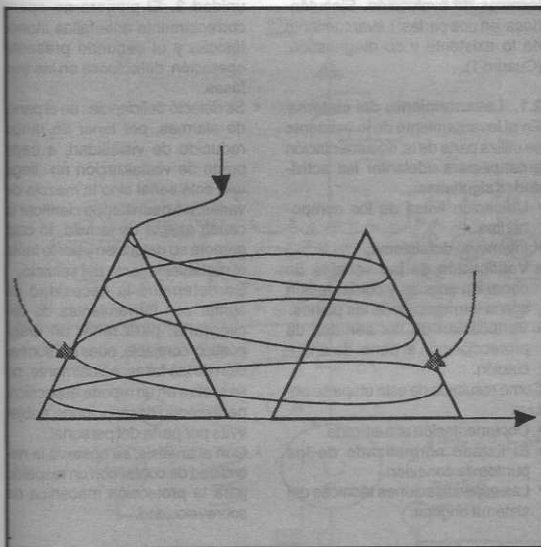


Metodología de modernización aplicada a un sistema de protecciones eléctricas



□ Manuel A. Caicedo
Ingeniero Electricista

□ Carlos E. Gutiérrez
Ingeniero

□ Gladys Caicedo D., M.Sc.
Ingeniero Electricista
Profesora Titular
Universidad del Valle

□ Carlos R. Pinedo, M.Sc.
Ingeniero Electricista
Profesor Asociado
Universidad del Valle.

**Grupo Sistemas de
Información Industrial
Universidad del Valle.**

□ Francisco J. Murcia, M.Sc.
Ingeniero Electricista
Empresa de Energía del
Pacífico - EPSA-Cali.

* Este texto se recibió, para ser publicado,
en marzo de 1997

Energía y Computación, Volumen VI, No. 1 - Primer Semestre de 1997 - Edición No. 12

RESUMEN

En este artículo se presentan los resultados de la implementación de una metodología para la modernización de un sistema de protecciones eléctricas de un grupo generador-transformador de la Central Hidroeléctrica del Alto Anchicayá. Las etapas desarrolladas se agruparon en las siguientes actividades: diagnóstico del estado actual del sistema, estudio de tendencias tecnológicas, levantamiento de necesidades de los usuarios y concepción funcional. Tópicos que corresponden solo a la fase de especificación de un proyecto de modernización.

ABSTRACT

This paper presents the results of a methodology implementation for modernization of an electrical protection system of a group Generator - Transformer. The development stages were grouped in the following activities: actual state of the system, study of the technological development, acquiring users requirements and functional conception. Topics belonging only to the specification phase of a modernization project.

PALABRAS CLAVES:

Protecciones, Concepción, Metodología.

KEYWORDS:

Protection, Conception, Methodology.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de protecciones eléctricas de la Central Hidroeléctrica Alto Anchicayá viene funcionando desde 1974, con relés electromecánicos, mostrando buenos resultados, ahora, 23 años más tarde, se prepara la modernización del equipo actual, básicamente por falta de repuestos e implementación de nuevas funciones. (figura 1 y cuadro 1). La metodología implementada cubre hasta la fase conceptual de un proyecto de modernización y fue dividida en cuatro etapas. En la primera etapa, estado actual del sistema, se realizó un levantamiento de lo existente y se efectuó el diagnóstico. En la segunda etapa se realizó un estudio comparativo entre la tecnología de relés electromecánicos y la microprocesada, para definir las necesidades de adecuación tecnológica uso de equipos digitales en el sistema; además se amplió la visión, en cuanto a las nuevas funciones a implementar con la modernización. En la tercera etapa se realizó el levantamiento de necesidades de los usuarios, aquí se validó el esquema de protecciones actual, proponiendo otras protecciones de respaldo. Además se efectuaron encuestas al personal de operación y mantenimiento, con el fin de conocer sus necesidades como usuarios [1]. Con los resultados de estas tres etapas se consolidaron los requerimientos del nuevo sistema. En la cuarta etapa se estudió la relación del sistema de protecciones con los otros subsistemas de la central, para definir las especificaciones que debe cumplir el nuevo sistema: identificación de las señales de entrada y salida del sistema, así como sus rangos, tipo de señal y conexión con cada una de las funciones de protección. Al finalizar se propone una

alternativa técnicamente viable de modernización.

2. DIAGNÓSTICO DEL EQUIPO ACTUAL DEL SISTEMA

Esta etapa se desarrolló a partir del estudio de planos, datos de placa de los equipos, manuales de especificación de los equipos, reportes de disponibilidad e indisponibilidad de la planta, registros de operación, protocolos de pruebas, informes de mantenimiento y ajustes de relés; recopilados durante las visitas técnicas de evaluación. Ejecutándose en dos partes: Levantamiento de lo existente y su diagnóstico. (Cuadro 1).

2.1. Levantamiento del sistema

En el levantamiento de lo existente se utiliza parte de la documentación anterior para adelantar las actividades siguientes:

- Ubicación física de los componentes.
- Inventario del sistema.
- Verificación de las señales de conexión en sitio y comparación con la información de los planos.
- Verificación de las señales de protección con el panel de anunciación.

Como resultado de esta etapa se obtuvo:

- Documentación actualizada.
- El listado normalizado de los puntos de conexión.
- Las especificaciones técnicas del sistema original.

2.2. Diagnóstico

Para diagnosticar el estado de las protecciones, se procedió de la siguiente manera:

- Reconocimiento visual del estado actual del sistema: cableado, puntos de conexión, panel de anunciación y relés.
- Evaluación de los resultados de últimos reportes de mantenimiento, realizados a cada protección del grupo.
- Recopilación histórica de los últimos seis años de mantenimientos

realizados a cada una de las protecciones, en las tres unidades, figura 2.

