

SPD バックアップ用過電流保護器の選定方法

エース国際技術コンサルティング 竹谷

その1 MCCB の場合・・・

1. SPD バックアップ MCCB の適用条件に次の 3 条件がある。

- 1) 放電電流波高値による電磁機械力に耐えること。
- 2) 放電電流の i_2t による熱的ストレスに耐えること。
- 3) MCCB の自己インダクタンスによる電圧降下が過電圧保護レベルに影響を与えないこと。このために各フレームの最大電流容量を選定すること。
また MCCB 自身のインピーダンスにより限流効果を持つ原理のものは避けなければならない。

注) ギャップ型 SPD の場合には SPD 設置点における商用周波数短絡電流を遮断できなければならない。バリスター型 SPD の場合はこの点は考慮する必要はない。

2. 直撃雷電流用 SPD の定格放電容量及び i_2t (全ての数値は 1 極当たり)

型式	(1) 放電容量 10/350 μs	(2) 通過電荷量 As	(3) i_t $A^2s \times 10^6$	(4) 選定 MCCB 電磁機械力	(5) 選定 MCCB 熱ストレス
DEHNventil	25 kA	12.2	0.156	EA225B 27 kA	SA53C 0.27A ² s
DEHNblock	50 kA	24.3	0.624	EA600B 55 kA	EA225B 2.6A ² s
DEHNport	75 kA	36.5	1.40	S1000 100 kA	EA225B 2.6A ² s

注 1) 上表の選定例及び注 4) の選定例は富士電機製 MCCB についてである。

注 2) 雷電流通電時間が短いため、各 MCCB は熱的ストレスに対しては十分な余裕がある。上表 (5) 参照のこと。

注 3) MCCB の選定は主として MCCB の最大許容通過電流波高値により決まる。

もしこの値を放電電流の波高値が超過すると MCCB は機械的に破損する可能性がある。(雷電流電磁力の作用時間が極端に短いため裕度は未解明である。)

注 4) ● SPD 放電容量 25 kA の通過に耐え得る MCCB は EA225B (最大通過容量 25 kA) である。

●ただし雷保護レベルⅢを選定した場合には、直撃雷電流の中、50 kA が SPD を経由して電源へ向かって流れるとすれば、その中、5 kA を情報技術線が分担し、45 kA を電力線が分担することになる。そこで電気設備に対し単相 3 線

— 又は 3 相 3 線が引き込まれているとすれば、45 kA を更に 3 本の線で分担することになるので、SPD 1 極あたりに流れる雷電流分流分は 15 kA となる。この場合に適用すべき MCCB は SA100 BA (最大通過容量 15 kA_{peak}) である。

さらにガス管及び水道管が雷電流を分担することを考慮すれば・・・

適用する MCCB は EA100C (最大通過容量 13 kA peak) で充分であろう。

- またもし電気設備に単相 3 線と 3 相 3 線の都合 6 本の電力線が引き込まれているとすれば、SPD 1 極あたりに流れる雷電流分流分は $45/6 = 7.5 \text{ kA}$ となるので、適用する MCCB は SA50C (最大通過容量 8.5 kA) で充分であろう。

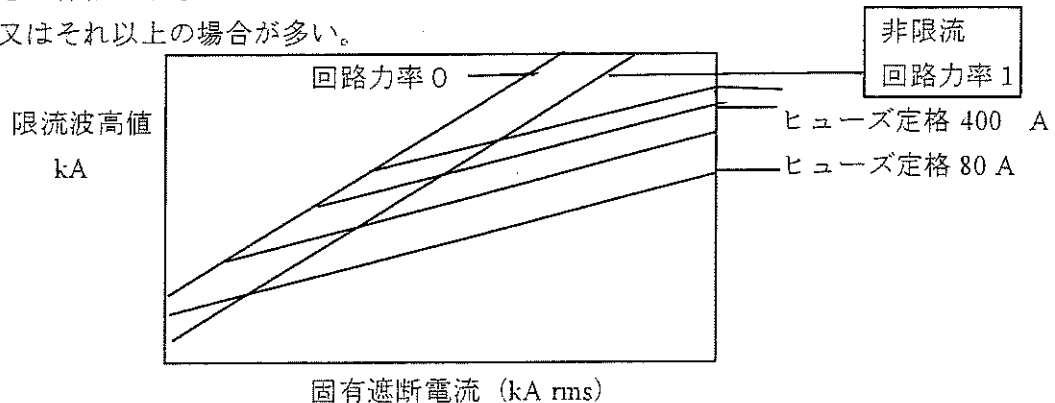
なお放電容量が小さくても構わない場合にも SA50C よりも小型のものを選定するのは、MCCB 自身のインダクタンスが大きくなるため避けなければならない。

