**(01)**

**Nome da relação:** caso base

**Chave primária:** ID

**Atributos:** Título, autor (remetente), descrição, base de potência (MVA), data em que o caso base se refere, data de publicação do caso base.

**Referência:** Figura 2 de [1]. Página 4 de [2].

**Texto explicativo:** Este banco de dados permite o cadastro de casos base, ou seja, inserção e remoção de informações de soluções de sistemas elétricos de potência, seja relacionado a distribuição, seja relacionado a transmissão de energia. Cada caso base é identificado essencialmente por um ID.  Este valor é a chave primária do caso base determinado sequencialmente pelo próprio sistema gerenciador de banco de dados. Esta relação caracteriza-se pela presença do título do caso base, autor, descrição, data em que o caso base se refere, data de publicação do caso base e a base de potência em MVA.

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (

 `ID` INT NOT NULL AUTO\_INCREMENT,

 `Title` VARCHAR(255) NOT NULL,

 `Author` VARCHAR(255) NULL,

 `Description` VARCHAR(255) NULL,

 `Power Base` INT NULL,

 `Case Date` DATE NULL,

 `Publication Date` DATE NULL,

 PRIMARY KEY (`ID`),

 UNIQUE INDEX `ID\_UNIQUE` (`ID` ASC))

**(02)**

**Nome da relação:** barra

**Chave primária:** Número da barra e ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Número sequencial, nome da barra, magnitude de tensão, ângulo de fase da tensão, base de tensão (kV), tensão especificada para geração, Limite máximo de geração de potência reativa, Limite mínimo de geração de potência reativa, Limite máximo de magnitude de tensão, Limite mínimo de magnitude de tensão

**Referência:** Figura 3 de [1]. Página 4 de [2].

**Texto explicativo:**

As barras possuem números que as identificam. Estes números são valores únicos para cada caso base e isso explica a necessidade da chave estrangeira relacionada ao caso base. Estas barras possuem características, que em geral são exploradas em casos de transmissão de energia: magnitude de tensão, ângulo de fase da tensão, base de tensão (kV), tensão especificada para geração, limite máximo e mínimo de potência ativa e reativa. Cada barra também possui um nome e um número sequencial.

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`bus` (

 `Bus Number` INT UNSIGNED NOT NULL,

 `case ID` INT NOT NULL,

 `Sequencial Number` INT NULL,

 `Bus name` VARCHAR(255) NULL,

 `Voltage` INT NULL,

 `Phase` INT NULL,

 `Voltage Base` INT NULL,

 `Desired Voltage` INT NULL,

 `Max Reactive Power` INT NULL,

 `Min Power Reactive` INT NULL,

 `Max Voltage` INT NULL,

 `Min Voltage` INT NULL,

 PRIMARY KEY (`Bus Number`, `case ID`),

 INDEX `case ID\_idx` (`case ID` ASC),

 CONSTRAINT `case ID`

   FOREIGN KEY (`case ID`)

   REFERENCES `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (`ID`)

   ON DELETE CASCADE

   ON UPDATE CASCADE)

**(03)**

**Nome da relação:** tipo de barra

**Chave primária:** ID e  ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Descrição

**Referência:** Um atributo da Figura 3 [1], página 5 de transmissão [1]

**Texto explicativo:** Cada barra possui um tipo, que é identificado univocamente por um ID, normalmente, independente do caso base, e possui uma descrição. Por padrão, são 4 tipos predefinidos, que são: 0 - barra não regulada, 1 - barra regulada em potência reativa 2 - barra regulada em tensão 4 - barra regulada em tensão e potência reativa. Porém, existe algumas exceções em que o usuário tem de adicionar novos tipos de barra além do padrão, e isso é exclusivo para o caso base em questão. (IEEE Committee Report, 1973). Assim, é necessário que o ID do caso base seja chave primária estrangeira junto ao ID do próprio tipo de barra, para que estes casos sejam possíveis no banco.

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`bustype` (

`caseID` INT NOT NULL,

`busTypeID` INT NOT NULL,

`Description` VARCHAR(45) NULL,

PRIMARY KEY (`caseID`, `busTypeID`),

CONSTRAINT `caseID`

FOREIGN KEY (`caseID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (`ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE)

**(04)**

**Nome da relação:** relacionamento barra e tipo de barra

**Chave primária:** ID da barra (chave estrangeira), ID do tipo de barra (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira)

**Texto explicativo:** Toda barra pode ser classificada em algum dos tipos de barra e isso é, na prática, feito por meio de uma terceira relação que contenha as chaves primárias de ambas as relações anteriores.