- Análisis de las fallas presentadas en los últimos siete años.
- Estudio estadístico de la operación de las protecciones durante las fallas.

Estos procedimientos llevaron a determinar lo siguiente:

- Descalibración en los relés de baja impedancia del generador 1 y del relé de baja impedancia del grupo generador-transformador de la unidad 3. El primero no opera correctamente ante fallas monofásicas y el segundo presenta operación defectuosa en las tres fases.
- Se detectó deficiencias en el panel de alarmas, por tener un rango reducido de visibilidad, a cada punto de visualización no llega una sola señal sino la mezcla de varias, no permitiendo clarificar la causa exacta de la falla, lo cual demora su detección y por lo tanto el restablecimiento del servicio.
- Se determinó la necesidad de contar con herramientas de oscilografía, para tener un diagnóstico confiable, pues la información de las fallas, actualmente, no se realiza en un reporte específico, permitiendo descripciones subjetivas por parte del personal.
- Con el análisis, se observó la necesidad de contar con un respaldo para la protección mecánica de sobrevelocidad.

El esquema actual de protecciones en el transcurso de su servicio ha actuado, para todas las fallas, en forma adecuada y selectiva, esto ha validado su robustez y justificado su continuidad. En los casos de mala operación de un relé, actuó correctamente la protección de respaldo, como apoyo a los problemas de descalibración. Además este esquema cumple las normas internacionales vigentes en sistemas de protección de grupos generador-transformador.

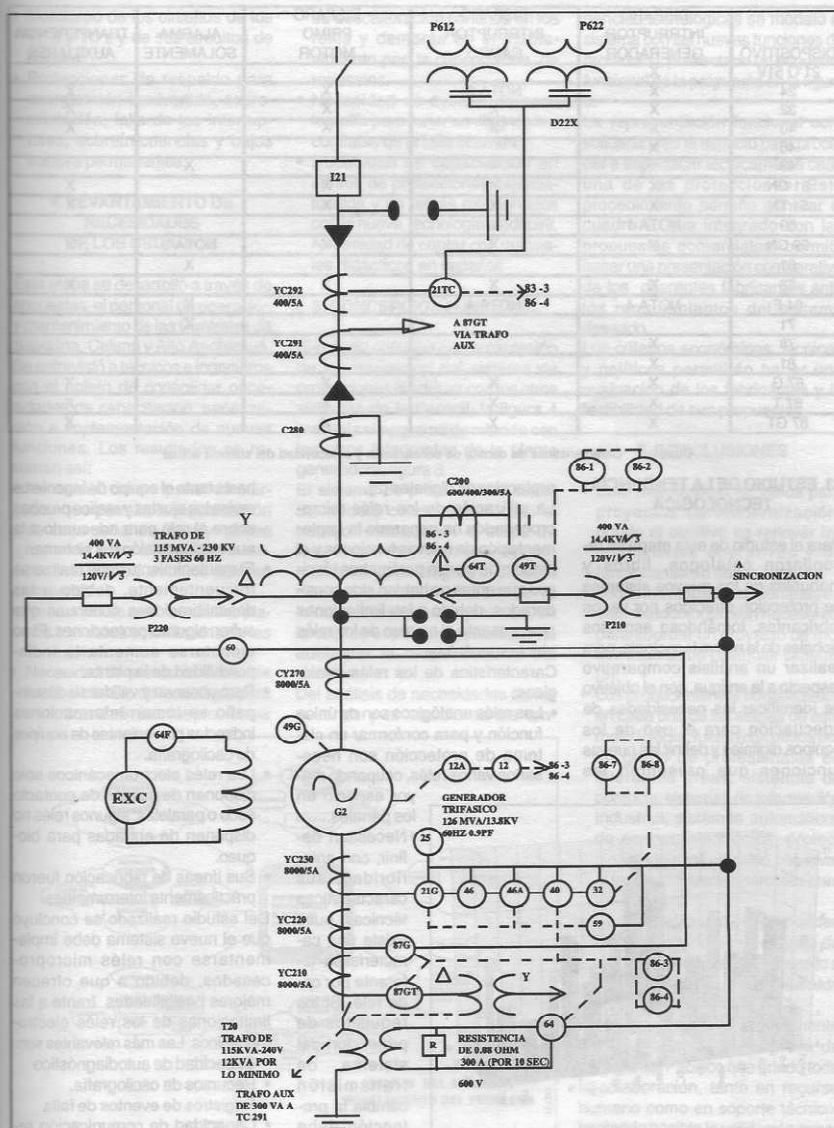


Figura 1. Esquema de protecciones eléctricas de la segunda unidad de generación

DISPOSITIVO	DISPARO INTERRUPTOR GENERADOR	DISPARO INTERRUPTOR CAMPO	DISPARO PRIMO MOTOR	ALARMA SOLAMENTE	TRANSFERENCIA AUXILIARES
21 O 51V	X				X
24	X	NOTA 2	X		X
32	X	X	X		X
40	X	X	X		
46	X				
49				X	
51 GN	X	X	X		X
51 TN	X	X	X		X
59	NOTA 1			X	
59 GN	X	X	X	NOTA 3	X
61				X	
63	X	X	X		X
64 F	NOTA 4	NOTA 4		X	
71				X	
78	X				
81	X				
87 G	X	X	X		X
87 T	X	X	X		X
87 GT	X	X	X		X

Cuadro 1. Características de control de señalización y selectividad del sistema actual

3. ESTUDIO DE LA TENDENCIA TECNOLÓGICA

Para el estudio de esta etapa se recopilaron catálogos, libros y manuales de los nuevos sistemas de protección ofrecidos por varios fabricantes, tomándose aspectos globales de la nueva tecnología, para realizar un análisis comparativo respecto a la antigua, con el objetivo de identificar las necesidades de adecuación para el uso de los equipos digitales y definir las nuevas funciones que presentan las

protecciones digitales [2]. La utilización de los relés microprocesados ha generado la implementación de nuevas funciones y el estudio de ciertos parámetros técnicos que antes no habían sido considerados, debido a las limitaciones que presenta el empleo de los relés electromecánicos.