注 5) DEHNventil の制限電圧は 1.5 kV 以下と非常に低いが、場合により SPD 動作時に MCCB に発生する電圧降下及び回路の振動及び反射により発生する過電圧を補償するために、DEHNguard (保護対象機器の直前に) と組み合わせること。

注 6) 1 極あたり放電容量 25 kA 超過の領域では MCCB の体格が大きくなり過ぎるので、バックアップ過電流保護器としては、限流ヒューズが推奨される。

その 2 ヒューズの場合

1. 限流ヒューズは短絡電流 (50 Hz で、半波 10 ms) を、その波高値に達する前に遮断する性能を持っているので故障点の損傷を小さく抑えることが出来る長所をもっている。通常その全遮断時間は約 5 ms である。従って適切にヒューズを選定すれば、ヒューズにより限流遮断することによって、たとえ SPD のケース内部の素子がアークで短絡状態にあっても、SPD ケースは損傷せずに遮断を完了することが出来る。MCCB でバックアップ遮断する場合には故障点の損傷をこのように小さく抑えることはできない、即ち SPD ケースの破裂及びアークの噴出もあり得る。このような優れた特長を備える限流ヒューズであるが、わが国ではヒューズエレメントの予備の用意と動作後の交換作業が嫌がられ、故障点の損傷状況は無視し、短絡電流が遮断できればよいということだけで MCCB が普及した。
2. 限流ヒューズの限流性能はヒューズの定格電流が小さいほど大きい。また定格電流の小さい体格の小さいヒューズであっても、その遮断性能は体格の大きなヒューズと同等又はそれ以上の場合が多い。



3. 一般にヒューズを適用する場合にはヒューズの定格電流が負荷電流を上回っていること。また健全な過電流 (例えば電動機起動電流、変圧器突入電流など) により動作することのないように選定するため必ず溶断特性曲線が用いられる。
4. SPD のバックアップ・ヒューズには通常状態では電流は流れないので、その選定に際し溶断特性曲線は考慮される必要はない。また限流性能はヒューズの定格電流が小さいほど大きいため、ともすれば定格電流の小さいヒューズを選びがちである。
5. SPD のバックアップ・ヒューズは SPD の正常の動作によって溶断してはならない。

その条件を満足するのは ヒューズエレメントの溶融 $i_t > \text{SPD}$ の放電時の i_t

注：一旦ヒューズエレメントが溶融したならば非可逆現象であり、回復しない。

ヒューズエレメントの溶融 i_t ：厳密には許容繰り返し i_t である。

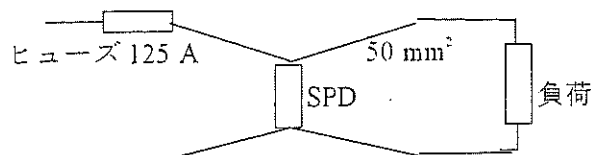
溶融 i_t までヒューズエレメントの温度を上げるとエレメントの劣化が始まる。

	SPD の定格 放電電流	SPD の i_t $A^2s \times 10^6$	適用ヒューズ の定格電流	適用ヒューズの溶断 $i_t A^2s 10^6$
DEHNventil	25 kA	0.156	224 A	0.2
DEHNblock	50 kA	0.624	400 A	0.63
DEHNport	75 kA	1.40	630 A	2.0

注：上表のヒューズは・・・ JEAN Mueller 製のものを例として掲げた。

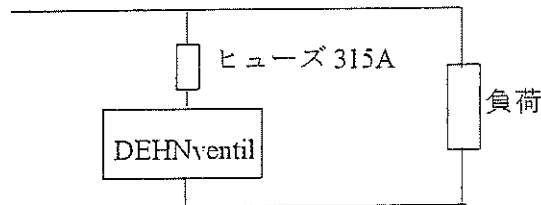
6. DEHN 社総合カタログに記載の DEHNventil 用のヒューズ定格について