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`bus\_bustype` (

`busNumber` INT UNSIGNED NOT NULL,

`busType` INT NOT NULL,

`CaseID` INT NOT NULL,

PRIMARY KEY (`CaseID`, `busType`),

INDEX `Bus\_idx` (`busNumber` ASC, `CaseID` ASC),

CONSTRAINT `Bus`

FOREIGN KEY (`busNumber` , `CaseID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`bus` (`Bus Number` , `case ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `BusType`

FOREIGN KEY (`CaseID` , `busType`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`bustype` (`caseID` , `busTypeID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE);

**(05)**

**Nome da relação:** ramo

**Chave primária:** ID do ramo,  e  ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Barra inicial (chave estrangeira) e barra final (chave estrangeira), Número do ramo sequencial, comprimento, resistência, reatância, susceptância shunt de linha, classificação MVA #1, classificação MVA #2, classificação MVA #3, descrição, número do circuito. .

**Referência:** Um atributo da Figura 5 de [1], página 6 de [1]. Tabela “Line segment data” página 4 [2].

**Texto explicativo:** Os ramos dos sistemas elétricos de potência são caracterizados basicamente por um número do ramo, que é um número sequencial definido pelo usuário. Mesmo assim o banco de dados gera um ID automático para cada registro cadastrado. As características do ramo são: comprimento, resistência, reatância, susceptância shunt de linha, descrição e número do circuito. Outra característica são as classificações de potência ativa (#1, #2 e #3).

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`line` (

`lineID` INT NOT NULL AUTO\_INCREMENT,

`caseID` INT NOT NULL,

`inicialBusNumber` INT UNSIGNED NOT NULL,

`finalBusNumber` INT UNSIGNED NOT NULL,

`sequencialNumber` INT NULL,

`length` DOUBLE NULL,

`resistence` DOUBLE NULL,

`reactance` DOUBLE NULL,

`shuntSusceptance` DOUBLE NULL,

`rating1` DOUBLE NULL,

`rating2` DOUBLE NULL,

`rating3` DOUBLE NULL,

`description` VARCHAR(45) NULL,

`circuitoNumber` INT NULL,

PRIMARY KEY (`lineID`, `inicialBusNumber`, `caseID`, `finalBusNumber`),

UNIQUE INDEX `LineID\_UNIQUE` (`lineID` ASC),

INDEX `inicialBusNumber\_idx` (`caseID` ASC, `inicialBusNumber` ASC),

INDEX `finalBusNumber\_idx` (`finalBusNumber` ASC, `caseID` ASC),

CONSTRAINT `inicialBusNumber`

FOREIGN KEY (`caseID` , `inicialBusNumber`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`bus` (`case ID` , `Bus Number`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `finalBusNumber`

FOREIGN KEY (`finalBusNumber` , `caseID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`bus` (`Bus Number` , `case ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE);

**(06)**

**Nome da relação:** forma de espaçamento

**Chave primária:** ID, ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Descrição

**Referência:** Tabela “Overhead Line Spacings” [2] e também a “Undergroud Line Spacing” da  página 4 [2].

**Texto explicativo:** A forma em que as linhas estão espaçadas umas da outras deve ser descrito nas linhas da tabela “forma de espaçamento”. Ela depende do ID do caso base, uma vez que isso possibilitaria, se necessário, novas formas de espaçamento para um caso particular específico.

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`linespacing` (

`ID` INT UNSIGNED NOT NULL,

`caseID` INT(11) NOT NULL,

PRIMARY KEY (`ID`, `caseID`),

INDEX `caseID\_idx4` (`caseID` ASC),

CONSTRAINT `caseIDforLineSpacing`

FOREIGN KEY (`caseID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (`ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE);

**(07)**

**Nome da relação:** condutor fase / tape shielded

**Chave primária:** ID

**Atributos:** Tamanho, tipo (enumerado), resistência, radio, ampacidade.\ tamanho, diâmetro sobre isolamento, diâmetro sobre o shield, jacket tickness, diâmetro externo, ampacidade.

**Referência:** Tabela “Conductor data”

PERDI ESSE DADO. DEIXAR PRO FINAL.