Característica de los relés analógicos:

- Los relés analógicos son de única función y para conformar un sistema de protección son necesarios varios relés, ocupando mayor espacio en los paneles.
- Necesitan definir, con anterioridad, sus características técnicas, pues existe una característica diferente por cada relé. Si los requisitos de protección del sistema de transmisión cambia la protección debe ser bloqueada,

hasta tanto el equipo de ingenieros revise los ajustes y realice pruebas sobre el relé para adecuarlo a la nueva disposición del sistema.

- El mantenimiento debe realizarse frecuentemente, debido a las descalibraciones continuas que sufren algunas protecciones. El no ejecutarse aumenta la indisponibilidad de la planta.
 - Para observar y validar su desempeño se toman informaciones indirectas provenientes de equipos de oscilografía.
 - Los relés electromecánicos sólo disponen de salidas de contacto seco o paralelas, algunos relés no disponen de entradas para bloqueo.
 - Sus líneas de fabricación fueron prácticamente interrumpidas.
- Del estudio realizado se concluyó que el nuevo sistema debe implementarse con relés microprocesados, debido a que ofrecen mejores posibilidades frente a las limitaciones de los relés electromecánicos. Las más relevantes son:
- Capacidad de autodiagnóstico
 - Recursos de oscilografía.
 - Registros de eventos de falla
 - Capacidad de comunicación remota.

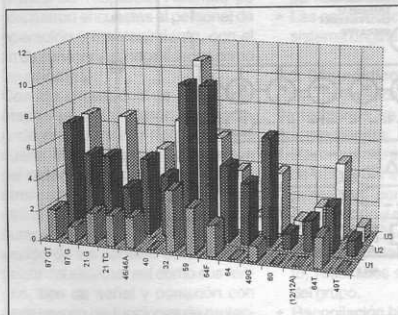


Figura 2. Mantenimientos de las protecciones en las tres unidades

- #### 4. LEVANTAMIENTO DE NECESIDADES DE LOS USUARIOS

- Necesidad de un panel de alarmas que permita la visualización de cada señal de falla y posea memoria para almacenar la secuencia de los eventos que se presentan.
- Necesidad de realizar nuevos planos con datos actualizados de las conexiones.
- Necesidad de evaluar la tendencia hacia el cambio de tecnología para minimizar o eliminar los problemas

- Necesidad de ayudas de oscilografía para tener un diagnóstico confiable de la falla ocurrida.
- Necesidad de capacitación en cursos de protecciones especializadas y en temas relacionados con la nueva tecnología a adquirir.
- Necesidad de contar con manuales didácticos en español.

5. CONCEPCIÓN FUNCIONAL

El sistema de protecciones actual se modeló condensando todo el trabajo realizado en la etapa de levantamiento, ilustrado esquemáticamente en la figura 5. Un logro alterno es la obtención de la información técnica organizada, en la cual se soporta la posibilidad de adelantar la modernización del sistema.

Del análisis de necesidades de los usuarios y el estudio de las ten-

Los criterios económicos, técnicos y políticos permitirán hacer una evaluación de los fabricantes y la factibilidad de sus propuestas.

6. CONCLUSIONES

- La metodología fue completamente implementada en La Empresa de Energía del Pacífico que brindó toda la colaboración, tanto en recurso humano como en soporte técnico, haciendo posible la validación experimental de la metodología.