1) 負荷に対してヒューズが直列接続の場合（接続線の電圧降下はゼロ）。



カタログでは DEHNventil の端子に接続できる電線の最大断面積は 50mm² となっている。この電線の電流容量に対応する負荷を確実に過電流保護するためのヒューズは 125 A と VDE 規格で規定されている。この場合、過電圧保護よりも過電流保護が優先する。すなわちヒューズ定格は負荷電流によって決められる。

2) 負荷に対してヒューズが並列に接続される場合



この場合、ヒューズの定格電流は 5. 項で検討したように最低 224 A とする必要がある。しかし 50 kArms の短絡電流が流れる場合にはヒューズ定格電流を、315 kA (50 kA の短絡電流の場合に限流波高値が $1.3 \cdot 10^5$ を超過する。) までに制限しておかないと DEHNventil を保護（内部短絡があってもケースの破壊を防止できる。）できなくなる。

3) 推定短絡電流 25 kA 以下の場合には、DEHNventil で続流遮断すれば限流効果が優れているために上位に接続された 32 A 定格のヒューズが溶断することはない。

(ただしこれは雷電流 10/350 を放電する場合のことではないので、誤解ないように)

7. 総合カタログでは、50 kArms の短絡電流の場合に適用するヒューズ定格は・・・

DEHNblock の場合、160 A

DEHNport の場合、250 A

が指定されている。これは 5 項で検討した溶断条件よりも SPD の保護条件を重視したためである。これらのヒューズ定格電流を超過した場合にはヒューズの限流効果が

あまりなくなり、SPD の破損を防止することができなくなる。

その3 誘導雷用バリスタ型 SPD のバックアップ

1. ギャップ型 SPD ①とバリスタ型 SPD ②を組み合わせた場合

もし SPD ①が 4 kV で動作するとすれば・・・

- 低圧配電回路のサージインピーダンスを 50 Ω とする。(50 Ω はケーブルのサージインピーダンス、架空線の場合は 500 Ω)

$4 \text{ kV} \div 50 \Omega = 80 \text{ A}$ 即ち 80 A の雷電流でギャップが動作する。

- デカップリング・リアクトル 10 μ H が SPD ①の負荷側にある場合

$4000 \text{ V} \div 10 \mu \text{ H} = 400 \text{ A}/\mu \text{ s}$

の電流上昇率でギャップが動作する。

- ギャップ SPD ①は 1 kA 以下の雷電流値で動作すると予想され、ギャップが動作した後は SPD ①の電圧降下が数 10 V、SPD ②の電圧降下が数 100 V となる。従ってギャップが動作した後は、雷電流の大部分の流通は SPD ①が負担するので SPD ②に流れる電流は極めて小さい。

上記の理由から通常、SPD ②を通過する雷電流波高値は 10 kA を超過することはないと考えられる。

2. バリスタ型 SPD ②単独で使用する場合

もし保護対象回路に直撃雷分流分が流れる可能性が無く、誘導雷に対する保護のみを考慮すれば良い場合は、通常 SPD を通過するサージ電流の波高値は 10 kA を超過することはない。添付資料 A 参照。

3. 上記の考察から誘導雷用バリスタ型 SPD のバックアップ遮断器としては、通常、通過電流波高値おおよそ 10 kA に耐えるものであれば良い。適用 MCCB は SA50C (最大通過容量 8.5 kA) が許容される。

