



*Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Escuela Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla*



**Proyecto Fin de Carrera**

Curso 2009/10

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE AT/BT PARA BIBLIOTECA PÚBLICA.

---

- MEMORIA DESCRIPTIVA -

**J. Alberto García Bravo**  
**52319342-T**



## INDICE

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. OBJETO DEL PROYECTO.....</b>                                  | <b>6</b>  |
| <b>2. EMPLAZAMIENTO.....</b>                                        | <b>6</b>  |
| <b>3. PETICIONARIO.....</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>4. ANTECEDENTES.....</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>5. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....</b>                             | <b>6</b>  |
| <b>6. NATURALEZA DEL SUMINISTRO.....</b>                            | <b>8</b>  |
| <b>7. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN kVA. ....</b> | <b>9</b>  |
| 7.1. PREVISION DE CARGAS EN SUMINISTRO NORMAL. ....                 | 9         |
| 7.2. PREVISION DE CARGA DEL GRUPO ELECTRÓGENO.....                  | 9         |
| 7.2.1. ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....                                 | 10        |
| <b>8. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....</b>                     | <b>10</b> |
| 8.1. LÍNEA DE ALTA TENSION Y ACOMETIDA.....                         | 10        |
| 8.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....                                  | 11        |
| 8.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL.....                            | 12        |
| 8.2.1.1. Local.....                                                 | 12        |
| 8.2.1.1.1. Características del local.....                           | 12        |
| 8.2.1.2. Características Celdas SM6.....                            | 14        |
| 8.2.1.2.1. Características de la red de alimentación.....           | 14        |
| 8.2.1.2.2. Características de la aparamenta de alta tensión.....    | 15        |
| 8.2.1.3. Características material vario de alta tensión. ....       | 18        |
| 8.2.1.4. Características de la aparamenta de baja tensión.....      | 18        |
| 8.2.1.5. Medida de la energía eléctrica.....                        | 18        |
| 8.2.2. PUESTA A TIERRA.....                                         | 19        |
| 8.2.2.1. Tierra de Protección.....                                  | 19        |
| 8.2.2.2. Tierra de Servicio.....                                    | 19        |
| 8.2.3. INSTALACIONES SECUNDARIAS.....                               | 20        |
| 8.2.3.1. Alumbrado.....                                             | 20        |
| 8.2.3.2. Protección contra Incendios.....                           | 20        |
| 8.2.3.3. Ventilación.....                                           | 20        |
| 8.2.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....                                    | 21        |
| 8.2.4.1. Seguridad en celdas SM6.....                               | 21        |



|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>8.3. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.</b>                                         | 21 |
| <b>8.4. GRUPO ELECTRÓGENO.</b>                                                  | 22 |
| <b>8.5. RECEPTORES.</b>                                                         | 25 |
| <b>8.6. CONDUCTORES DE DISTRIBUCIÓN.</b>                                        | 40 |
| 8.6.1. CÁLCULOS DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN AL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN.   | 40 |
| 8.6.2. CÁLCULOS DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN AL CUADRO GENERAL DE EMERGENCIA.   | 42 |
| 8.6.3. LÍNEAS DE ENLACE ENTRE CGP Y LOS GRUPOS DE MOTORES Y BOMBAS.             | 43 |
| 8.6.4. LÍNEAS DE ENLACE ENTRE CGP Y CUADROS SECUNDARIOS.                        | 45 |
| 8.6.5. SALIDAS DESDE LOS CUADROS SECUNDARIOS A CONSUMOS.                        | 46 |
| 8.6.6. CIRCUITO DE ALUMBRADO EXTERIOR.                                          | 50 |
| <b>8.7. PROTECCIONES EN EL CUADRO PRINCIPAL DE BAJA TENSIÓN.</b>                | 52 |
| 8.7.1. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO GENERAL DEL CGP.                                  | 52 |
| 8.7.2. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN A LOS CUADROS SECUNDARIOS. | 52 |
| 8.7.2.1. Cuadro Planta Baja (C1).                                               | 52 |
| 8.7.2.2. Cuadro Primera Planta (C2).                                            | 53 |
| 8.7.2.3. Cuadro Segunda Planta (C3).                                            | 53 |
| 8.7.2.4. Cuadro Alumbrado Emergencia Planta Baja (C1E).                         | 53 |
| 8.7.2.5. Cuadro Alumbrado Emergencia Primera Planta (C2E).                      | 53 |
| 8.7.2.6. Cuadro Alumbrado Emergencia Segunda Planta (C3E).                      | 54 |
| 8.7.3. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO LÍNEAS DE MOTORES Y BOMBAS.                       | 54 |
| 8.7.3.1. Motor del Ascensor (C4).                                               | 54 |
| 8.7.3.2. Bombas de Calefacción (C5, C6 y C7).                                   | 54 |
| 8.7.3.3. Bomba del Sistema Contra-Incendios (C8).                               | 55 |
| 8.7.4. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO ALUMBRADO ESPECIALES.                             | 55 |
| 8.7.4.1. Alumbrado Escaleras (C8).                                              | 55 |
| 8.7.4.2. Alumbrado Exterior (C9).                                               | 55 |
| <b>8.8. PROTECCIONES EN LOS CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN.</b>              | 56 |
| 8.8.1. CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA.                                           | 56 |
| 8.8.1.1. Interruptores automáticos principal en el cuadro secundario.           | 56 |
| 8.8.1.2. Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Fuerza.                  | 56 |
| 8.8.1.3. Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Alumbrado.               | 56 |
| 8.8.1.4. Diferenciales.                                                         | 57 |