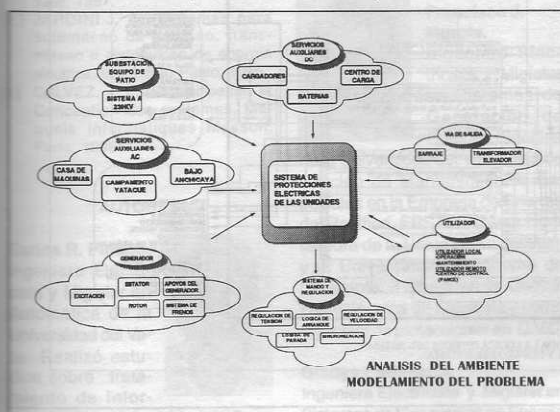


Figura 3 Elementos de integración con el sistema de protecciones

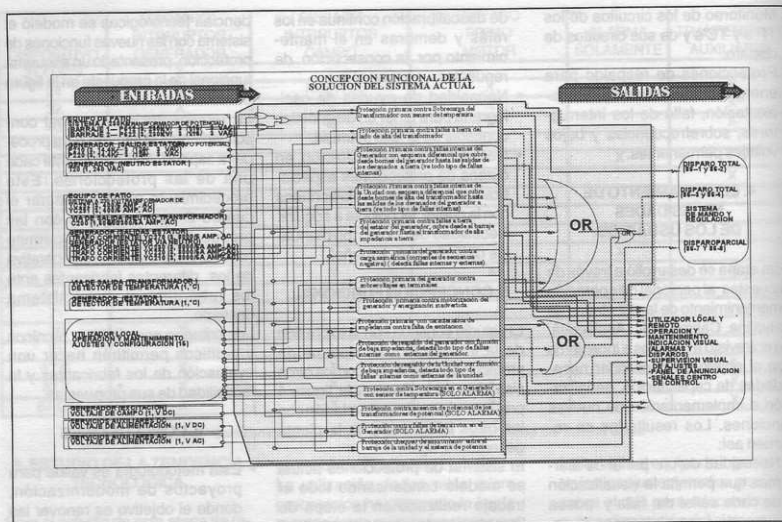


Figura 4. Esquema funcional del sistema actual

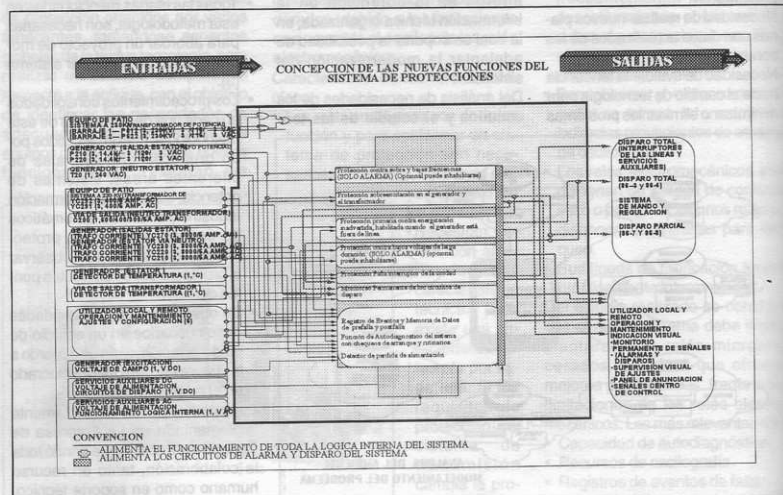


Figura 5. Esquema funcional del sistema propuesto

ITEM	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	ESCALA	CUANTIFICACIÓN	UNIDAD	VALOR	VALOR
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PROTECCIÓN (CUARTO GRUPO PAG 1 DE 4)						
1	CONSIDERACION SOBRE HARDWARE					
1.1	Medición funcional independiente, independiente	NO	SI	SI	SI	SI
1.2	Facilidad para configuración de TC's	NO DICE	SI	SI	SI	SI
1.3	Medición de voltaje, corriente, potencia, ángulo	SI	SI	SI	SI	SI
1.4	Suministrados en armarios o caja con tapa transparente	SI	SI	SI	SI	SI
1.5	Caja apta para montaje en rack	SI	SI	SI	SI	SI
1.6	Calidad científica de los componentes utilizados	SI	SI	SI	SI	SI
1.7	Mínimo de 8 entradas y 16 salidas programables	SI	SI	SI	SI	SI
1.8	Indicador mediante LEDs de operación	SI	SI	SI	SI	SI
1.9	Configuración ajustes con puertos locales tipo RS 232 y RS485	SI	SI	SI	SI	SI
1.10	Relé con posibilidad de sincronización externa	SI	SI	SI	SI	SI
1.11	Rango de voltaje entre 24 Vdc, 110, 120, 220 y 240 Vdc y/o 110, 120, 230 y 240 Vac para alimentación principal y 120 Vdc para alimentación de respaldo	SI	SI	SI	SI	SI
2	CONSIDERACIONES SOBRE SOFTWARE					
2.1	Software simple, con menús, ventanas, iconos fácilmente seleccionados vía mouse, en secuencia auto-explicativa	SI	SI	SI	SI	SI
2.2	Recursos de análisis de datos analógicos y digitales de oscilografía, representando gráficamente las curvas de corriente y tensión, las curvas características del relé y lectura de gran proporción con "20000" vía mouse	SI	NO	NO	NO	NO
2.3	Análisis gráfico de datos de corriente y tensión adquiridos durante las fallas, a través de la descomposición de series de Fourier y análisis de componentes de frecuencia, registro en memoria no volátil de todas las formas de onda monitorizadas y almacenamiento hasta de 176 ciclos de datos de falla incluyendo 20 ciclos de prefalla, siendo posible guardadas en disco	SI	NO	NO	NO	NO
2.4	La tasa de muestreo y toma de datos deberá ser por lo menos de 16 veces la frecuencia nominal del sistema a 60 Hz.	SI	NO	NO	NO	NO
2.5	El software es responsable por todos los ajustes y arreglos necesarios del funcionamiento interno del relé.	SI	SI	SI	SI	SI
2.6	La versión inicial del software tiene más de 3 años de uso comercial y se actualizan las versiones cada vez que se han verificado	SI	SI	SI	SI	SI
2.7	Rutinas de monitoreo y verificación de consistencia de valores analógicos de corriente y tensión, monitoreo de los circuitos internos como de los circuitos de entrada y salida con diagnóstico de arranque y rutinas, manda mensajes vía software o alarma con indicación luminosa para poder identificar cualquier mal funcionamiento del relé	SI	SI	SI	SI	SI
2.8	Posibilidad de selección de secuencia de tests "ABC" o "ACB"	SI	SI	SI	SI	SI
2.9	Posibilidad de selección de la o el estilo de los TP's con arreglo de display hasta de 200	SI	SI	SI	SI	SI
