



نگرشی به تعمیرات خط گرم و روند فعالیت آن در ایران Title

Author ابوالفضل ایومن

organization شرکت توزیع نیرو برق استان سمنان

country IRAN (ایران)

Keywords HOTLINE (خط گرم)

کلمات کلیدی:

خط گرم، HOTLINE، خاموشی، ایوکسی گلاس، فرمان از دور، فرمان نزدیک.

چکیده:

یکی از بزرگترین مشکلات شبکه های توزیع و انتقال ایجاد خاموشی در شبکه چه به صورت دستی و چه به صورت اتوماتیک می باشد. ضربه به پیکره دولت و اقتصاد ملی، نارضایتی مشتریان صنعتی، خانگی و کشاورزی از اعمال خاموشی در شبکه و آسیب تجهیزات فشار قوی در هنگام قطع و وصل مجدد از جمله پی آمدهای خاموشی است.

به جرأت و با اطمینان می توان گفت تعمیرات به صورت گرم (HOTLINE) مناسب ترین راه جهت کاهش خاموشی های شبکه و بالا بردن اطمینان و پایداری خط است. در این مقاله با توجه به معضلات ایجاد شده به علت خاموشی، روش بهینه کردن سیستم با بهره جستن از تکنولوژی HOTLINE مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۱- مقدمه

امنیت برای سیم بانانی عملیات محدود به شبکه ها تا سطح KV ۱۱ بود و برای ولتاژهای بالاتر چوبهای استیک جوابگو نبودند. با توجه به سود سرشار مالی در این نوع تعمیرات شرکت‌های دیگر نیز به این نوع تکنولوژی روی آوردند. به طوری که از سال ۱۹۱۳ تا ۱۹۲۰ سه شرکت سازنده تجهیزات خط گرم در ایالت‌های مختلف آمریکا مشغول به کار شدند. بزرگترین شرکت فعال در آن سالها شرکت TIPS TOOLS بود که پیشرفت‌های خوبی در این زمینه بدست آورد به طوری که انجام عملیات را تا سطح KV ۳۳ امکان پذیر ساخت.



شکل ۱- ابزار بلندی سال ۱۹۱۳

حال مشکل دیگر این بود که کارگران از کار در شبکه خط گرم هراس داشتند چرا که منعقد بودند ابزارآلات فعلی نمی‌تواند امنیت آنان را برقرار کند. اما به تدریج سیم بانان دریافته‌اند که با رعایت فاصله ایمنی و با استفاده از تجهیزات ایمنی هیچ خطری آنان را تهدید نمی‌کند. به این ترتیب گامی دیگر در جهت فراگیر شدن تعمیرات خط گرم برداشته شد. با ساخت عایق‌های بهتر. انجام تعمیرات تا سطح kv ۶۶ و در سال ۱۹۳۵ تا سطح KV ۱۱۰ ممکن شد. در همان سالها (۱۹۳۷) شرکت آمریکایی A.B.Chance شرکت TIPS TOOLS را خریداری کرده و تمامی فعالیت‌های شرکت را معطوف به مطالعه در زمینه تجهیزات خط گرم کرد. نتیجه این امر شگفت انگیز بود به طوری که در سال ۱۹۴۸ امکان تعمیرات تا سطح KV ۳۰۰ ارتقاء یافت. او جی اندرسون (O.G.Anderson) وام - آر - پارکین (M.R.Parkin) دو تن از مهندسان شرکت جنس بودند که روشی را برای تعویض مقره‌های آسیب دیده در خط ۲۸۷ کیلو

همواره یکی از بزرگترین معضلات شرکت‌های برق، وقوع خاموشی در شبکه هاست. شکستگی یا ترک خوردگی مقره‌ها، شکستگی پایه، نشست کراس آرم، خرابی تجهیزات ایمنی مثل کات‌اوت‌ها، برق گیرها و بسیاری موارد دیگر، دلایلی برای ایجاد خاموشی در شبکه‌ها هستند و علاوه بر تمام موارد فوق انجام مانورهای دوره‌ای جهت بررسی وضعیت خطوط و نیز ایجاد تغییرات در شبکه بر حسب موقعیت و شرایط خاص تعداد زیادی از خاموشی‌ها را به خود اختصاص می‌دهد.