**(08)**

**Nome da relação:** condutor neutro

**Chave primária:** ID

**Atributos:** tamanho, diâmetro Isolamento, screen e externo, cobre, capacidade.

**Referência:** Tabela “Conductor data” [2]

PERDI ESSE DADO. DEIXAR PRO FINAL.

**(09)**

**Nome da relação:** tipo de ramo ou configuração

**Chave primária:** ID, e  ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** ID da forma de espaçamento (chave estrangeira), faseamento, ID condutor fase (chave estrangeira), ID condutor neutro (chave estrangeira) e descrição

**Referência:** Um atributo da Figura 5, página 6 de transmissão [1]. Tabela “Overhead Line Configuration Data” da página 4 e “Underground Configuration Data” página 3. [2]

**Texto explicativo:** O tipo de ramo deve possuir uma identificação unívoca para cada caso base, podendo descrever, por exemplo, linhas de transmissão, transformadores em fase, transformadores deslocadores, ou então, diferentes configurações de faseamento e espaçamento de sistemas de distribuição de energia.

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`linetype` (

`id` INT UNSIGNED NOT NULL,

`CaseID` INT NOT NULL,

`lineSpacingID` INT UNSIGNED NULL,

`Phasing` VARCHAR(45) NULL,

`conductorID` INT NULL,

`tapeShieldedConductorID` INT NULL,

`neutralConductorID` INT NULL,

`description` VARCHAR(45) NULL,

PRIMARY KEY (`id`, `CaseID`),

INDEX `caseID\_lineType\_idx` (`CaseID` ASC),

INDEX `conductorID\_idx` (`conductorID` ASC),

INDEX `lineSpacing\_lineType\_idx` (`lineSpacingID` ASC),

INDEX `tapeShieldedConductorID\_lineType\_idx` (`tapeShieldedConductorID` ASC),

INDEX `neutralID\_lineType\_idx` (`neutralConductorID` ASC),

CONSTRAINT `caseID\_lineType`

FOREIGN KEY (`CaseID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (`ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `lineSpacing\_lineType`

FOREIGN KEY (`lineSpacingID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`linespacing` (`ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `conductorID\_lineType`

FOREIGN KEY (`conductorID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`conductordata` (`id`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `tapeShieldedConductorID\_lineType`

FOREIGN KEY (`tapeShieldedConductorID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`tapeshieldedconductordata` (`id`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `neutralID\_lineType`

FOREIGN KEY (`neutralConductorID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`neutralconductor` (`id`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE);

**(10)**

**Nome da relação:** relacionamento ramo e tipo de ramo

**Chave primária:** ID do ramo (chave estrangeira), ID do tipo de ramo (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira)

**Nome da relação:** área

**Chave primária:** ID da linha,  ID do caso base (chave estrangeira), id do tipo de linha.

**Referência:** Um atributo da Figura 3 e 5 de transmissão. Figura 10.

**CREATE TABLE `power\_system\_database`.`line\_linetype` (**

**`idCaseID` INT NOT NULL,**

**`idLine` INT UNSIGNED NOT NULL,**

**`idLineType` INT UNSIGNED NOT NULL,**

**PRIMARY KEY (`idCaseID`, `idLine`, `idLineType`),**

**INDEX `idLineID\_lineLineType\_idx` (`idLine` ASC),**

**INDEX `idLineTypeID\_lineLineType\_idx` (`idLineType` ASC),**

**CONSTRAINT `idCaseID\_lineLineType`**

**FOREIGN KEY (`idCaseID`)**

**REFERENCES `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (`ID`)**

**ON DELETE CASCADE**

**ON UPDATE CASCADE,**

**CONSTRAINT `idLineID\_lineLineType`**

**FOREIGN KEY (`idLine`)**

**REFERENCES `power\_system\_database`.`linetype` (`id`)**

**ON DELETE CASCADE**

**ON UPDATE CASCADE,**

**CONSTRAINT `idLineTypeID\_lineLineType`**

**FOREIGN KEY (`idLineType`)**

**REFERENCES `power\_system\_database`.`linetype` (`id`)**

**ON DELETE CASCADE**

**ON UPDATE CASCADE);**

**(12)**

**Nome da relação:** zona de perdas

**Chave primária:** Número da zona,  ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** descrição, número sequencial

**Referência:** Figura 8.

**Texto explicativo:** As zonas de perdas representam locais definidos para o cálculo de perdas. É descrito por meio de um atributo de descrição. Como este valor é único para cada caso base, este ID se torna chave estrangeira.

