荷時	75%	負荷時	100%	負荷時
効率(%)	力率(%)	効率(%)	力率(%)	効率(%)	力率(%)
71.1	51.2	75.0	63.1	75.5	71.5
77.0	58.0	79.2	69.7	78.8	77.2
81.4	56.5	83.7	68.9	83.3	76.2
83.8	55.1	85.7	58.0	85.8	75.9
87.4	61.0	88.6	72.8	88.5	79.4
87.6	62.5	88.5	74.2	88.1	80.6
89.0	66.1	90.2	77.4	90.1	83.0
89.6	67.5	90.5	78.6	90.2	83.7
92.0	67.4	92.6	77.4	92.4	83.1
91.8	68.4	92.7	79.4	92.6	84.1
92.3	67.7	93.2	78.5	93.3	83.9
92.9	71.8	93.6	81.3	93.4	85.2
92.6	72.1	93.3	81.6	93.2	85.8
93.1	79.1	93.8	85.7	93.3	88.5
93.2	75.5	93.8	83.8	93.5	87.2
94.1	73.0	94.6	82.2	94.4	86.7

5-3 データ・シート

 \triangleright

URL: www.onyx.dti.ne.jp/~eses/ E-mail:eses@onyx.dti.ne.jp

639 Yamanoboh - chyoh, Kashihara - city, Nara, 634-0071

<u>Printout: 2017/11/12 8:56</u> Date: 2003.12/13 TELEPHONE: 0744-21-651E FACSIMILE: 03-3241-5361

6 VD4による交流回路解析(Exchange circuit analysis by VD4) 下記 6-1, 6-2 の記述は、VD4計算シートで各入力値を修正すれば実行できます。変更したい項目を 修正して計算結果の出力値と計算速度を実感して下さい。 7 6-1 短絡電流計算(Short-circuit current calculation) 4-1 VD4計算シートの負荷側機器-出力KW(セル番号[P58])の"50"[KW]を"1000000"[KW]とすると、 現場盤(M-3)の一次側における短絡電流(対称値)8.1038[KA]が求められます。また、出力KWを "100000"[KW]とすると、7.9375[KA]となり、このときの短絡事故による接触抵抗は、0.0005+j0.0004[Ω] 11 になります。 次に、変圧器二次側における短絡電流(対称値)を求めるには、F-02 幹線ケーブルの亘長を \ref{prop} 0 \ref{prop} [m]と すると、22.0374[KA]が備考欄に出力されます。(セル番号:Z60,AL59 参照) 14 15 16 17 6-2 力率改善について(About a power factor improvement) 18 **4-1 VD4**計算シートの配電側機器**SC**_R(セル番号[N18])の"75"[Kvar]を"DEL"とすると、次の値が変化します。 ① 全負荷電流[A]:600.30 → 595.55(減) ② 配電側電圧[V]: 216.52 → 214.81(減) 20 ③ 変圧器電流[A]: 505.73 → 595.55(増) ④ 変 圧 器 負荷率(Load factor of TR) [%]: 64. 23 75.67(増) ⑤ 変圧器電圧変動率(Voltage rate of change)[%]:1.58 (3.47[V]) → 2.35 (5.19[V]) (増) 23 ⑥ M-1負荷側一次電圧[V]: 208. 88 → 207. 23 負荷電流[A]: 186. 87 → 185. 40 (減) 24 M-2負荷側一次電圧[V]: 208.78 → 207.13 負荷電流[A]: 244.15 → 242.22 (減) M-3負荷側一次電圧[V]: 213.50 → 211.81 負荷電流[A]: 169.79 → 168.44 (減) 26 27 次に、この**SC**_Rを"100"[Kvar]にすると、上記の値は逆に増減変化します。 Column (行) No. 34~45参照。 29 30 31 6-3 直列リアクトルについて(About a series reactor) VD4では、直列リアクトルの入力は不要です。直列リアクトルが設置されている場合、その電力コンデ 33 ンサには、リアクトルに相当する容量が見込まれているため計算に考慮する必要はない。 34 35 36 37 6-4 電気機器負荷表の信頼度(Reliability of load list) 電気機器負荷表は、負荷の特質を把握する目的で作成します。従って配線による線路インピーダンス降下は 39 考慮されておりません。VD4 の負荷側機器 "負荷電流" が配電用変圧器の電圧変動率を無視し、定格電圧に 40 対する参考値として表示されているが、実際の負荷電流値は、これより小さい値になる。このことからも電気 機器負荷表(Load list)の変圧器負荷率は、実際より大きめの値(64.23% → 67.58%)となっている。 42 43