امروزه در کشورهای پیشرفته، خاموشی حتی به مدت چند ثانیه نیز توجه ناپذیر بوده و اعتراض بسیاری از مشترکان و صاحبان صنایع را در پی خواهد داشت. محققان و متخصصان برق از گذشته‌ای دور به این موضوع توجه داشته‌اند که به زودی روزی فرا خواهد رسید که برای تعمیرات نمی‌توان برق را قطع کرد. پس مطالعه و تحقیق در زمینه تعویض تجهیزات در خطوط برق‌دار (خط گرم) بدون اعمال خاموشی آغاز شد. به تدریج و با گذشت زمان و ساخت عایق‌های بهتر، این تکنولوژی به صورتی فراگیر در کل جهان به اجرا درآمد.

در این مقاله سعی شده است با ارائه تاریخچه‌ای از تعمیرات خط گرم، سیر تحول و روند پیشرفت این نوع تعمیرات در جهان و ایران مورد بررسی قرار گیرد و سپس با نگرشی به مشکلات ایجاد شده به علت خاموشی، نیاز به HOTLINE در بعد اقتصادی توجه گردد و در نهایت به بررسی چگونگی عملیات خط گرم خواهیم پرداخت.

۲- تاریخچه

تعمیرات خط گرم برای نخستین بار در سال ۱۹۱۳ در ایالت اهایو آمریکا صورت گرفت. در آن زمان ابزار بسیار ساده و ابتدایی مثل چوبهای بلند (STICK) در اختیار سیم بانان قرار می‌گرفت که با آن سیم برق‌دار را از محدوده کار خود دور کرده و تعویض مقره‌های شکسته را انجام می‌دادند. به دلیل عدم فن آوری در عایق‌سازی و ایجاد

بزرگترین این شرکتها شرکت Hubble power system است و امکان هر نوع تعمیر بر روی خطوط تا سطوح KV ۷۵۰ مهیا می باشد. [۱]

۳- روند تعمیرات خط گرم در ایران

عملیات خط گرم در ایران در سال ۱۳۵۳ مورد توجه کارشناسان صنعت برق قرار گرفت به همین دلیل طی قرار دادی شرکت آمریکایی فیلکو ملزم به آموزش و راه اندازی گروه های خط گرم در ایران شد. پس از آموزش تعدادی استاد کار، گروه های خط گرم در تهران و خوزستان فعال شدند و برخی تعمیرات تا سطح KV ۲۰ و بعضاً KV ۶۳ به صورت گرم انجام می شد. با وقوع انقلاب اسلامی و متعاقب آن جنگ تحمیلی و خروج متخصصان آمریکایی از ایران، تعمیرات خط گرم به تدریج مورد بی توجهی قرار گرفت به طوری که در دهه شصت تقریباً هیچ گونه تعمیرات خط گرمی در ایران صورت نپذیرفت. با توجه به نیاز عمده کشور به این تکنولوژی، وزارت نیرو تعمیرات خط گرم را در سیاستهای برنامه ریزی خود مد نظر قرار داده است که از آن جمله می توان به راه اندازی گروههای خط گرم در تهران، خراسان و اصفهان اشاره کرد. همچنین برنامه ریزی جهت فعالیت این گروه در فارس نیز در دستور کار شرکتهای تابعه وزارت نیرو قرار گرفته است. [۲]

۴- چرا HOTLINE

به راستی اهمیت HOTLINE در چیست؟

مگر اعمال خاموشی چه عواقبی را در پی خواهد داشت؟ برای پاسخ به سؤال فوق باید خسارت ناشی از خاموشی را در ۳ بعد کلی بررسی کرد تا به اهمیت HOTLINE پی برد.