|                                                           |                                                                          |           |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 8.8.1.5.                                                  | Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Alumbrado Emergencia. .... | 58        |
| 8.8.2.                                                    | CUADRO SECUNDARIO PRIMERA PLANTA. ....                                   | 58        |
| 8.8.2.1.                                                  | Interruptores automáticos principal en el cuadro secundario. ....        | 58        |
| 8.8.2.2.                                                  | Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Fuerza. ....               | 59        |
| 8.8.2.3.                                                  | Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Alumbrado. ....            | 59        |
| 8.8.2.4.                                                  | Diferenciales. ....                                                      | 59        |
| 8.8.2.5.                                                  | Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Alumbrado Emergencia. .... | 60        |
| 8.8.3.                                                    | CUADRO SECUNDARIO SEGUNDA PLANTA. ....                                   | 61        |
| 8.8.3.1.                                                  | Interruptores automáticos principal en el cuadro secundario. ....        | 61        |
| 8.8.3.2.                                                  | Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Fuerza: ....               | 61        |
| 8.8.3.3.                                                  | Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Alumbrado: ....            | 62        |
| 8.8.3.4.                                                  | Diferenciales. ....                                                      | 62        |
| 8.8.3.5.                                                  | Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) para Alumbrado Emergencia. .... | 63        |
| <b>8.9.</b>                                               | <b>MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE. ....</b>                             | <b>64</b> |
| <b>8.10.</b>                                              | <b>PUESTA A TIERRA. ....</b>                                             | <b>64</b> |
| 8.10.1.                                                   | PARTES DE LA PUESTA A TIERRA. ....                                       | 65        |
| 8.10.2.                                                   | ELEMENTOS QUE SE CONECTAN A UNA PUESTA A TIERRA. ....                    | 65        |
| 8.10.3.                                                   | DISEÑO DE LAS LÍNEAS DE TIERRA. ....                                     | 66        |
| 8.10.4.                                                   | MONTAJE DE LAS LÍNEAS DE TIERRA. ....                                    | 67        |
| <b>8.11.</b>                                              | <b>CONMUTADOR DE REDES. ....</b>                                         | <b>67</b> |
| <b>8.12.</b>                                              | <b>COMPENSACIÓN DE LA ENERGIA REACTIVA. ....</b>                         | <b>68</b> |
| 8.12.1.                                                   | BATERIA DE COMPENSACIÓN DE REACTIVA. ....                                | 68        |
| <b>8.13.</b>                                              | <b>PARARAYOS. ....</b>                                                   | <b>69</b> |
| <b>8.14.</b>                                              | <b>ALUMBRADO. ....</b>                                                   | <b>70</b> |
| 8.14.1.                                                   | ALUMBRADO INTERIOR. ....                                                 | 70        |
| 8.14.1.1.                                                 | Iluminación adoptada en las diferentes zonas de la biblioteca. ....      | 71        |
| 8.14.2.                                                   | ALUMBRADO EXTERIOR. ....                                                 | 72        |
| 8.14.2.1.                                                 | Iluminación Exterior instalada en la Biblioteca. ....                    | 72        |
| <b>9.</b>                                                 | <b>NORMAS Y REGLAMENTOS. ....</b>                                        | <b>72</b> |
| <b>9.1.</b>                                               | <b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS. ....</b>                                    | <b>72</b> |
| <b>9.2.</b>                                               | <b>PROTECCIÓN. ....</b>                                                  | <b>75</b> |
| <b>ANEXO A: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. ....</b> |                                                                          | <b>77</b> |
| <b>A.1.</b>                                               | <b>OBJETO. ....</b>                                                      | <b>77</b> |
| <b>A.2.</b>                                               | <b>CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA. ....</b>                        | <b>77</b> |