2.10	Compatibilidad con protocolos de comunicación HART, RS-485, IEC670, IEC671, IEC672, IEC673, IEC674, IEC675, IEC676, IEC677, IEC678, IEC679, IEC680, IEC681, IEC682, IEC683, IEC684, IEC685, IEC686, IEC687, IEC688, IEC689, IEC690, IEC691, IEC692, IEC693, IEC694, IEC695, IEC696, IEC697, IEC698, IEC699, IEC700, IEC701, IEC702, IEC703, IEC704, IEC705, IEC706, IEC707, IEC708, IEC709, IEC710, IEC711, IEC712, IEC713, IEC714, IEC715, IEC716, IEC717, IEC718, IEC719, IEC720, IEC721, IEC722, IEC723, IEC724, IEC725, IEC726, IEC727, IEC728, IEC729, IEC730, IEC731, IEC732, IEC733, IEC734, IEC735, IEC736, IEC737, IEC738, IEC739, IEC740, IEC741, IEC742, IEC743, IEC744, IEC745, IEC746, IEC747, IEC748, IEC749, IEC750, IEC751, IEC752, IEC753, IEC754, IEC755, IEC756, IEC757, IEC758, IEC759, IEC760, IEC761, IEC762, IEC763, IEC764, IEC765, IEC766, IEC767, IEC768, IEC769, IEC770, IEC771, IEC772, IEC773, IEC774, IEC775, IEC776, IEC777, IEC778, IEC779, IEC780, IEC781, IEC782, IEC783, IEC784, IEC785, IEC786, IEC787, IEC788, IEC789, IEC790, IEC791, IEC792, IEC793, IEC794, IEC795, IEC796, IEC797, IEC798, IEC799, IEC800, IEC801, IEC802, IEC803, IEC804, IEC805, IEC806, IEC807, IEC808, IEC809, IEC810, IEC811, IEC812, IEC813, IEC814, IEC815, IEC816, IEC817, IEC818, IEC819, IEC820, IEC821, IEC822, IEC823, IEC824, IEC825, IEC826, IEC827, IEC828, IEC829, IEC830, IEC831, IEC832, IEC833, IEC834, IEC835, IEC836, IEC837, IEC838, IEC839, IEC840, IEC841, IEC842, IEC843, IEC844, IEC845, IEC846, IEC847, IEC848, IEC849, IEC850, IEC851, IEC852, IEC853, IEC854, IEC855, IEC856, IEC857, IEC858, IEC859, IEC860, IEC861, IEC862, IEC863, IEC864, IEC865, IEC866, IEC867, IEC868, IEC869, IEC870, IEC871, IEC872, IEC873, IEC874, IEC875, IEC876, IEC877, IEC878, IEC879, IEC880, IEC881, IEC882, IEC883, IEC884, IEC885, IEC886, IEC887, IEC888, IEC889, IEC890, IEC891, IEC892, IEC893, IEC894, IEC895, IEC896, IEC897, IEC898, IEC899, IEC900, IEC901, IEC902, IEC903, IEC904, IEC905, IEC906, IEC907, IEC908, IEC909, IEC910, IEC911, IEC912, IEC913, IEC914, IEC915, IEC916, IEC917, IEC918, IEC919, IEC920, IEC921, IEC922, IEC923, IEC924, IEC925, IEC926, IEC927, IEC928, IEC929, IEC930, IEC931, IEC932, IEC933, IEC934, IEC935, IEC936, IEC937, IEC938, IEC939, IEC940, IEC941, IEC942, IEC943, IEC944, IEC945, IEC946, IEC947, IEC948, IEC949, IEC950, IEC951, IEC952, IEC953, IEC954, IEC955, IEC956, IEC957, IEC958, IEC959, IEC960, IEC961, IEC962, IEC963, IEC964, IEC965, IEC966, IEC967, IEC968, IEC969, IEC970, IEC971, IEC972, IEC973, IEC974, IEC975, IEC976, IEC977, IEC978, IEC979, IEC980, IEC981, IEC982, IEC983, IEC984, IEC985, IEC986, IEC987, IEC988, IEC989, IEC990, IEC991, IEC992, IEC993, IEC994, IEC995, IEC996, IEC997, IEC998, IEC999, IEC1000, IEC1001, IEC1002, IEC1003, IEC1004, IEC1005, IEC1006, IEC1007, IEC1008, IEC1009, IEC1010, IEC1011, IEC1012, IEC1013, IEC1014, IEC1015, IEC1016, IEC1017, IEC1018, IEC1019, IEC1020, IEC1021, IEC1022, IEC1023, IEC1024, IEC1025, IEC1026, IEC1027, IEC1028, IEC1029, IEC1030, IEC1031, IEC1032, IEC1033, IEC1034, IEC1035, IEC1036, IEC1037, IEC1038, IEC1039, IEC1040, IEC1041, IEC1042, IEC1043, IEC1044, IEC1045, IEC1046, IEC1047, IEC1048, IEC1049, IEC1050, IEC1051, IEC1052, IEC1053, IEC1054, IEC1055, IEC1056, IEC1057, IEC1058, IEC1059, IEC1060, IEC1061, IEC1062, IEC1063, IEC1064, IEC1065, IEC1066, IEC1067, IEC1068, IEC1069, IEC1070, IEC1071, IEC1072, IEC1073, IEC1074, IEC1075, IEC1076, IEC1077, IEC1078, IEC1079, IEC1080, IEC1081, IEC1082, IEC1083, IEC1084, IEC1085, IEC1086, IEC1087, IEC1088, IEC1089, IEC1090, IEC1091, IEC1092, IEC1093, IEC1094, IEC1095, IEC1096, IEC1097, IEC1098, IEC1099, IEC1100, IEC1101, IEC1102, IEC1103, IEC1104, IEC1105