しかし勿論、設置点の商用電源による短絡電流を超える遮断容量は持っていなければならない。

添付資料 B は富士電機製配線用遮断器に 10 kA (10/350) を流した場合に、これに耐えることができることを実証した試験結果である。

I^2t - Werte für NH - Sicherungseinsätze

Charakteristik: gL ~500/660V

Typ: M00 - M4a 2 - 1250A

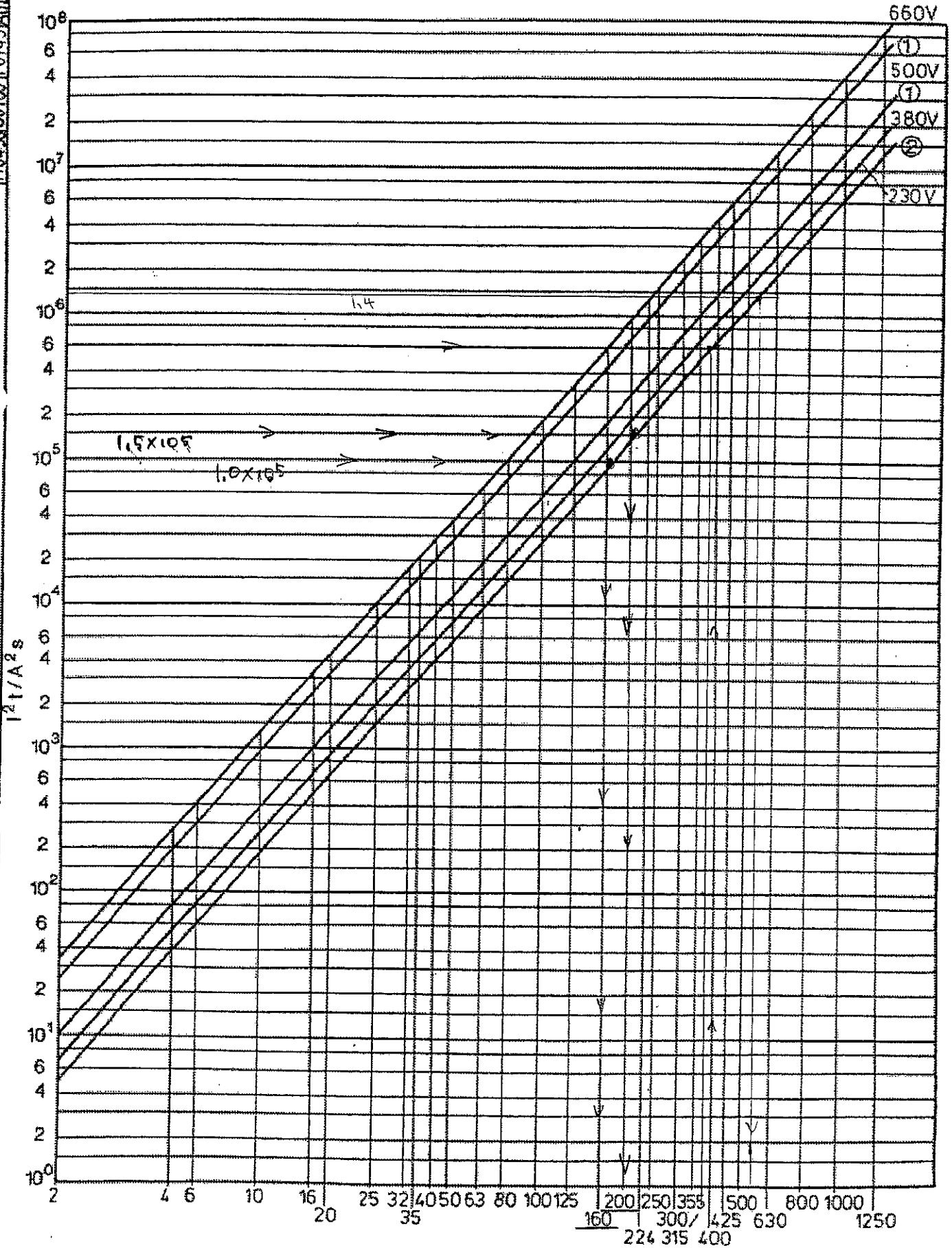
JEAN MÜLLER



Elektrotechnische Fabrik
D-65343 Eltville am Rhein

A-1

A0453 C0168 F0143 A0468



I_N/A Sicherungseinsätze

① Gesamt I^2t - Wert

② Schmelz - I^2t - Wert bei $t_{vs} = 4ms$

Ersetz für Nr.:

Datum: 8. 8 88

Nr.: E 0215

Stand:

	電流波形	ピーク電流(kA)	合計電荷量(AS) $\times 10^3$	合計エネルギー量(A ² s) $\times 10^6$	双方の比率(直撃/誘導)
直撃雷	10/350 μ S	500	0.243192601	62.3859782	24.92171277
直撃雷	10/350 μ S	20	0.009727704	0.099817565	0.996868511
誘導雷	8/20 μ S	500	0.009758262	2.700141186	
直撃雷	10/350 μ S	75	0.03647889	1.40368451	
直撃雷	10/350 μ S	50	0.02431926	0.623859782	
直撃雷	10/350 μ S	25	0.01215963	0.155964946	