|                                                                          |                                                                 |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>A.2.1.</b>                                                            | <b>DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.....</b>                  | <b>78</b> |
| <b>A.2.2.</b>                                                            | <b>SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....</b>                     | <b>78</b> |
| <b>A.2.4.</b>                                                            | <b>SERVICIOS HIGIÉNICOS.....</b>                                | <b>78</b> |
| <b>A.2.5.</b>                                                            | <b>SERVIDUMBRE Y CONDICIONANTES. ....</b>                       | <b>78</b> |
| <b>A.3.</b>                                                              | <b>RIESGOS LABORABLES EVITABLES. ....</b>                       | <b>78</b> |
| <b>A.4.</b>                                                              | <b>RIESGOS LABORABLES NO ELIMINABLES.....</b>                   | <b>79</b> |
| <b>A.4.1.</b>                                                            | <b>TODA LA OBRA.....</b>                                        | <b>79</b> |
| <b>A.4.2.</b>                                                            | <b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....</b>                              | <b>80</b> |
| <b>A.4.3.</b>                                                            | <b>MONTAJE Y PUESTA EN TENSIÓN.....</b>                         | <b>81</b> |
| A.4.3.1.                                                                 | DESCARGA Y MONTAJE DE ELEMENTOS PREFABRICADOS.....              | 81        |
| A.4.3.2.                                                                 | PUESTA EN TENSIÓN.....                                          | 81        |
| <b>A.5.</b>                                                              | <b>TRABAJOS LABORABLES ESPECIALES.....</b>                      | <b>82</b> |
| <b>A.6.</b>                                                              | <b>INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA. ....</b> | <b>82</b> |
| <b>A.7.</b>                                                              | <b>PREVISIONES PARA TRABAJOS POSTERIORES. ....</b>              | <b>83</b> |
| <b>A.8.</b>                                                              | <b>NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA.....</b>           | <b>83</b> |
| <b>ANEXO B: BIBLIOGRAFIA.....</b>                                        |                                                                 | <b>85</b> |
| <b>ANEXO C: HOJAS DE ESPECIFICACIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.....</b> |                                                                 | <b>87</b> |



*Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Escuela Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla*



**Proyecto Fin de Carrera**

Curso 2009/10

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE AT/BT PARA BIBLIOTECA PÚBLICA.

---

- MEMORIA JUSTIFICATIVA Y DE CÁLCULO -

**J. Alberto García Bravo**  
**52319342-T**



## INDICE

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. CARACTERISTICAS TECNICAS GENERALES.....</b>                                  | <b>8</b>  |
| <b>2. PREVISION DE LA DEMANDA. ....</b>                                            | <b>9</b>  |
| <b>2.1. PREVISION DE CARGAS EN SUMINISTRO NORMAL. ....</b>                         | <b>10</b> |
| 2.1.1. CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA. ....                                         | 10        |
| 2.1.2. CUADRO SECUNDARIO PRIMERA PLANTA. ....                                      | 11        |
| 2.1.3. CUADRO SECUNDARIO SEGUNDA PLANTA. ....                                      | 12        |
| 2.1.4. CUADRO PRINCIPAL. ....                                                      | 13        |
| <b>2.2. PREVISION DE DEMANDA EN CASO DE EMERGENCIA.....</b>                        | <b>14</b> |
| 2.2.1. ALUMBRADO DE EMERGENCIA. ....                                               | 15        |
| <b>3. INSTALACION DE MEDIA TENSION.....</b>                                        | <b>16</b> |
| <b>3.1. CALCULOS ELECTRICOS DE LA LINEA DE MEDIA TENSION.....</b>                  | <b>16</b> |
| 3.1.1. NIVEL DE AISLAMIENTO.....                                                   | 16        |
| 3.1.2. CARACTERISITCAS DEL CABLE DE MEDIA TENSION.....                             | 16        |
| 3.1.3. TENSION NOMINAL DEL CABLE. ....                                             | 16        |
| 3.1.4. CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DE LA SECCION.....                          | 16        |
| 3.1.4.1. Intensidad máxima admisible por calentamiento en los conductores.....     | 17        |
| 3.1.4.2. Intensidad máxima admisible por intensidad de cortocircuito. ....         | 18        |
| 3.1.4.3. Caída de Tensión. ....                                                    | 21        |
| <b>4. CENTRO DE TRANSFORMACION.....</b>                                            | <b>23</b> |
| <b>4.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE TRANSFORMADOR.....</b>                               | <b>23</b> |
| <b>4.2. INTENSIDAD DE ALTA TENSION. ....</b>                                       | <b>25</b> |
| <b>4.3. INTENSIDAD DE BAJA TENSION. ....</b>                                       | <b>25</b> |
| <b>4.4. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITOS. ....</b>                                   | <b>26</b> |
| 4.4.1. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN. .... | 26        |
| 4.4.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN. .... | 26        |
| 4.4.2.1. Impedancia equivalente de red. ....                                       | 27        |
| 4.4.2.2. Impedancia equivalente del transformador.....                             | 29        |
| <b>4.5. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....</b>                                        | <b>32</b> |
| 4.5.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE. ....                                | 32        |