همانطور که می دانیم از سرمایه گذاری در صنعت برق به عنوان سرمایه گذاری کلان یاد شده که با توجه به سیاستهای اخذ شده توسط دولت و وزارت نیرو انجام می شود. به گفته کارشناسان وزارت نیرو در صنعت برق ایران از بدو امر تاکنون بیش از هفت

ولتی هاور دام (HOOVIR DAM) به صورت گرم ابداع نمودند در سال ۱۹۵۴ تعمیرات در خط ۳۴۵ کیلو ولتی ایالت میشیگان با ابزارهای با جنس MAPLAC امکان پذیرفت. تا پیش از آن جنس ابزارها از چوبهای فشرده ای بود که در شیار آنها روغنهای خاصی تحت فشار زیاد تزریق شده بود. MAPLAC در حقیقت پوشش دیگری بود که بر روی این چوبه قرار می گرفت و سطح عایقی را بالاتر می برد. اما با احداث شبکه KV ۵۰۰، ابزارهای MAPLAC نیز دیگر جوابگو نبودند. پس کارشناسان در ابتدا به فایبر گلاسها چشم دوختن، اما شکنندگی آنها، خیلی زود باعث خارج شدنشان از گردونه شد. سرانجام مطالعات زیاد کارشناسان جنس نتیجه گرفت به طوری که در سال ۱۹۵۹ ماده شیمیایی بنام ایپوکسی گلاس (EPOXIGLAS) تولید شد که با درجه عایقی بسیار خوب (KV ۱۰۰ در هر فوت) و مقاومت مکانیکی عالی جایگزین کلیه مواد در ساخت تجهیزات خط گرم تاکنون شده است ایپوکسی گلاس از خانواده رزین هاست که زیر مجموعه ای پلیمرها هستند و در شرایط سنتز خاص می توان مقاومت مکانیکی بسیار خوب به همراه مقاومت الکتریکی عالی را از آنها بدست آورد. جنس قسمت عایق تجهیزات خط گرم از ایپوکسی گلاس و جنس قسمتهای فلزی آن از آلیاژ آلومینیوم حرارت دیده است که با وزن کم مقاومت مکانیکی خوبی را ایجاد می کند.



شکل ۲-۲- کلر در شبکه ۳۴۵kV میشیگان

در حال حاضر شرکتهای زیادی در جهان مشغول به تولید تجهیزات خط گرم هستند که

هزار میلیارد تومان (۷/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰) سرمایه‌گذاری شده است و با توجه به گسترش نیاز مردم، سالانه مبلغی افزوده می‌شود. با توجه به اینکه تنها راه برگشت سرمایه، فروش برق به مصرف‌کننده است، پس اگر به هر دلیلی، خواسته یا ناخواسته خطوط انتقال یا توزیع قطع گردد و برقی به دست مصرف‌کننده نرسد، در حقیقت اولین ضرر متوجه پیکره دولت خواهد بود. [3]

این موضوع را در سال ۷۷ به وضوح مشاهده کردیم. با توجه به برنامه ریزی‌ها و پیش‌بینی‌های انجام شده در سال ۷۷ می‌بایست معادل ۸۰ میلیارد کیلو وات برق به مشترکان فروخته شود. با توجه به متوسط نرخ ۶۰ ریال در آن سال، پیش‌بینی شده بود که ۴۸۰ میلیارد تومان در آمد وزارت نیرو ناشی از فروش برق در سال ۷۷ باشد. اما در پایان سال اعداد و ارقام نشان داد که آن وزارتخانه با بیش از ۹۵ میلیارد تومان کسری بودجه مواجه گشته است که یکی از دلایل وقوع خاموشی و عدم فروش برق به مصرف‌کننده بوده است.

همانگونه که ذکر شد اولین ضرر متوجه پیکره دولت شد، اما ضرر بیشتر و بزرگتر متوجه اقتصاد ملی شد، چرا که وزارت نیرو ناچار گشت کسری بودجه را با کاهش اعتبارات برای طرح‌های جدید جبران نماید به این ترتیب تاریخ بهره‌برداری از طرح‌های جدید بیش از یک سال به تعویق افتاد. [4]

مشترکین صنعتی نیز از اعمال خاموشی در شبکه ناراضی و گلّه مند بوده و هستند و این ناراضی‌های عواقب جدی و خطرناکی مثل عدم اطمینان برای سرمایه‌گذاری جدید و یا عدم توسعه بخشها را در پی داشته است که این موضوع نیز تأثیر منفی در ایجاد اشتغال و میزان تولید واحدهای تولیدی داشته است. خسارت ایجاد شده در اثر خاموشی را می‌توان به چهار دسته کلی تقسیم کرد:

- ۱- خسارت ناشی از کاهش تولید به علت تعطیل شدن خط تولید در اثر خاموشی
- ۲- خسارت ناشی از ایجاد ضایعات در خط تولید در هنگام تولید محصولات.
- ۳- خسارت ناشی از بیکاری پرسنل تولید به هنگام خاموشی.