0.0998×1.56
 0.15×10^6
 1.5×10^5

Strombegrenzung für NH - Sicherungseinsätze ~ 500/660V

Charakteristik : gL / gG

Typ : MCO...M4a gL / 2 1250A

JEAN MÜLLER

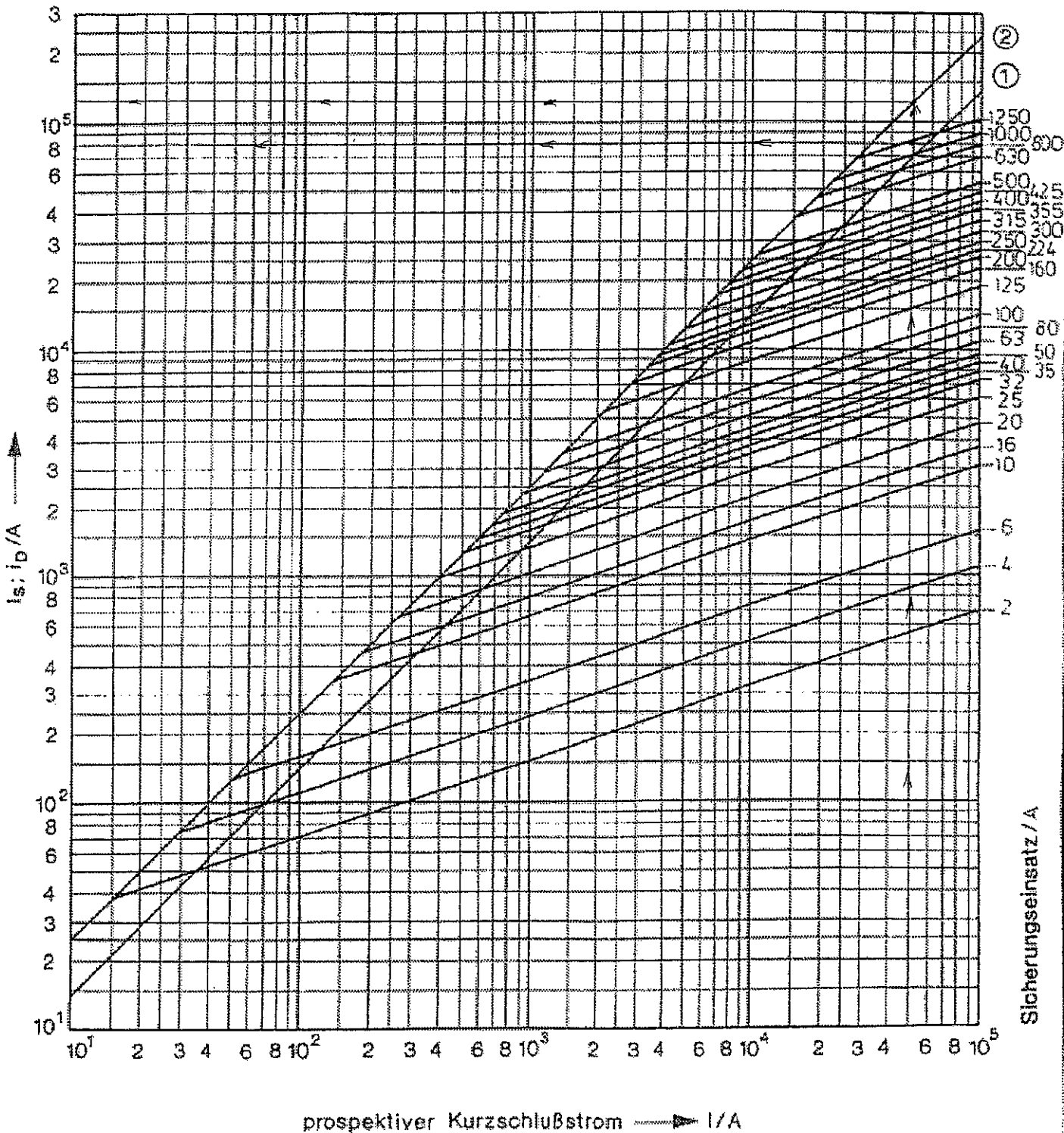


NIEDERSpannungs-
SCHALTGERÄTE
D-6228 Ellville / Rh.