|                                                                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.5.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE. ....                                              | 33        |
| 4.5.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA. ....                                                                         | 33        |
| <b>4.6. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA TENSION. ....</b>                                                                    | <b>35</b> |
| 4.6.1. CARACTERISTICAS DE LOS FUSIBLES. ....                                                                                       | 35        |
| 4.6.2. ELECCION DE LOS FUSIBLES PARA PROTECCION DEL TRAFO. ....                                                                    | 36        |
| <b>4.7. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE BAJA TENSION. ....</b>                                                                    | <b>39</b> |
| <b>4.8. DIMENSIONADO DE LA VENTILACION DEL C. T. ....</b>                                                                          | <b>39</b> |
| <b>4.9. DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS. ....</b>                                                                                 | <b>42</b> |
| <b>4.10. CALCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA. ....</b>                                                                 | <b>43</b> |
| 4.10.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO. ....                                                                       | 43        |
| 4.10.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO. .... | 43        |
| 4.10.3. PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN. ....                                                                                        | 44        |
| 4.10.3.1. Cálculos de tierra de protección. ....                                                                                   | 46        |
| 4.10.3.2. Comprobación de tensiones. ....                                                                                          | 48        |
| 4.10.3.2.1. Protección del material. ....                                                                                          | 48        |
| 4.10.3.2.2. Limitación de la corriente de defecto. ....                                                                            | 49        |
| 4.10.3.2.3. Seguridad de las personas. ....                                                                                        | 49        |
| 4.10.4. TIERRA DE SERVICIO. ....                                                                                                   | 51        |
| 4.10.4.1. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra. ....                                                                       | 52        |
| <b>5. INSTALACION DE BAJA TENSION. ....</b>                                                                                        | <b>53</b> |
| <b>5.1. PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN DE LA SECCIÓN. ....</b>                                                                         | <b>53</b> |
| 5.1.1. CRITERIO TÉRMICO. ....                                                                                                      | 53        |
| 5.1.2. CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN. ....                                                                                          | 55        |
| 5.1.3. CRITERIO DE CORTOCIRCUITO. ....                                                                                             | 57        |
| <b>5.2. CÁLCULOS DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN AL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN. ....</b>                                            | <b>58</b> |
| 5.2.1. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES. ....                                                                                       | 59        |
| 5.2.2. CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN. ....                                                                                          | 60        |
| <b>5.3. CÁLCULOS DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN AL CUADRO GENERAL DE EMERGENCIA. ....</b>                                            | <b>61</b> |
| 5.3.1. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES. ....                                                                                       | 61        |
| 5.3.2. CRITERIO DE CAÍDA DE TENSIÓN. ....                                                                                          | 62        |





|                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.4. CÁLCULOS DE LAS DERIVACIONES DEL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN A CUADROS SECUNDARIOS.</b> | <b>63</b>  |
| 5.4.1. CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA.                                                            | 63         |
| 5.4.2. CUADRO SECUNDARIO PRIMERA PLANTA.                                                         | 65         |
| 5.4.3. CUADRO SECUNDARIO SEGUNDA PLANTA.                                                         | 66         |
| 5.4.4. CUADRO ALUMBRADO EMERGENCIA PLANTA BAJA.                                                  | 68         |
| 5.4.5. CUADRO ALUMBRADO EMERGENCIA PRIMERA PLANTA.                                               | 70         |
| 5.4.6. CUADRO ALUMBRADO EMERGENCIA SEGUNDA PLANTA.                                               | 71         |
| <b>5.5. SALIDAS DESDE LOS CUADROS SECUNDARIOS A CONSUMOS.</b>                                    | <b>73</b>  |
| 5.5.1. CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN.                                                             | 74         |
| 5.5.1.1. Motor del ascensor (C4).                                                                | 74         |
| 5.5.1.2. Bomba de calor de la calefacción (C5, C6, C7).                                          | 76         |
| 5.5.1.3. Bomba del sistema Contra-incendios (C8).                                                | 78         |
| 5.5.1.4. Circuito alumbrado de las escaleras (C9).                                               | 79         |
| 5.5.1.5. Circuito alumbrado exterior (C10).                                                      | 81         |
| 5.5.2. CUADRO SECUNDARIO PLANTA BAJA.                                                            | 86         |
| 5.5.3. CUADRO SECUNDARIO PRIMERA PLANTA.                                                         | 89         |
| 5.5.4. CUADRO SECUNDARIO SEGUNDA PLANTA.                                                         | 92         |
| <b>6. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.</b>                                                         | <b>95</b>  |
| <b>6.1. IMPEDANCIAS DE CORTOCIRCUITO.</b>                                                        | <b>96</b>  |
| 6.1.1. IMPEDANCIA EN SECUENCIA DIRECTA.                                                          | 96         |
| 6.1.1.1. Impedancia de red de alimentación:                                                      | 96         |
| 6.1.1.2. Impedancia del transformador:                                                           | 98         |
| 6.1.1.3. Impedancia de línea de alimentación a cuadro general:                                   | 100        |
| 6.1.1.4. Impedancia de línea de alimentación a cuadro secundario:                                | 102        |
| 6.1.2. IMPEDANCIA HOMOPOLAR.                                                                     | 102        |
| 6.1.2.1. Impedancia de red de alimentación:                                                      | 102        |
| 6.1.2.2. Impedancia del transformador:                                                           | 102        |
| 6.1.2.3. Impedancia de línea de alimentación a cuadro general:                                   | 103        |
| 6.1.2.4. Impedancia de línea de alimentación a cuadro secundario:                                | 104        |
| <b>6.2. CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO.</b>                                                             | <b>104</b> |
| 6.2.1. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN SALIDA SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.                       | 105        |



