بسم الله الرحمن الرحیم

درس: بررسی سیستمهای قدرت۲
فصل:پخش بار
قسمت اول

ارائه دهنده: علی بوبه رژ

ALIBOOBEHREJ@GMAIL.COM

ALIBOUBEHREZH.BLOGFA.COM

Aliboubehrezh.blogfa.com

پخش بار

پخش بار: حل مدار الکتریکی سیستم قدرت در شرایط کار پایدار را پخش بار یا Load flow می‌نامند، اهداف

پخش بار به صورت زیر است:

۱) توان تولیدی نیروگاه‌ها باتوان مصرفی و تلفات سیستم در حالت پایدار جبران باشد.

۲) افت ولتاژ در کل سیستم محدود باشد (در حالت پایدار)

۳) اضافه بار نداشته باشیم تا به تجهیزات آسیب وارد نشود (در حالت پایدار)

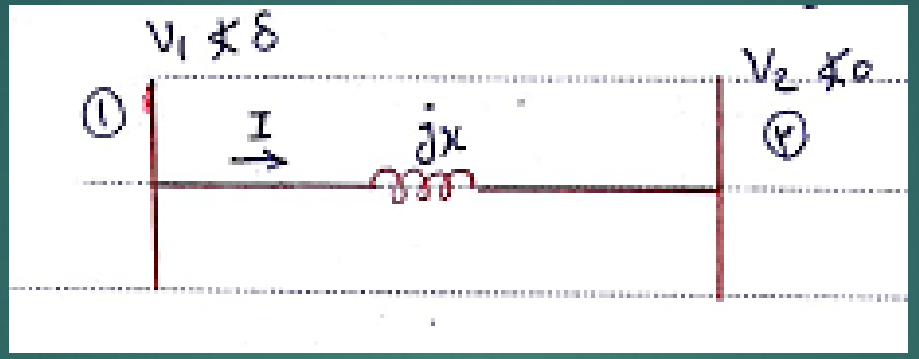
الزیک خط کوتاه با دو باس داشته باشیم محاسبه جریان عبوری تقریباً کاری راحت است، اما با افزایش تعداد

باس‌ها و تبدیل شدن شبکه به شبکه حلقوی نوشتن رابطه ی جریان (و به همین ترتیب توان دوتایی) کار بسیار

دشواری خواهد بود. در نتیجه معادلات به صورت ماتریسی نوشته شود.