۴- خسارت ناشی از آسیب دیدگی تجهیزات کارخانجات به هنگام قطع و وصل برق.

با توجه به موارد فوق اهمیت وجود یک شبکه پایدار برای صنایع کاملاً مشهود است. این موضوع برای مشترکان کشاورزی نیز کاملاً صدق می‌کند و همچنین مشترکان خانوادگی نیز در قبال پرداخت هزینه‌های برق انتظار وجود یک شبکه پایدار و بدون خاموشی را دارند و خلاصه آنکه وقوع خاموشی در شبکه باعث ایجاد ناراضی‌های برای کلیه مشترکان (صنعتی، کشاورزی، خانوادگی) می‌شود. ضررهای اقتصادی زیادی را در پی خواهد داشت.

یکی دیگر از مضررات خاموشی تأثیر جریانه‌های سوءچینگ در تجهیزات فشار قوی می‌باشد. با هر بار قطع و وصل بریکرها، جریانه‌های شدیدی در شبکه جاری می‌شود که به طرز غیر قابل انکاری بر روی تجهیزات اثر نامطلوب داشته و باعث کاهش طول عمر و بعضاً خرابی تجهیزات فشار قوی می‌شود. همچنین استهلاک ناشی از هر بار قطع و وصل بریکرها و تأثیر مستقیم آن بر روی روغن‌ها را نمی‌توان از نظر دور داشت. با توجه به هزینه سنگین تجهیزات فشار قوی، نگهداری صحیح و بهره‌برداری مناسب از آنها دارای اهمیت خاصی است و یکی از بهترین راه‌های بهره‌برداری کاهش تعداد دفعات قطع و وصل می‌باشد.

با توجه به آنچه گفته شد واضح است که خاموشی نتایج زیر را در پی خواهد داشت.

۱- عدم فروش برق (انرژی توزیع نشده) و در نتیجه ضربه به پیکره دولت، وزارت نیرو و اقتصاد ملی.

۲- عدم رضایت مشترکان.

۳- خسارت تجهیزات ناشی از جریانه‌های سوئیچینگ.

حال سؤال این است که برای کاهش خاموشی چه می‌توان کرد؟

خاموشی به دو صورت است:

- ۱- ناخواسته یا بدون برنامه ریزی.
 - ۲- خواسته یا با برنامه ریزی.
- خاموشی‌های ناخواسته در اثر ایجاد فالت در شبکه ایجاد شده و خط به صورت اتوماتیک از مدار

خارج می شود . وقوع اتصال کوتاه مثال بارزی برای این نوع خاموشی هاست.

خاموشی های با برنامه ریزی جهت انجام تعمیرات و مانورهای دوره ای بر روی خطوط صورت می پذیرد.

عمده ترین دلایل این خاموشی ها عبارت است از : شکستگی مقره ها ، نشت کراس آرم . شکستگی تیر و

برای کاهش خاموشی بدون برنامه ریزی لازم است که گروه های بازرسی خط تشکیل شود و این گروه ها خطوط را مورد بررسی قرار داده و مشکلات خط را طی گزارش به گروه عملیات خط ابلاغ کنند . سپس گروه عملیات به محل اعزام و اقدام به رفع مشکل می کنند . این مشکل می تواند شکستگی یا نشست یک مقره باشد که در صورت عدم تعویض به موقع ، باعث ایجاد خاموشی در شبکه می شود.

خاموشی های با برنامه ریزی را نیز می توان توسط هماهنگی با گروه عملیات خط گرم کاهش و حتی به صفر رساند . مثلاً عملیات شجره زنی یکی از مواردیست که توسط کارگران خط گرم به سادگی انجام شده و مانع ایجاد خاموشی چندین ساعته در سیستم می گردد.

امروزه در کشورهای جهان عملیات خط گرم به صورت امری متداول و عادی ، در حال انجام است . و با این روش مانع از ایجاد ضرر های اقتصادی فراوان و نارضایتی مشتریان می گردند و با بهره گیری از تکنولوژی HOTLINE یا تعمیرات خط گرم ، تعداد خاموشی ها به میزان چشمگیری کاهش خواهد یافت ، چرا که بسیاری از مانورها و تعمیرات خطوط به صورت گرم قابل اجرا هستند.