|             |                                                                                               |            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.2.2.      | INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN FINAL DE LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A CUADRO GENERAL. ....          | 106        |
| 6.2.3.      | INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN FINAL DE LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A LOS CUADROS SECUNDARIOS. .... | 106        |
| <b>6.3.</b> | <b>CORTOCIRCUITO BIFÁSICO. ....</b>                                                           | <b>107</b> |
| 6.3.1.      | INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN SALIDA SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR. ....                      | 108        |
| 6.3.2.      | INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN FINAL DE LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A CUADRO GENERAL. ....          | 108        |
| 6.3.3.      | INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN FINAL DE LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A LOS CUADROS SECUNDARIOS. .... | 108        |
| <b>6.4.</b> | <b>CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA. ....</b>                                                | <b>109</b> |
| 6.4.1.      | INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN SALIDA SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR. ....                      | 109        |
| 6.4.2.      | INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN FINAL DE LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A CUADRO GENERAL. ....          | 110        |
| 6.4.3.      | INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN FINAL DE LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A LOS CUADROS SECUNDARIOS. .... | 111        |
| <b>6.5.</b> | <b>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL GRUPO ELECTROGENO DE EMERGENCIA. ....</b>                | <b>112</b> |
| <b>7.</b>   | <b>CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES .....</b>                                                      | <b>113</b> |
| <b>7.1.</b> | <b>PROTECCIÓN FRENTE SOBRECARGAS. ....</b>                                                    | <b>113</b> |
| <b>7.2.</b> | <b>PROTECCIÓN FRENTE A CORTOCIRCUITOS. ....</b>                                               | <b>115</b> |
| 7.2.1.      | PROTECCIÓN MEDIANTE FUSIBLES. ....                                                            | 117        |
| 7.2.2.      | PROTECCIÓN MEDIANTE INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS. ....                                           | 118        |
| 7.2.3.      | PROTECCIÓN MEDIANTE MAGNETOTÉRMICOS. ....                                                     | 119        |
| <b>7.3.</b> | <b>PROTECCIONES DE LA ACOMETIDA. ....</b>                                                     | <b>120</b> |
| <b>7.4.</b> | <b>PROTECCIONES DEL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN. ....</b>                                    | <b>123</b> |
| 7.4.1.      | CUADRO PLANTA BAJA (C1). ....                                                                 | 124        |
| 7.4.2.      | CUADRO PRIMERA PLANTA (C2). ....                                                              | 125        |
| 7.4.3.      | CUADRO SEGUNDA PLANTA (C3). ....                                                              | 127        |
| 7.4.4.      | CUADRO ALUMBRADO EMERGENCIA PLANTA BAJA (C1E). ....                                           | 129        |
| 7.4.5.      | CUADRO ALUMBRADO EMERGENCIA PRIMERA PLANTA (C2E). ....                                        | 130        |
| 7.4.6.      | CUADRO ALUMBRADO EMERGENCIA SEGUNDA PLANTA (C3E). ....                                        | 131        |
| 7.4.7.      | ASCENSOR (C4). ....                                                                           | 132        |
| 7.4.8.      | BOMBA DE CALOR DE LA CALEFACCIÓN (C5, C6 Y C7). ....                                          | 133        |