Aliboubehrezh.blogfa.com

پخش بار



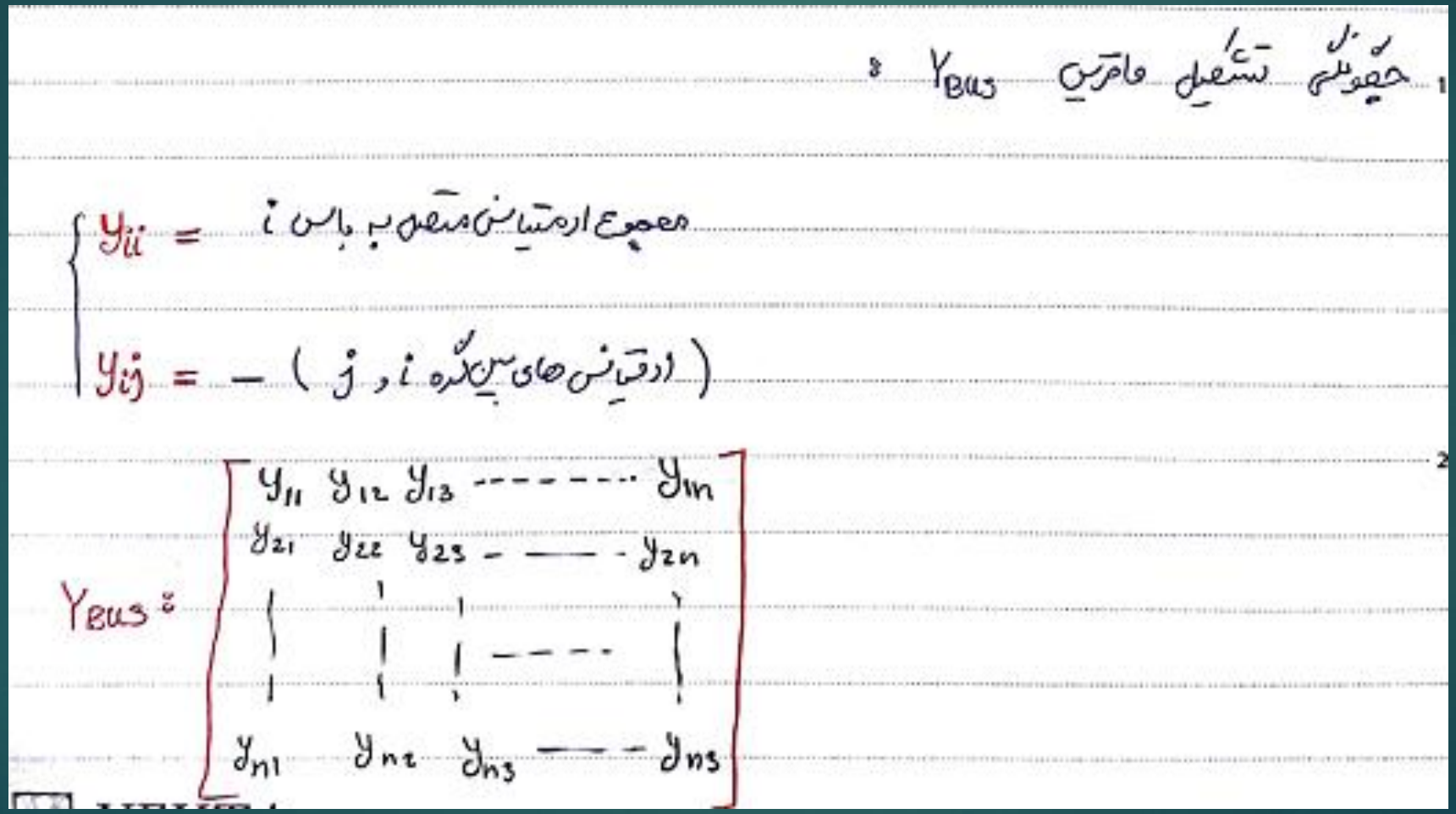
قانون اهم → $I = \dfrac{V_1 \angle \delta - V_2 \angle 0}{jx}$