, IEC1106, IEC1107, IEC1108, IEC1109, IEC1110, IEC1111, IEC1112, IEC1113, IEC1114, IEC1115, IEC1116, IEC1117, IEC1118, IEC1119, IEC1120, IEC1121, IEC1122, IEC1123, IEC1124, IEC1125, IEC1126, IEC1127, IEC1128, IEC1129, IEC1130, IEC1131, IEC1132, IEC1133, IEC1134, IEC1135, IEC1136, IEC1137, IEC1138, IEC1139, IEC1140, IEC1141, IEC1142, IEC1143, IEC1144, IEC1145, IEC1146, IEC1147, IEC1148, IEC1149, IEC1150, IEC1151, IEC1152, IEC1153, IEC1154, IEC1155, IEC1156, IEC1157, IEC1158, IEC1159, IEC1160, IEC1161, IEC1162, IEC1163, IEC1164, IEC1165, IEC1166, IEC1167, IEC1168, IEC1169, IEC1170, IEC1171, IEC1172, IEC1173, IEC1174, IEC1175, IEC1176, IEC1177, IEC1178, IEC1179, IEC1180, IEC1181, IEC1182, IEC1183, IEC1184, IEC1185, IEC1186, IEC1187, IEC1188, IEC1189, IEC1190, IEC1191, IEC1192, IEC1193, IEC1194, IEC1195, IEC1196, IEC1197, IEC1198, IEC1199, IEC1200, IEC1201, IEC1202, IEC1203, IEC1204, IEC1205, IEC1206, IEC1207, IEC1208, IEC1209, IEC1210, IEC1211, IEC1212, IEC1213, IEC1214, IEC1215, IEC1216, IEC1217, IEC1218, IEC1219, IEC1220, IEC1221, IEC1222, IEC1223, IEC1224, IEC1225, IEC1226, IEC1227, IEC1228, IEC1229, IEC1230, IEC1231, IEC1232, IEC1233, IEC1234, IEC1235, IEC1236, IEC1237, IEC1238, IEC1239, IEC1240, IEC1241, IEC1242, IEC1243, IEC1244, IEC1245, IEC1246, IEC1247, IEC1248, IEC1249, IEC1250, IEC1251, IEC1252, IEC1253, IEC1254, IEC1255, IEC1256, IEC1257, IEC1258, IEC1259, IEC1260, IEC1261, IEC1262, IEC1263, IEC1264, IEC1265, IEC1266, IEC1267, IEC1268, IEC1269, IEC1270, IEC1271, IEC1272, IEC1273, IEC1274, IEC1275, IEC1276, IEC1277, IEC1278, IEC1279, IEC1280, IEC1281, IEC1282, IEC1283, IEC1284, IEC1285, IEC1286, IEC1287, IEC1288, IEC1289, IEC1290, IEC1291, IEC1292, IEC1293, IEC1294, IEC1295, IEC1296, IEC1297, IEC1298, IEC1299, IEC1300, IEC1301, IEC1302, IEC1303, IEC1304, IEC1305, IEC1306, IEC1307, IEC1308, IEC1309, IEC1310, IEC1311, IEC1312, IEC1313, IEC1314, IEC1315, IEC1316, IEC1317, IEC1318, IEC1319, IEC1320, IEC1321, IEC1322, IEC1323, IEC1324, IEC1325, IEC1326, IEC1327, IEC1328, IEC1329, IEC1330, IEC1331, IEC1332, IEC1333, IEC1334, IEC1335, IEC1336, IEC1337, IEC1338, IEC1339, IEC1340, IEC1341, IEC1342, IEC1343, IEC1344, IEC1345, IEC1346, IEC1347, IEC1348, IEC1349, IEC1350, IEC1351, IEC1352, IEC1353, IEC1354, IEC1355, IEC1356, IEC1357, IEC1358, IEC1359, IEC1360, IEC1361, IEC1362, IEC1363, IEC1364, IEC1365, IEC1366, IEC1367, IEC1368, IEC1369, IEC1370, IEC1371, IEC1372, IEC1373, IEC1374, IEC1375, IEC1376, IEC1377, IEC1378, IEC1379, IEC1380, IEC1381, IEC1382, IEC1383, IEC1384, IEC1385, IEC1386, IEC1387, IEC1388, IEC1389, IEC1390, IEC1391, IEC1392, IEC1393, IEC1394, IEC1395, IEC1396, IEC1397, IEC1398, IEC1399, IEC1400, IEC1401, IEC1402, IEC1403, IEC1404, IEC1405, IEC1406, IEC1407, IEC1408, IEC1409, IEC1410, IEC1411, IEC1412, IEC1413, IEC1414, IEC1415, IEC1416, IEC1417, IEC1418, IEC1419, IEC1420, IEC1421, IEC1422, IEC1423, IEC1424, IEC1425, IEC1426, IEC1427, IEC1428, IEC1429, IEC1430, IEC1431, IEC1432, IEC1433, IEC1434, IEC1435, IEC1436, IEC1437, IEC1438, IEC1439, IEC1440, IEC1441, IEC1442, IEC1443, IEC1444, IEC1445, IEC1446, IEC1447, IEC1448, IEC1449, IEC1450, IEC1451, IEC1452, IEC1453, IEC1454, IEC1455, IEC1456, IEC1457, IEC1458, IEC1459, IEC1460, IEC1461, IEC1462, IEC1463, IEC1464, IEC1465, IEC1466, IEC1467, IEC1468, IEC1469, IEC1470, IEC1471, IEC1472, IEC1473, IEC1474, IEC1475, IEC1476, IEC1477, IEC1478, IEC1479, IEC1480, IEC1481, IEC1482, IEC1483, IEC1484, IEC1485, IEC1486, IEC1487, IEC1488, IEC1489, IEC1490, IEC1491, IEC1492, IEC1493, IEC1494, IEC1495, IEC1496, IEC1497, IEC1498, IEC1499, IEC1500, IEC1501, IEC1502, IEC1503, IEC1504, IEC1505, IEC1506, IEC1507, IEC1508, IEC1509, IEC1510, IEC1511, IEC1512, IEC1513, IEC1514, IEC1515, IEC1516, IEC1517, IEC1518, IEC1519, IEC1520, IEC1521, IEC1522, IEC1523, IEC1524, IEC1525, IEC1526, IEC1527, IEC1528, IEC1529, IEC1530, IEC1531, IEC1532, IEC1533, IEC1534, IEC1535, IEC1536, IEC1537, IEC1538, IEC1539, IEC1540, IEC1541, IEC1542, IEC1543, IEC1544, IEC1545, IEC1546, IEC1547, IEC1548, IEC1549, IEC1550, IEC1551, IEC1552, IEC1553, IEC1554, IEC1555, IEC1556, IEC1557, IEC1558, IEC1559, IEC1560, IEC1561, IEC1562, IEC1563, IEC1564, IEC1565, IEC1566, IEC1567, IEC1568, IEC1569, IEC1570, IEC1571, IEC1572, IEC1573, IEC1574, IEC1575, IEC1576, IEC1577, IEC1578, IEC1579, IEC1580, IEC1581, IEC1582, IEC1583, IEC1584, IEC1585, IEC1586, IEC1587, IEC1588, IEC1589, IEC1590, IEC1591, IEC1592, IEC1593, IEC1594, IEC1595, IEC1596, IEC1597, IEC1598, IEC1599, IEC1600, IEC1601, IEC1602, IEC1603, IEC1604, IEC1605, IEC1606, IEC1607, IEC1608, IEC1609, IEC1610, IEC1611, IEC1612, IEC1613, IEC1614, IEC1615, IEC1616, IEC1617, IEC1618, IEC1619, IEC1620, IEC1621, IEC1622, IEC1623, IEC1624, IEC1625, IEC1626, IEC1627, IEC1628, IEC1629, IEC1630, IEC1631, IEC1632, IEC1633, IEC1634, IEC1635, IEC1636, IEC1637, IEC1638, IEC1639, IEC1640, IEC1641, IEC1642, IEC1643, IEC1644, IEC1645, IEC1646, IEC1647, IEC1648, IEC1649, IEC1650, IEC1651, IEC1652, IEC1653, IEC1654, IEC1655, IEC1656, IEC1657, IEC1658, IEC1659, IEC1660, IEC1661, IEC1662, IEC1663, IEC1664, IEC1665, IEC1666, IEC1667, IEC1668, IEC1669, IEC1670, IEC1671, IEC1672, IEC1673, IEC1674, IEC1675, IEC1676, IEC1677, IEC1678, IEC1679, IEC1680, IEC1681, IEC1682, IEC1683, IEC1684, IEC1685, IEC1686, IEC1687, IEC1688, IEC1689, IEC1690, IEC1691, IEC1692, IEC1693, IEC1694, IEC1695, IEC1696, IEC1697, IEC1698, IEC1699, IEC1700, IEC1701, IEC1702, IEC1703, IEC1704, IEC1705, IEC1706, IEC1707, IEC1708, IEC1709, IEC1710, IEC1711, IEC1712, IEC1713, IEC1714, IEC1715, IEC1716, IEC1717, IEC1718, IEC1719, IEC1720, IEC1721, IEC1722, IEC1723, IEC1724, IEC1725, IEC1726, IEC1727, IEC1728, IEC1729, IEC1730, IEC1731, IEC1732, IEC1733, IEC1734, IEC1735, IEC1736, IEC1737, IEC1738, IEC1739, IEC1740, IEC1741, IEC1742, IEC1743, IEC1744, IEC1745, IEC1746, IEC1747, IEC1748, IEC1749, IEC1750, IEC1751, IEC1752, IEC1753, IEC1754, IEC1755, IEC1756, IEC1757, IEC1758, IEC1759, IEC1760, IEC1761, IEC1762, IEC1763, IEC1764, IEC1765, IEC1766, IEC1767, IEC1768, IEC1769, IEC1770, IEC1771, IEC1772, IEC1773, IEC1774, IEC1775, IEC1776, IEC1777, IEC1778, IEC1779, IEC1780, IEC1781, IEC1782, IEC1783, IEC1784, IEC1785, IEC1786, IEC1787, IEC1788, IEC1789, IEC1790, IEC1791, IEC1792, IEC1793, IEC1794, IEC1795, IEC1796, IEC1797, IEC1798, IEC1799, IEC1800, IEC1801, IEC1802, IEC1803, IEC1804, IEC1805, IEC1806, IEC1807, IEC1808, IEC1809, IEC1810, IEC1811, IEC1812, IEC1813, IEC1814, IEC1815, IEC1816, IEC1817, IEC1818, IEC1819, IEC1820, IEC1821, IEC1822, IEC1823, IEC1824, IEC1825, IEC1826, IEC1827, IEC1828, IEC1829, IEC1830, IEC1831, IEC1832, IEC1833, IEC1834, IEC1835, IEC1836, IEC1837, IEC1838, IEC1839, IEC1840, IEC1841, IEC1842, IEC1843, IEC1844, IEC1845, IEC1846, IEC1847, IEC1848, IEC1849, IEC1850, IEC1851, IEC1852, IEC1853, IEC1854, IEC1855, IEC1856