|              |                                                                          |            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.4.9.       | SISTEMA CONTRA-INCENDIOS (C8).....                                       | 135        |
| 7.4.10.      | ALUMBRADO ESCALERAS (C9). ....                                           | 136        |
| 7.4.11.      | ALUMBRADO EXTERIOR (C10). ....                                           | 137        |
| <b>7.5.</b>  | <b>PROTECCIONES DE LOS CUADROS SECUNDARIOS.....</b>                      | <b>138</b> |
| 7.5.1.       | PROTECCIONES EN EL CUADRO DE LA PLANTA BAJA. ....                        | 138        |
| 7.5.2.       | PROTECCIONES EN EL CUADRO DE LA PRIMERA PLANTA. ....                     | 139        |
| 7.5.3.       | PROTECCIONES EN EL CUADRO DE LA SEGUNDA PLANTA. ....                     | 141        |
| <b>7.6.</b>  | <b>ESTUDIO DE SELECTIVIDAD DE LAS PROTECCIONES.....</b>                  | <b>143</b> |
| <b>8.</b>    | <b>COMPENSACIÓN DE ENERGIA REACTIVA .....</b>                            | <b>147</b> |
| <b>8.1.</b>  | <b>CÁLCULOS DE ENERGÍA REACTIVA EN TRANSFORMADOR.....</b>                | <b>147</b> |
| 8.1.1.       | POTENCIA REACTIVA DE VACIO. ....                                         | 148        |
| 8.1.2.       | POTENCIA REACTIVA DE CARGA. ....                                         | 148        |
| <b>8.2.</b>  | <b>CÁLCULOS DE ENERGÍA REACTIVA EN LAS CARGAS. ....</b>                  | <b>149</b> |
| <b>9.</b>    | <b>INSTALACIÓN DE PARARRAYOS .....</b>                                   | <b>152</b> |
| <b>9.1.</b>  | <b>NECESIDAD DE PARARRAYOS.....</b>                                      | <b>152</b> |
| <b>10.</b>   | <b>CÁLCULO DE LA PUESTA DE TIERRA .....</b>                              | <b>154</b> |
| <b>10.1.</b> | <b>ELEMENTOS A CONECTAR A LA PUESTA A TIERRA.....</b>                    | <b>154</b> |
| <b>10.2.</b> | <b>MÉTODO DE LA PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO.....</b>                    | <b>154</b> |
| <b>10.3.</b> | <b>CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO. ....</b>                  | <b>156</b> |
| <b>10.4.</b> | <b>CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA DEL GRUPO ELECTROGENO. ...</b>          | <b>156</b> |
| <b>11.</b>   | <b>CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR. ....</b>                          | <b>159</b> |
| <b>11.1.</b> | <b>MÉTODO DE CÁLCULO. ....</b>                                           | <b>159</b> |
| 11.1.1.      | CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL.....                                           | 159        |
| 11.1.2.      | DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN.....                              | 159        |
| 11.1.3.      | ELECCIÓN DEL TIPO DE LÁMPARA.....                                        | 160        |
| 11.1.4.      | ELECCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO. .... | 160        |
| 11.1.5.      | ÍNDICE DEL LOCAL.....                                                    | 161        |
| 11.1.6.      | FACTOR DE MANTENIMIENTO. ....                                            | 161        |
| 11.1.7.      | CÁLCULO DEL NÚMERO DE LUMINARIAS TOTAL.....                              | 162        |
| 11.1.8.      | CONTROL DEL DESLUMBRAMIENTO INTERIOR.....                                | 162        |
| <b>11.2.</b> | <b>ILUMINACIÓN DE LAS SALAS DE LECTURAS PLANTA BAJA. ....</b>            | <b>164</b> |



|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>11.3. ILUMINACIÓN DE LAS SALAS DE LECTURAS PRIMERA Y SEGUNDA PLANTA.....</b> | <b>167</b> |
| <b>11.4. ILUMINACIÓN DEL VESTÍBULO DE LA PLANTA BAJA. ....</b>                  | <b>170</b> |
| <b>11.5. ILUMINACIÓN DE LOS ASEOS MASCULINOS Y FEMENINOS.....</b>               | <b>173</b> |
| <b>11.6. ILUMINACIÓN DE LAS OFICINAS.....</b>                                   | <b>176</b> |
| <b>11.7. ILUMINACIÓN DE LAS SALAS DE ORDENADORES.....</b>                       | <b>179</b> |
| <b>11.8. ILUMINACIÓN DE LA SALA DE CONFERENCIAS. ....</b>                       | <b>181</b> |
| <b>12. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR.....</b>                              | <b>185</b> |
| <b>12.1. MÉTODO DE CÁLCULO. ....</b>                                            | <b>185</b> |
| <b>12.2. RESOLUCIÓN DEL CÁLCULO. ....</b>                                       | <b>189</b> |
| 12.2.1. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P1.....                                      | 189        |
| 12.2.1.1. Según la farola F1:.....                                              | 189        |
| 12.2.1.2. Según la farola F2:.....                                              | 189        |
| 12.2.2. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P2.....                                      | 190        |
| 12.2.2.1. Según la farola F1:.....                                              | 190        |
| 12.2.2.2. Según la farola F2:.....                                              | 190        |
| 12.2.3. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P3.....                                      | 191        |
| 12.2.3.1. Según la farola F1:.....                                              | 191        |
| 12.2.3.2. Según la farola F2:.....                                              | 191        |
| 12.2.4. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P4.....                                      | 192        |
| 12.2.4.1. Según la farola F1:.....                                              | 192        |
| 12.2.4.2. Según la farola F2:.....                                              | 192        |
| 12.2.5. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P5.....                                      | 193        |
| 12.2.5.1. Según la farola F1:.....                                              | 193        |
| 12.2.5.2. Según la farola F2:.....                                              | 194        |
| 12.2.6. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P6.....                                      | 194        |
| 12.2.6.1. Según la farola F1:.....                                              | 194        |
| 12.2.6.2. Según la farola F2:.....                                              | 195        |
| 12.2.7. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P7.....                                      | 195        |
| 12.2.8. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P8.....                                      | 196        |
| 12.2.9. ILUMINACIÓN SOBRE EL PUNTO P9.....                                      | 196        |



*Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Escuela Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla*



**Proyecto Fin de Carrera**

Curso 2009/10

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE AT/BT PARA BIBLIOTECA PÚBLICA.

---

- PLIEGO DE CONDICIONES -

**J. Alberto García Bravo**  
**52319342-T**



## INDICE

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES.....</b>    | <b>4</b>  |
| 1.1 REGLAMENTOS Y NORMAS.....                                 | 4         |
| 1.2 MATERIALES.....                                           | 4         |
| 1.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....                               | 5         |
| 1.3.1 COMIENZO.....                                           | 5         |
| 1.3.2 PLAZO DE EJECUCIÓN.....                                 | 5         |
| 1.3.3 LIBRO DE ÓRDENES.....                                   | 5         |
| 1.4 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....             | 6         |
| 1.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS.....                                | 6         |
| 1.6 MODIFICACIONES.....                                       | 6         |
| 1.7 OBRA DEFECTUOSA.....                                      | 7         |
| 1.8 MEDIOS AUXILIARES.....                                    | 7         |
| 1.9 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.....                            | 7         |
| 1.10 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.....                              | 7         |
| 1.10.1 RECEPCIÓN PROVISIONAL.....                             | 7         |
| 1.10.2 PLAZO DE GARANTÍA.....                                 | 7         |
| 1.10.3 RECEPCIÓN DEFINITIVA.....                              | 8         |
| 1.11 FIANZA.....                                              | 8         |
| <b>2. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES ECONÓMICAS.....</b>            | <b>8</b>  |
| 2.1. ABONO DE LA OBRA.....                                    | 8         |
| 2.2. PRECIOS.....                                             | 8         |
| 2.3. REVISIÓN DE PRECIOS.....                                 | 9         |
| 2.4. PENALIZACIONES.....                                      | 9         |
| 2.5. CONTRATO.....                                            | 9         |
| 2.6. RESPONSABILIDADES.....                                   | 9         |
| 2.7. RESCISIÓN DEL CONTRATO.....                              | 10        |
| 2.8. LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO.....       | 10        |
| <b>3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....</b> | <b>11</b> |
| 3.1. OBJETO DE ESTE DOCUMENTO.....                            | 11        |
| 3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....                            | 11        |
| 3.3. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.....                          | 12        |
| 3.3.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....                     | 13        |



|         |                                                                                    |    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.2.  | CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.....                                                    | 14 |
| 3.3.3.  | INTERRUPTORES-SECCIONADORES.....                                                   | 15 |
| 3.3.4.  | CORTACIRCUITOS-FUSIBLES.....                                                       | 15 |
| 3.3.5.  | PUESTA A TIERRA.....                                                               | 15 |
| 3.4.    | TRANSFORMADORES.....                                                               | 15 |
| 3.5.    | EQUIPOS DE MEDIDA.....                                                             | 15 |
| 3.6.    | GRUPO ELECTRÓGENO.....                                                             | 16 |
| 3.7.    | CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.....                                                    | 19 |
| 3.8.    | CUADROS PRINCIPAL Y SECUNDARIOS.....                                               | 20 |
| 3.8.1.  | PROTECCIONES ELÉCTRICAS.....                                                       | 20 |
| 3.9.    | LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....                                        | 21 |
| 3.9.1.  | CANALIZACIONES.....                                                                | 21 |
| 3.9.2.  | CABLEADO Y TUBOS PROTECTORES.....                                                  | 22 |
| 3.9.3.  | TOMAS DE CORRIENTE.....                                                            | 23 |
| 3.9.4.  | INTERRUPTORES.....                                                                 | 24 |
| 3.9.5.  | CAJAS DE DERIVACIÓN.....                                                           | 24 |
| 3.9.6.  | LUMINARIAS.....                                                                    | 25 |
| 3.9.7.  | ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....                                                       | 26 |
| 3.10.   | PUESTA A TIERRA.....                                                               | 27 |
| 3.10.1. | PUESTA A TIERRA DEL EDIFICIO.....                                                  | 27 |
| 3.10.2. | PUESTA A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....                                  | 27 |
| 3.11.   | EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....                                                        | 28 |
| 3.12.   | MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA Y ABONO DE LAS PARTIDAS ALZADAS..... | 28 |
| 3.13.   | DISPOSICIONES GENERALES.....                                                       | 30 |
| 3.14.   | NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....                                      | 30 |
| 3.15.   | CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD EN EL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....  | 30 |
| 3.16.   | CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....                                                  | 32 |



*Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Escuela Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla*



**Proyecto Fin de Carrera**

Curso 2009/10

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE AT/BT PARA BIBLIOTECA PÚBLICA.