$I_{Bus} = Y_{Bus} \times V_{Bus}$

ماتریس ماتریس ماتریس

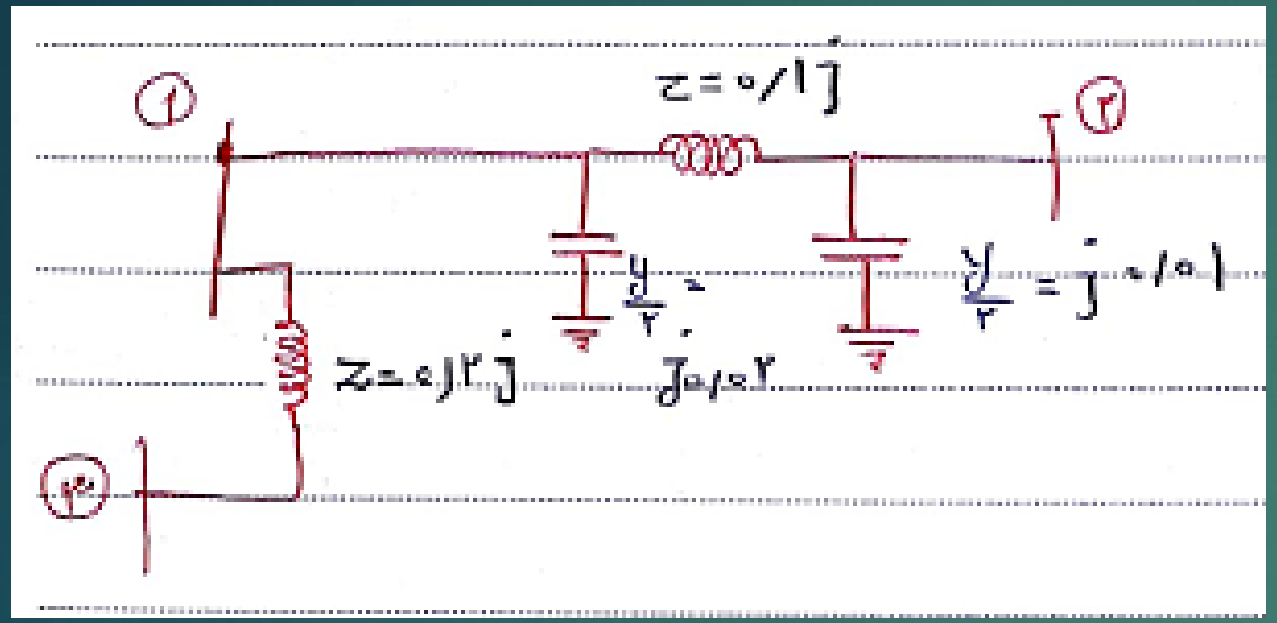
Aliboubehrezh.blogfa.com

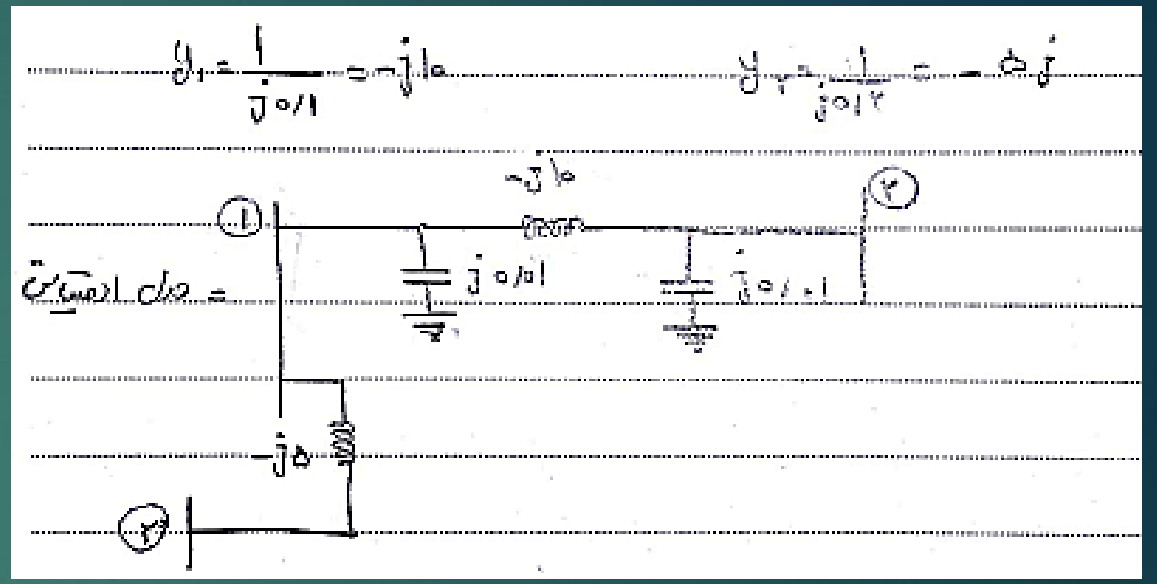
چگونگی تشکیل YBUS



Aliboubehrezh.blogfa.com

مثال





$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} (-j10 + j0.01 - j5) & j10 & j5 \\ +j10 & (-j10 + j9.01) & 0 \\ +j5 & 0 & j5 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} -j14.99 & j10 & j5 \\ j10 & -j9.99 & 0 \\ j5 & 0 & -j5 \end{bmatrix}$$

Aliboubehrezh.blogfa.com

خواص Y_{BUS}

خواص Y_{BUS} : ① ماتریس ادمیتانس گره از نظر اندازه متقارن است (Y_{BUS} و Y_{BUS}^T) ولی از نظر زاویه ممکن است متقارن نباشد.