 $U\,R\,L$: www.onyx.dti.ne.jp/~eses/ E-mail : eses@onyx.dti.ne.jp

639 Yamanoboh - chyoh, Kashihara - city, Nara, 634-0071

Printout: 2017/11/12 8:56

Date: 2003.12/13

TELEPHONE: 0744-21-6515

FACSIMILE: 03-3241-5361

3	7 電気設備の計画(The plan of electric equipment)
4	7-1 基本計画(Master plan)
5	VD4、Road list により、次の基本計画書、検討書が作成できます。
6	① 電気機器負荷表による配電用変圧器の台数・定格容量の想定。
7	② 受電方式・受電電圧の決定、電気方式の想定。
8	③ 力率改善方式の想定。
9	④ 高低圧幹線の回路数・幹線サイズの想定。
10	
11	7-2 実施計画(Enforcement plan)
12	$VD4$ 、 $Road\ list\ $ により、次の実施設計のデータ・ベースが作成できます。
13	① 電気機器負荷表による配電用変圧器の台数・定格容量の決定。
14	② 電気方式の決定と各現場盤一次側の端子電圧・負荷電流の想定。
15	③ 力率改善方式の決定と改善力率の想定。
16	④ 高低圧幹線の回路数・幹線サイズの決定と幹線余裕度の想定。
17	
18	
19	
20 8	8 電気設備の保守管理(Maintenance management of electric equipment)
21	
22	8-1 各種模擬工事(Various imitation construction)
23	VD4 により、次の模擬工事が行えます。
24	① 受電電圧変更に伴う配電用変圧器のタップ調整、電気方式の変更工事。
25	② 配電用変圧器・力率改善用電力コンデンサの新設、増設、撤去、取替工事。
26	③ 負荷容量変更に伴う幹線ケーブルのルート変更工事、布設替工事。
27	④ 必要個所における短絡試験(対称値)
28	
29	8-2 各種診断テスト(Various diagnostic tests)
30	VD4 により、次の診断テストが行えます。
31	① 負荷特性変更に伴う変圧器容量、配線容量チェック。
32	② 幹線ケーブルの余裕度と負荷容量増加に伴う対応策チェック。
	③ 周囲温度の見直しによる端子電圧のチェック、力率改善用電力コンデンサ容量・最低力率チェック。
33	④ 不明になっている古い幹線ケーブルの亘長を計算することにより、そのルートを推察する等。
34	
34	8-3 カルテ[データ・ベース]登録(Karte [Data base] registration)
34 35 36	8-3 カルテ[データ・ベース]登録(Karte [Data base] registration) VD4 により、現状の電気設備をデータ・ベース化し、将来の増改築工事、機器更新工事等に素早く対応
34 35 36 37	
34 35 36 37 38	VD4 により、現状の電気設備をデータ・ベース化し、将来の増改築工事、機器更新工事等に素早く対応
34 35 36 37 38 39	VD4 により、現状の電気設備をデータ・ベース化し、将来の増改築工事、機器更新工事等に素早く対応することこそ電気設備の安全かつ効率的運用(病気の予防)を図る観点から重要と想われます。さらにVD4
34 35 36 37 38 39	VD4 により、現状の電気設備をデータ・ベース化し、将来の増改築工事、機器更新工事等に素早く対応することこそ電気設備の安全かつ効率的運用(病気の予防)を図る観点から重要と想われます。さらにVD4
34 35 36 37 38 39 40	VD4 により、現状の電気設備をデータ・ベース化し、将来の増改築工事、機器更新工事等に素早く対応することこそ電気設備の安全かつ効率的運用(病気の予防)を図る観点から重要と想われます。さらにVD4
333 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43	VD4 により、現状の電気設備をデータ・ベース化し、将来の増改築工事、機器更新工事等に素早く対応することこそ電気設備の安全かつ効率的運用(病気の予防)を図る観点から重要と想われます。さらにVD4