---

- PRESUPUESTO -

**J. Alberto García Bravo**  
**52319342-T**





## INDICE

|                                                                                        |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                                                            | <b>3</b>  |
| ➤ Capítulo 1: Acometida al CT.....                                                     | 3         |
| ➤ Capítulo 2: Centro de Transformación. ....                                           | 4         |
| <b>2.1. OBRA CIVIL.....</b>                                                            | <b>4</b>  |
| <b>2.2. APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN.....</b>                                            | <b>4</b>  |
| <b>2.3. TRANSFORMADORES.....</b>                                                       | <b>5</b>  |
| <b>2.4. EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN.....</b>                                               | <b>5</b>  |
| <b>2.5. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....</b>                                            | <b>5</b>  |
| <b>2.6. VARIOS.....</b>                                                                | <b>6</b>  |
| ➤ Capítulo 3: Acometida al edificio.....                                               | 6         |
| ➤ Capítulo 4: Caja General de Protección, Cuadros de Distribución y Protecciones. .... | 7         |
| <b>4.1. C.G.P Y CUADROS DE DISTRIBUCIÓN.....</b>                                       | <b>7</b>  |
| <b>4.2. PROTECCIONES CUADRO PRINCIPAL.....</b>                                         | <b>7</b>  |
| <b>4.3. PROTECCIONES CUADROS SECUNDARIOS.....</b>                                      | <b>8</b>  |
| ➤ Capítulo 5: Conductores.....                                                         | 8         |
| ➤ Capítulo 6: Red de Tierra. ....                                                      | 10        |
| ➤ Capítulo 7: Alumbrado. ....                                                          | 10        |
| ➤ Capítulo 8: Elementos de pequeña potencia. ....                                      | 10        |
| ➤ Capítulo 9: Instalación compensación reactiva. ....                                  | 11        |
| ➤ Capítulo 10: Instalación Pararrayos.....                                             | 11        |
| ➤ Capítulo 11: Grupo electrógeno.....                                                  | 12        |
| <b>2. PRESUPUESTO FINAL.....</b>                                                       | <b>12</b> |



*Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Escuela Superior de Ingenieros  
Universidad de Sevilla*



**Proyecto Fin de Carrera**

Curso 2009/10

# INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE AT/BT PARA BIBLIOTECA PÚBLICA.

---

- PLANOS -

**J. Alberto García Bravo**  
**52319342-T**



## INDICE

**PLANO 1: EMPLAZAMIENTO.**

**PLANO 2: LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.**

**PLANO 3: CROQUIS ARQUETA.**

**PLANO 4: ZANJA DE MEDIA TENSIÓN.**

**PLANO 5: DISTRIBUCIÓN GENERAL CENTRO TRANSFORMACIÓN.**

**PLANO 6: FOSO DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

**PLANO 7: DIAGRAMA UNIFILAR CENTRO TRANSFORMACIÓN.**

**PLANO 8: RED DE TIERRAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.**

**PLANO 9: ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN AL EDIFICIO.**

**PLANO 10: ZANJA DE BAJA TENSIÓN.**

**PLANO 11: DISTRIBUCIÓN GENERAL PLANTA BAJA.**

**PLANO 12: DISTRIBUCIÓN GENERAL PRIMERA PLANTA.**

**PLANO 13: DISTRIBUCIÓN GENERAL SEGUNDA PLANTA.**

**PLANO 14: FUERZA PLANTA BAJA.**

**PLANO 15: FUERZA PRIMERA PLANTA.**

**PLANO 16: FUERZA SEGUNDA PLANTA.**

**PLANO 17: ALUMBRADO PLANTA BAJA.**

**PLANO 18: ALUMBRADO PRIMERA PLANTA.**

**PLANO 19: ALUMBRADO SEGUNDA PLANTA.**

**PLANO 20: DIAGRAMA UNIFILAR CUADRO PRINCIPAL.**

**PLANO 21: DIAGRAMA UNIFILAR CUADRO PLANTA BAJA.**

**PLANO 22: DIAGRAMA UNIFILAR CUADRO PRIMERA PLANTA.**

**PLANO 23: DIAGRAMA UNIFILAR CUADRO SEGUNDA PLANTA.**

**PLANO 24: ALUMBRADO ALZADOS EXTERIORES.**