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`losszone` (

`LossZoneID` INT UNSIGNED NOT NULL,

`CaseID` INT NOT NULL,

`description` VARCHAR(45) NULL,

`sequencialNumber` INT UNSIGNED NULL,

PRIMARY KEY (`LossZoneID`, `CaseID`),

INDEX `caseID\_lossZone\_idx` (`CaseID` ASC),

CONSTRAINT `caseID\_lossZone`

FOREIGN KEY (`CaseID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (`ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE);

**(13)**

**Nome da relação:** relacionamento zona de perdas e barra

**Chave primária:** ID da barra (chave estrangeira), ID da zona de perdas (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira)

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`buslosszone` (

`BusID` INT UNSIGNED NOT NULL,

`lossZoneID` INT UNSIGNED NOT NULL,

`CaseID` INT NOT NULL,

PRIMARY KEY (`BusID`, `lossZoneID`, `CaseID`),

INDEX `caseID\_busLossZone\_idx` (`CaseID` ASC),

INDEX `lossZoneID\_idx` (`lossZoneID` ASC),

CONSTRAINT `caseID\_busLossZone`

FOREIGN KEY (`CaseID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (`ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `lossZoneID`

FOREIGN KEY (`lossZoneID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`losszone` (`LossZoneID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `busID\_busLossZone`

FOREIGN KEY (`BusID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`bus` (`Bus Number`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE);

**(14)**

**Nome da relação:** relacionamento zona de perdas  e ramo

**Chave primária:** ID do ramo (chave estrangeira), ID da zona de perdas (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira)

CREATE TABLE `power\_system\_database`.`linelosszone` (

`CaseID` INT NOT NULL,

`LineID` INT NOT NULL,

`LossZoneID` INT UNSIGNED NOT NULL,

PRIMARY KEY (`LineID`, `CaseID`, `LossZoneID`),

INDEX `caseID\_linelosszone\_idx` (`CaseID` ASC),

INDEX `LossZone\_linelosszone\_idx` (`LossZoneID` ASC),

CONSTRAINT `caseID\_linelosszone`

FOREIGN KEY (`CaseID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`power\_system\_case` (`ID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `LossZone\_linelosszone`

FOREIGN KEY (`LossZoneID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`losszone` (`LossZoneID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE,

CONSTRAINT `LineID`

FOREIGN KEY (`LineID`)

REFERENCES `power\_system\_database`.`line` (`lineID`)

ON DELETE CASCADE

ON UPDATE CASCADE);

**(15)**

**Nome da relação:** modelo de carga

**Chave primária:** código

**Atributos:** conexão e modelo

**Referência:** Tabela Load Model Codes [2]

**Texto explicativo:** Os possíveis modelos de carga presentes em sistemas de distribuição de energia são detalhados na tabela de modelo de carga com um código de modelo de carga.

**(16)**

**Nome da relação:** carga

**Chave primária:** ID da barra (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Fase/Potência: A/ativa, A/reativa, B/ativa, B/reativa, C/ativa, C/reativa e modelo de carga (chave estrangeira).

**Referência:** Tabela Spot Load Data [2] e atributo da tabela 3. [1]

**Texto explicativo:** Uma carga é univocamente determinada pela barra que está conectada. possui características descritas pela potência ativa ou reativa em cada fase, e se respectivo modelo de carga.

**(17)**

**Nome da relação:** carga possui modelo de carga

**Chave primária:** ID da carga (chave estrangeira), ID do modelo de carga (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira), ID da barra (chave estrangeira).

**(18)**

**Nome da relação:** carga distribuída

**Chave primária:** ID do ramo (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Fase/Potência: A/ativa, A/reativa, B/ativa, B/reativa, C/ativa, C/reativa e modelo de carga (chave estrangeira).

**Referência:** Tabela Distributed Load Data e atributo da tabela 3.

**Texto explicativo:** Uma carga distribuída é univocamente determinada pelo ramo que está conectado: possui características descritas pela potência ativa ou reativa em cada fase, e se respectivo modelo de carga.

**(19)**

**Nome da relação:** carga distruibída possui modelo de carga

**Chave primária:** ID da carga distribuída (chave estrangeira), ID do modelo de carga (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira), ID da barra (chave estrangeira).

**(20)**

**Nome da relação:** elemento shunt

**Chave primária:** ID da barra (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Fase/Potência: A/ativa, A/reativa, B/ativa, B/reativa, C/ativa, C/reativa,  condutância, susceptância e descrição.