۵- عملیات خط گرم

عملیات خط گرم به دو صورت انجام می شود:

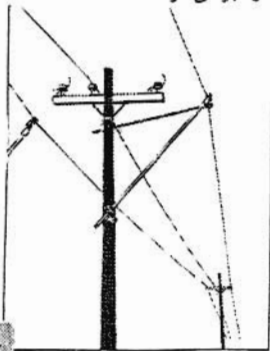
۱- عملیات فرمان از دور

۲- عملیات فرمان نزدیک

در نوع اول همانگونه که از اسم آن پیداست سیم بان بدون اینکه از فاصله مجاز ایمنی نزدیکتر شود با استفاده از ابزارهای خاص به صورت Remote

Controi قادر خواهد بود کلیه تعمیرات را انجام دهد . عمده ترین این ابزار های عبارتند از : سیم گیرها (Wire tongs) ، چوبهای اصلی (Tie sticks) چوبهای رابط (Line sticks) ، بازوهای کمکی (Auxilary Arms) ، حاملهای کششی (Rural strain carrier) ، نردبانها و سکوهای عایق (Ladder & PlatForm Epxiglas) ، پوشش ها و کاورهای عایق (Cover up equipment) و

روند کلی این نوع تعمیرات به این صورت است که سیم بان با استفاده از ابزارهای مخصوص سیم حامل جریان را از حوزه کار خود دور کرده و آنرا در کناری مهار می کند . (شکل ۳ و ۴) سپس مقره ، کراس آرم و یا هر آنچه را که لازم باشد مثل برق گیر ، کات اوت و ... را تعویض کرده و سپس سیم را به جای خود بر می گرداند.



شکل ۳- دور کردن سیم توسط سیم گیرها

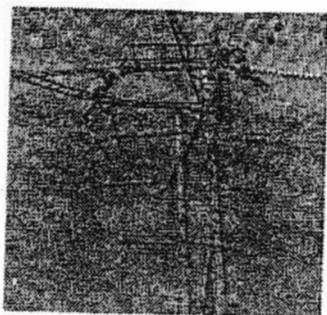


شکل ۴- استفاده از دستکش، آرنجبنده و پاکت در شبکه ۲۰ KV

این عملیات ضریب ایمنی (Safety) بالا ای داشته و چون سیم بان حتی وارد حوزه میدان خط نیز نخواهد شد ، پس هیچ خطری او را تهدید نمی کند.[5] اما در برخی موارد با حالت خاصی مواجه می شویم . مثلاً اگر اشپیل در گوشته کوبی مقره زنگ زده باشد دیگر نمی توان به سادگی و از راه دور مقره را آزاد

عبور کرده و هیچ تأثیر بر بدن انسان نخواهد داشت. سیم بان با ایستادن بر روی نردبان های مخصوص ، ارتباط خود را نسبت به زمین قطع کرده و نسبت به زمین ایزوله می شود. در نهایت سیم بان وارد حوزه خط شده و گیره مخصوص لباس را به سیم حامل ولتاژ وصل می کند. در این حالت او با شبکه هم پتانسیل می شود. چون از دو نقطه دارای یک پتانسیل هیچ جریانی عبور نمی کند پس از بدن سیم بان نیز جریانی عبور نکرده و وی قادر به انجام تعمیرات در شبکه خواهد بود.

در اینجا ذکر دو نکته ضروری است:



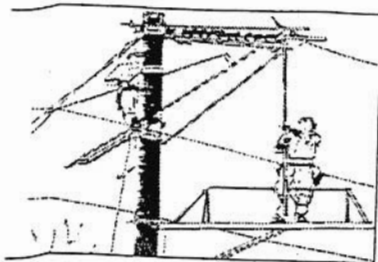
شکل ۷- استفاده از نردبان عایق و لباس برهند جهت هم پتانسیل سازی در شبکه ۲۳۰KV

اول آنکه عملیات هم پتانسیل سازی در مواقعی انجام می شود که به هیچ وجه نتوان عملیات فرمان از دور را انجام داد.