, IEC1857, IEC1858, IEC1859, IEC1860, IEC1861, IEC1862, IEC1863, IEC1864, IEC1865, IEC1866, IEC1867, IEC1868, IEC1869, IEC1870, IEC1871, IEC1872, IEC1873, IEC1874, IEC1875, IEC1876, IEC1877, IEC1878, IEC1879, IEC1880, IEC1881, IEC1882, IEC1883, IEC1884, IEC1885, IEC1886, IEC1887, IEC1888, IEC1889, IEC1890, IEC1891, IEC1892, IEC1893, IEC1894, IEC1895, IEC1896, IEC1897, IEC1898, IEC1899, IEC1900, IEC1901, IEC1902, IEC1903, IEC1904, IEC1905, IEC1906, IEC1907, IEC1908, IEC1909, IEC1910, IEC1911, IEC1912, IEC1913, IEC1914, IEC1915, IEC1916, IEC1917, IEC1918, IEC1919, IEC1920, IEC1921, IEC1922, IEC1923, IEC1924, IEC1925, IEC1926, IEC1927, IEC1928, IEC1929, IEC1930, IEC1931, IEC1932, IEC1933, IEC1934, IEC1935, IEC1936, IEC1937, IEC1938, IEC1939, IEC1940, IEC1941, IEC1942, IEC1943, IEC1944, IEC1945, IEC1946, IEC1947, IEC1948, IEC1949, IEC1950, IEC1951, IEC1952, IEC1953, IEC1954, IEC1955, IEC1956, IEC1957, IEC1958, IEC1959, IEC1960, IEC1961, IEC1962, IEC1963, IEC1964, IEC1965, IEC1966, IEC1967, IEC1968, IEC1969, IEC1970, IEC1971, IEC1972, IEC1973, IEC1974, IEC1975, IEC1976, IEC1977, IEC1978, IEC1979, IEC1980, IEC1981, IEC1982, IEC1983, IEC1984, IEC1985, IEC1986, IEC1987, IEC1988, IEC1989, IEC1990, IEC1991, IEC1992, IEC1993, IEC1994, IEC1995, IEC1996, IEC1997, IEC1998, IEC1999, IEC2000, IEC2001, IEC2002, IEC2003, IEC2004, IEC2005, IEC2006, IEC2007, IEC2008, IEC2009, IEC2010, IEC2011, IEC2012, IEC2013, IEC2014, IEC2015, IEC2016, IEC2017, IEC2018, IEC2019, IEC2020, IEC2021, IEC2022, IEC2023, IEC2024, IEC2025, IEC2026, IEC2027, IEC2028, IEC2029, IEC2030, IEC2031, IEC2032, IEC2033, IEC2034, IEC2035, IEC2036, IEC2037, IEC2038, IEC2039, IEC2040, IEC2041, IEC2042, IEC2043, IEC2044, IEC2045, IEC2046, IEC2047, IEC2048, IEC2049, IEC2050, IEC2051, IEC2052, IEC2053, IEC2054, IEC2055, IEC2056, IEC2057, IEC2058, IEC2059, IEC2060, IEC2061, IEC2062, IEC2063, IEC2064, IEC2065, IEC2066, IEC2067, IEC2068, IEC2069, IEC2070, IEC2071, IEC2072, IEC2073, IEC2074, IEC2075, IEC2076, IEC2077, IEC2078, IEC2079, IEC2080, IEC2081, IEC2082, IEC2083, IEC2084, IEC2085, IEC2086, IEC2087, IEC2088, IEC2089, IEC2090, IEC2091, IEC2092, IEC2093, IEC2094, IEC2095, IEC2096, IEC2097, IEC2098, IEC2099, IEC2100, IEC2101, IEC2102, IEC2103, IEC2104, IEC2105, IEC2106, IEC2107, IEC2108, IEC2109, IEC2110, IEC2111, IEC2112, IEC2113, IEC2114, IEC2115, IEC2116, IEC2117, IEC2118, IEC2119, IEC2120, IEC2121, IEC2122, IEC2123, IEC2124, IEC2125, IEC2126, IEC2127, IEC2128, IEC2129, IEC2130, IEC2131, IEC2132, IEC2133, IEC2134, IEC2135, IEC2136, IEC2137, IEC2138, IEC2139, IEC2140, IEC2141, IEC2142, IEC2143, IEC2144, IEC2145, IEC2146, IEC2147, IEC2148, IEC2149, IEC2150, IEC2151, IEC2152, IEC2153, IEC2154, IEC2155, IEC2156, IEC2157, IEC2158, IEC2159, IEC2160, IEC2161, IEC2162, IEC2163, IEC2164, IEC2165, IEC2166, IEC2167, IEC2168, IEC2169, IEC2170, IEC2171, IEC2172, IEC2173, IEC2174, IEC2175, IEC2176, IEC2177, IEC2178, IEC2179, IEC2180, IEC2181, IEC2182, IEC2183, IEC2184, IEC2185, IEC2186, IEC2187, IEC2188, IEC2189, IEC2190, IEC2191, IEC2192, IEC2193, IEC2194, IEC2195, IEC2196, IEC2197, IEC2198, IEC2199, IEC2200, IEC2201, IEC2202, IEC2203, IEC2204, IEC2205, IEC2206, IEC2207, IEC2208, IEC2209, IEC2210, IEC2211, IEC2212, IEC2213, IEC2214, IEC2215, IEC2216, IEC2217, IEC2218, IEC2219, IEC2220, IEC2221, IEC2222, IEC2223, IEC2224, IEC2225, IEC2226, IEC2227, IEC2228, IEC2229, IEC2230, IEC22					