**Referência:** Tabela Capacitor Data [2] e atributo da tabela 3 [1]

**Texto explicativo:** Um elemento shunt é um elemento em derivação com terra, é univocamente determinada pela barra que está conectado: possui características descritas pela potência ativa ou reativa em cada fase, e suas características de condutância, susceptância. Existe a possibilidade de existir, além disso, uma descrição importante.

**(21)**

**Nome da relação:** transformador em fase ou defasador

**Chave primária:** ID do ramo (chave estrangeira), e  ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Número sequencial, descrição, relação de transformação, ângulo de fase final, tensão em alta, tensão em baixa, limite mínimo de tensão, limite máximo de tensão, limite mínimo de potência, limite máximo de potência, step, % R, % X, potência, limite máximo de potência, limite mínimo de potência, defasagem mínimo, ângulo de defasagem máximo.

**Referência:** Tabela II (pag 7) [1] e Transformer Data [2]

**Texto explicativo:** Transformadores têm a propriedade de controlar determinadas variáveis do sistema elétrico de potência. Ele pode ser modelado como sendo um “tipo” de ramo, ou seja, possui dois nós associados, e por tanto, possui chave estrangeira primária sendo ID do ramo, além do ID do caso base.

**(22)**

**Nome da relação:** Relação de controle barra barra

**Chave primária:** ID da barra (chave estrangeira), e  ID da barra controlada (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira).

**Referência:** atributo “Remote controle” da Tabela 3 (pag 3). [1]

**Texto explicativo:** O sexto registro da tabela 3, mostra que a barra 142 está controlando a a magnitude de tensão na barra 143. Para que esta informação seja possível ser armazenada esta relação de controle foi criada.

**(23)**

**Nome da relação:** Relação de controle ramo barra

**Chave primária:** ID do ramo (chave estrangeira), e  ID da barra controlada (chave estrangeira), ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Lado

**Referência:** atributo “Control Bus” da Tabela 5 (pag 5).

**Texto explicativo:** O terceiro, quarto, quinto e sexto registro da tabela 5, mostram que ramos controlam variáveis de potência de barras, dependendo do tipo de ramo ou barra. Para que esta informação seja possível ser armazenada esta relação de controle foi criada.

**(24)**

**Nome da relação:** Geração

**Chave primária:** ID da barra (chave estrangeira) e ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Número sequencial, potência ativa e reativa

**Referência:** Tabela 3 [1].

**Texto explicativo:** Em sistemas de transmissão de energia elétrica é possível que cargas geradoras de energia estejam conectadas em barras. Suas características principais são potência ativa, reativa e um número sequencial.

**(25)**

**Nome da relação:** Regulador de tensão

**Chave primária:** ID da barra (chave estrangeira) e ID do caso base (chave estrangeira).

**Atributos:** Número sequencial, Fase, conexão, largura de banda, razão PT, CT ratings, Fase A: Resistência, fase B; Resistência, fase C: Resistência, Fase A: Reatância, Fase B: Reatância, Fase Reatância: X, Fase A: tensão, Fase B: tensão, Fase C: tensão.

**Referência:** Tabela de regulador de tensão [2].

**Texto explicativo:** Em sistemas de distribuição de energia elétrica é possível que reguladores de tensão estejam conectadas em barras. Os reguladores de tensão são descritos por meio de número sequencial, fase, conexão, largura de banda, razão PT, CT ratings, resistência e reatância por fase, tensão por fase.

**(26)**

**Nome da relação:** Relação de ramos “Tie Lines”

**Chave primária:** ID do barra há medições (chave estrangeira), ID do barra em não há medições (chave estrangeira), e ID do caso base (chave estrangeira), número do circuito, número sequencial.

**Referência:** Tabela 10 [1]

**Texto explicativo:** Um ramo pode ligar duas barras localizadas em áreas diferentes. Esta relação é definida por meio destes ramos denominados “tie lines”.

**(27)**

**Nome da relação:** Relação de intercâmbio

**Chave primária:** ID da barra (chave estrangeira), ID da área, e ID do caso base (chave estrangeira), exportação de potência programada, tolerância para exportação de potência.

**Referência:** Tabela de intercâmbio [1]

**Texto explicativo:** As relações de intercâmbio representam locais em que ocorre exportação de potência entre áreas.