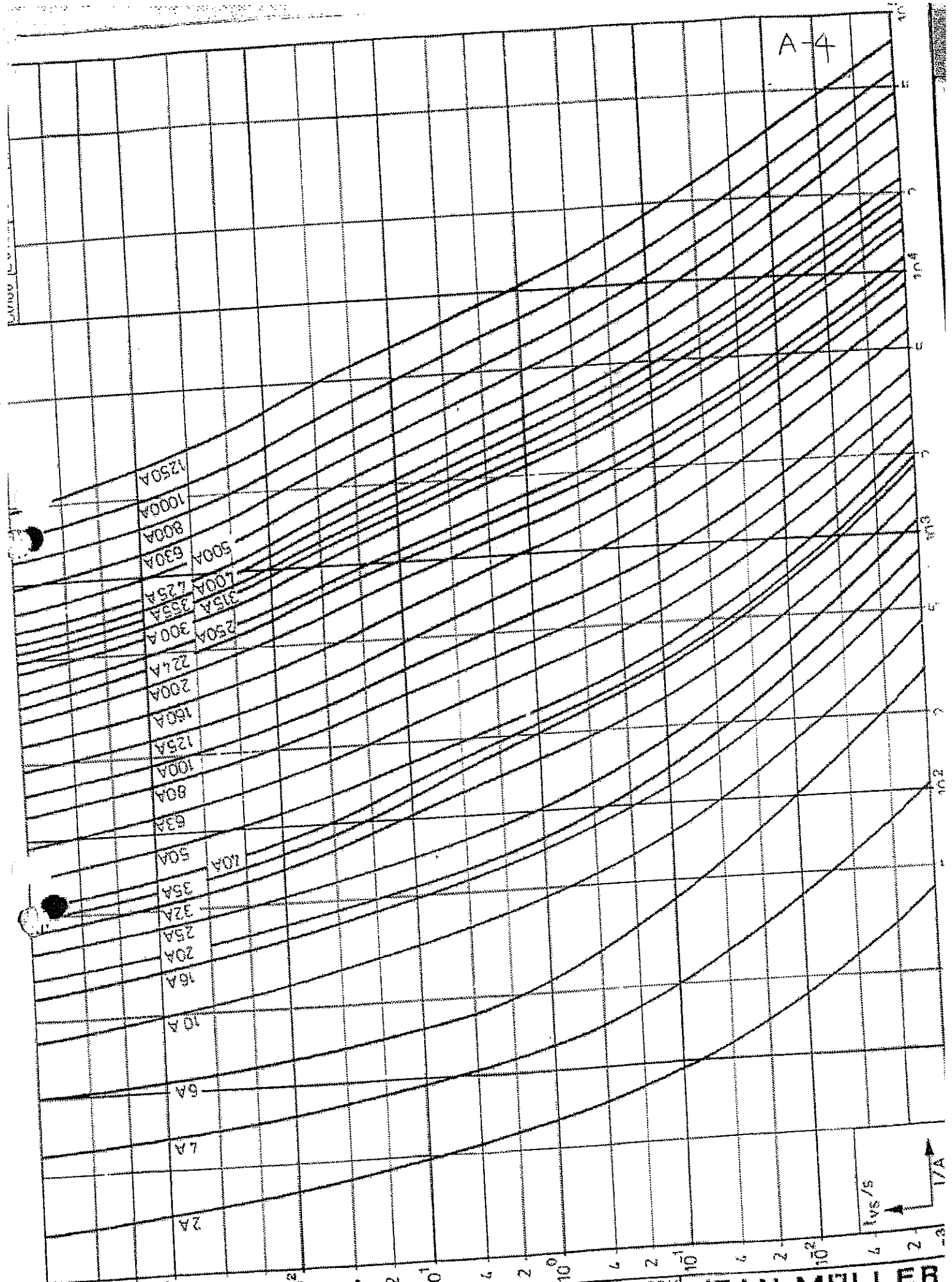
A-3

A0205E0145 F0143

- ① Stoßkurzschlußstrom ohne Gleichstromglied
- ② Stoßkurzschlußstrom mit größtem Gleichstromglied



A-4



Mittlere Zeit/Ström - Kennlinien für NH - Sicherungseinsätze 500/660V
 Charakteristik: gL (VDE 0636 Teil 21)
 Typ: MOD... M4a/gL/s

JEAN MÜLLER
 Elektrotechnische Fabrik
 D-6228 Ellville / Rh.

