

Trabalho 01 - Descargas Negativas Descendentes Nuvem - Solo

Augusto Mathias Adams¹

¹*augusto.adams@ufpr.br*

9 de maio de 2023

1 Resumo do Processo de Descarga

A descarga negativa descendente em direção ao solo é o tipo mais comum e estudado de raios. Cada *flash* para o solo geralmente contém de três a cinco *strokes*, sendo que o número máximo de *strokes* já observados em um único *flash* é de 26. A maioria esmagadora, com cerca de 80% ou mais, dos *flashes* contém mais de um *stroke*. O intervalo de tempo entre os sucessivos *strokes* em um *flash* é geralmente de várias dezenas de milissegundos, embora possa ser tão grande quanto centenas de milissegundos se uma corrente contínua longa estiver envolvida ou tão pequeno quanto um milissegundo ou menos. A duração total de um *flash* é tipicamente algumas centenas de milissegundos, e a carga total transferida para o solo é de algumas dezenas de coulombs. Cerca de metade de todos os *flashes* de descargas para o solo criam mais de uma terminação no solo, com a separação espacial entre as terminações do canal podendo chegar a muitos quilômetros. Cada *stroke* é composto por um líder que se move para baixo e um líder que se move para cima no curso de retorno. O líder cria um caminho condutor entre a fonte de carga na nuvem e o solo e deposita carga negativa ao longo desse caminho, enquanto o canal de retorno percorre esse caminho, movendo-se do solo em direção à fonte de carga na nuvem e neutraliza a carga negativa do líder. O líder escalonado inicia os movimentos do primeiro *stroke* de retorno intermitentemente, enquanto os líderes dos *strokes* subsequentes geralmente parecem se mover continuamente.

Após a quebra inicial, possivelmente entre as principais regiões de carga negativa e positiva inferiores na nuvem, o líder escalonado se propaga em direção ao solo com uma velocidade média de $2 \times 10^5 \frac{m}{s}$. Abaixo do limite inferior da nuvem, cada passo do líder tem uma duração típica de $1 \mu s$

e um comprimento de dezenas de metros, com um intervalo de tempo entre os passos de 20 a 50 μs . A corrente média do líder escalonado está entre 100 e 1000 A, e o valor máximo do pulso de corrente associado a um único passo é de pelo menos 1 kA. A transição da fase do líder para a fase do canal de retorno é referida como o processo de anexação. A velocidade de propagação ascendente de um canal de retorno abaixo do limite inferior da nuvem é tipicamente entre um terço e metade da velocidade da luz, ou seja, cerca de três ordens de magnitude mais alta que a velocidade do líder escalonado. A primeira corrente do canal de retorno medida no solo sobe para um pico inicial de cerca de 30 kA (valor mediano) em alguns microssegundos e diminui para metade do valor de pico em algumas dezenas de microssegundos. O canal de retorno descarrega ao solo os vários coulombs de carga originalmente depositados no canal do líder escalonado. A onda de corrente do canal de retorno aquece rapidamente o canal para uma temperatura máxima próxima a 30.000 K e cria uma pressão de canal da ordem de 10 atm ou mais, resultando na expansão do canal, radiação óptica intensa e uma onda de choque acústica que eventualmente se torna o trovão que ouvimos à distância.

As descargas subsequentes ocorrem após a cessação do fluxo de corrente para o solo. Processos na nuvem chamados de processos J envolvem uma redistribuição de cargas na nuvem em uma escala de tempo de dezenas de milissegundos em resposta ao retorno de curso anterior. Transitórios ocorrendo durante o processo mais lento J são referidos como processos K. Ambos os processos J e K em descargas entre nuvens e o solo efetivamente transportam cargas negativas frescas para dentro e ao longo do canal existente (ou seus remanescentes), embora não até o solo. O líder *dart* progride para baixo a uma velocidade típica de $10^7 \frac{m}{s}$ e deposita uma carga total ao longo do canal da ordem de 1 C. A corrente de pico do líder *dart* é de cerca de 1 kA. A corrente de retorno subsequente medida no solo atinge um valor de pico de 10 a 15 kA em menos de um microssegundo e decai para metade do valor de pico em algumas dezenas de microssegundos. A derivada máxima da corrente é tipicamente da ordem de $100 \frac{kA}{\mu s}$. A velocidade média de propagação ascendente de cursos de retorno subsequentes é semelhante à dos primeiros cursos de retorno. O componente de canal de retorno de uma corrente de canal de retorno subsequente é frequentemente seguido por uma corrente contínua contínua que tem uma magnitude de dezenas a centenas de amperes e uma duração de até centenas de milissegundos. Os processos transitórios que ocorrem durante o estágio de corrente contínua contínua e servem para transportar carga negativa para o solo são referidos como componentes M. O modo de transferência de carga M para o solo, em oposição ao modo líder-curso de retorno, requer a existência de um canal aterrado transportando corrente.

2 Características da Forma De Onda Detectada (\vec{E} , \vec{B})

a fazer

3 Descrição do Modelo de Campo \vec{E} e \vec{B} (Thottapillil)

A fazer

4 O que é radiação "*Narrowband*"

A radiação *Narrowband* em descargas atmosféricas refere-se à emissão de ondas eletromagnéticas em uma faixa de frequência estreita (também conhecida como banda estreita) que é produzida por descargas elétricas na atmosfera. Essas descargas incluem raios e outros eventos elétricos que podem ocorrer durante tempestades e outros fenômenos meteorológicos.

A radiação *Narrowband* é geralmente emitida em frequências de rádio de algumas centenas de kilohertz a algumas dezenas de megahertz, e é caracterizada por uma largura de banda estreita de apenas alguns kilohertz. Essa radiação é produzida por elétrons que são acelerados a altas velocidades durante as descargas atmosféricas, o que causa a emissão de ondas eletromagnéticas em frequências específicas.

A radiação *Narrowband* pode ser detectada por equipamentos de monitoramento de raios eletromagnéticos e é usada em pesquisa científica para estudar os processos físicos que ocorrem durante as descargas atmosféricas. Também pode ser usada em aplicações de comunicação de rádio de longo alcance, como a transmissão de sinais de rádio para satélites e outras formas de comunicação sem fio de longo alcance.

5 Descrição Gráfica dos Processos M , J e K