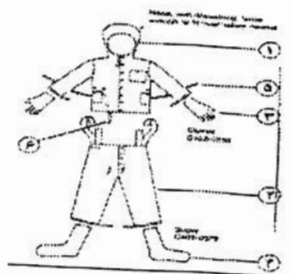
دوم آنکه چون خطوط فشار قوی (High Voltage) دارای میدان الکتریکی شدیدی هستند و این میدان جدا از ایجاد پدیده کرونا و جریانهای شارژینگ باعث تأثیر بر متابولیسم کربوهیدراتها و پروتئینهای موجود در بدن می شود و بر تنفس سلولها تأثیر گذار است لذا مدت زمان کار در شبکه به هنگام هم پتانسیل سازی محدود بوده و مطابق جدول زیر مشخص می شود:

کرد. در این حالت نوع دوم عملیات یعنی فرمان از نزدیک انجام می شود.

این نوع عملیات برای دو سطح ولتاژی تا ۲۰ kv و از ۲۰ kv به بعد کاملاً متفاوت است. در سطوح تا ۲۰ kv سیم بان با استفاده از دستکش ها و آرنج بند عایق ، به خط نزدیک می شود. سیم بان باید ارتباط الکتریکی خود را نسبت به زمین قطع کند. این امر با قرار گرفتن در باکت کامیون مخصوص یا ایستادن بر روی سکوی عایق انجام می شود. شکل ۵/۶ در این حالت سیم بان می تواند به خط نزدیک شده و کلیه تعمیرات را انجام دهد.



شکل ۵- استفاده از سکوی عایق برای عملیات هم پتانسیل سازی



شکل ۶- اجزاء مختلف لباس برهند

اما در سطوح ولتاژی بالاتر کار به این سادگی نمی باشد. عملیات فرمان از نزدیک از سطح ۶۳ kv به بعد به صورت هم پتانسیل سازی با شبکه انجام می شود. جهت این کار لازم است که سیم بان لباس مخصوص برهند (Barehand) را پوشیده و خود را کاملاً نسبت به زمین عایق نماید.

جنس لباس برهند از الیاف نقره می باشد. به این ترتیب لباس کاملاً هادی بوده و چون مقاومت آن بسیار کم است جریانهای شارژینگ از سطح لباس

جدول شماره ۱- مدت زمان کار در میدان

مدت زمان کار در میدان برحسب دقیقه	شدت میدان برحسب KV/m
بدون محدودیت زمانی	5 > ...
۱۸۰ دقیقه	5-10
۹۰ دقیقه	10-15
۱۰ دقیقه	15-20
بدون لباس محافظ غیر مجاز است	.. > 25

۶- نتیجه

امروزه هیچ کس نمی تواند منکر اهمیت برق شود . جریان برق همانند اکسیژن است که نبود آن باعث فلج شدن و از کار افتادن شریانهای اصلی جامعه می شود . مسلماً بهترین و مقرون به صرفه ترین راه جهت ایجاد یک شبکه پایدار به دور از خاموشی های مکرر بهره گیری از تکنولوژی HOTLINE است.

HOTLINE یک تکنولوژی جدید نیست اما در کشور ما تازگی دارد. با توجه به روند رو به گسترش صنایع و نیاز حیاتی آنها به برق ، تعمیرات خط گرم و به تدریج جای خود را باز کرده و در آینده ای نه چندان دور شاهد فراگیر شدن آن خواهیم بود . نیاز به متخصصانی در این زمینه بازار کار و فرصت شغلی مناسبی برای مهندسان جوان به وجود خواهد آورد و با بالا رفتن توانایی سیستم (System ability) اطمینان صاحبان صنایع در وجود یک شبکه پایدار و خوب جلب خواهد شد و شاهد افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات خواهیم بود .

۷- مراجع

[1] HOT STICKS: A.B. Chance CO.,1974.

[2] شرکت میزان نیرو : ۱۳۷۹.

[3] مجله صنعت برق مصاحبه با مهندس

ملکی مدیر عامل توانیر : شماره ۳۸ ص ۴۸.

[4] مجله صنعت برق: کاهش اعتبارات وزارت

نیرو، مهندس عبدالحسین فضل الهی: شماره ۳۳-ص ۵۳.

[5] تعمیرات خط گرم: شرکت برق منطقه ای

تهران ، ۱۳۵۳.

[6] T 95 TOOL CATALOGHAND

BOOK :Hubble Power System , 1995.