2 12 87 Nr. A 0456



Versuchsnotiz

Prüfer:WHO.....

Prüfdatum:27.03.2002.....

Versuchsgegenstand: Fuji Autp-Breaker 富士配線用遮断器

Artikel-/

Entwicklungs-Nr.:

Aufgabenstellung: 目的

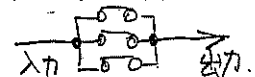
Bestoßen der Prüflinge mit Stoßstrom 10 kA (10 / 350) 供試器は10kA(10/350)のインパルス電流を流す。インスタ計2" H117°がどうかを校正する。

Durchführung der Versuche: 試験の実施

Die drei Eingangsanschlüsse und Ausgangsanschlüsse parallel verbunden und mit 10 kA (10/350) bestoßen.
入力端子と出力端子をそれぞれ並列接続し10kA(10/350)を流した。

Danach die drei Eingangsanschlüsse einzeln mit 10 kA (10/350) bestoßen.

その後 入力側端子から個々10kA(10/350)を流した。



Mess- und Prüfgeräte: 測定試験器

Generator 10 kV / 10 kA (10/350) Eigenbau Fa. DEHN + SÖHNE

Tektronix TDS 540

Versuchsergebnis:

Prüfling EA 203B 225A AC550V:

定格遮断容量 30kA

Gerät hat nicht ausgelöst

供試器はH117°しなかった。

Prüfling EA 53B 225A AC550V:

Gerät hat bei Parallelschaltung nicht ausgelöst. 供試器は並列接続時にH117°しなかった。

Bei Einzelprüfung der Pfade hat das Gerät jedes mal ausgelöst. 個別相に流した時は毎回H117°した。

定格遮断容量 5kA

Prüfling EA 103F 100A AC440V:

定格遮断容量 5kA

Gerät hat nicht ausgelöst H117°せず。

Prüfling EA 53A 100A AC460V:

定格遮断容量 2.5kA

Gerät hat nicht ausgelöst H117°せず。

Prüfling EA 33 30A AC600V:

Gerät hat bei Parallelschaltung nicht ausgelöst. 並列接続時H117°せず。

Bei Einzelprüfung der Pfade hat das Gerät jedes mal ausgelöst. 個別相に流した時は毎回H117°した。

定格遮断容量 2.5kA

Prüfling EA 103B 225A AC550V:

定格遮断容量 2.5kA

Gerät hat nicht ausgelöst H117°せず。

Versuchsnotiz



Prüfer: ..WHO.....

Prüfdatum:04.03.2002.....

Versuchsgegenstand: 漏電遮断器 100A/500mA
 FUJI Earth Leakage Circuit Breaker EG103B 100A / 500mA

Artikel-/
 Entwicklungs-Nr.:

Aufgabenstellung: 目的

Stoßstromfestigkeit des Prüflings feststellen.

供試品のインパルス電流耐量を検証する。

Durchführung der Versuche: 試験の実施

Prüfling über Trenntrafo an Anschluss R und T an 230 V~ Wechselfspannung gelegt.

端子 R 及び T には 230 V 交流電圧が印加された。

Prüfling mit Stoßströmen an Anschluss S von 3 | 5 | 7,5 | 10 | 12,5 | 15 | 17,5 | 20 | 22,5 | und 25 kA (8/20) beansprucht. 供試品の端子 S には 1 相交流電流が流された。

Danach immer das Auslösen der Prüftaste überprüft.

インパルス電流を流した後、毎回テストボタンで解放試験を実施した。(接点溶着等がない)

Mess- und Prüfgeräte: 測定及び試験器は

Stoßstromgenerator (Eigenbau) 30kV / 25kA のインパルス発生器である。

Tektronix TDS 745D
 Pearson 1080

Versuchsergebnis:

Nach der letzten Stoßstrombelastung mit 25 kA (8/20) zeigte die Prüftaste noch einwandfreie Funktion.

最終の 25 kA (8/20) のインパルス電流を流した後、投入状態をテストボタンで解放した。供試品は完全な機能を保有していた。

Folgerung/ Veranlassung:

Verteiler		Dr.Z	EZ											
		X												