(اگر قرینه ستاره مثلث یا مثلث ستاره داشته باشیم در این حالت از نظر اندازه متقارن است ۱ اما از نظر زاویه ممکن است متقارن نباشد)

② ماتریس Y_{Bus} در شبکه های بزرگ ، تُنُک است (Sparse) . یعنی تعداد صفرهای درایه های این ماتریس زیاد است.

③ مجموع سطر و ستون ها در ماتریس Y_{Bus} اگر منبع ولتاژ (ژنراتور) نداشته باشیم تقریباً صفر است.

(اگر دل خط کوتاه به کار بیریم و ژنراتور نداشته باشیم قطعا صفر است)

④ هیچگاه بار متصل به باس ها وارد محاسبه ی (Y_{Bus}) نمی شود . (چون ممکن است میزان بار تغییر و باید Y_{Bus} در حالت عادی همیشه ثابت باقی بماند تا بتوانیم محاسبات را انجام دهیم.

Aliboubehrezh.blogfa.com

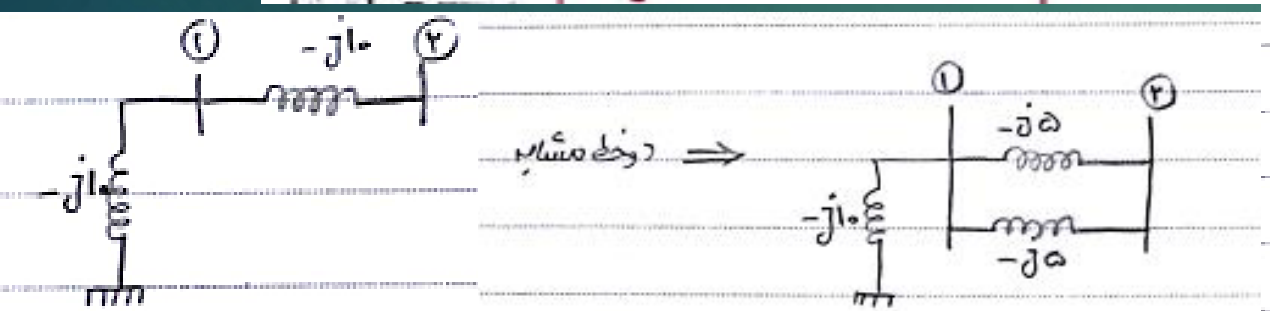
مثال

مثال: حاضر یک شبکه دو شینه که بین دو باس دو خط کاملاً مشابه قرار دارند به صورت زیر است، چنانچه دیگر

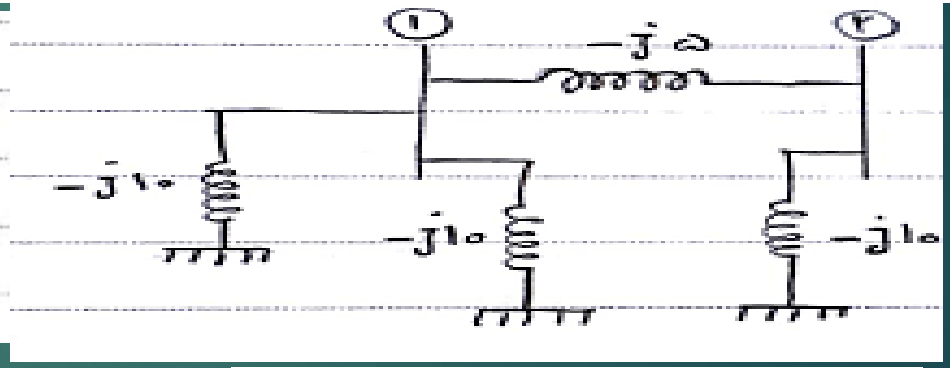
20

از خطوط از وسط پاره شده و روی زمین بیافتد، ماتریس Y_{bus} چه تغییری می‌کند:

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} -j20 & j10 \\ j10 & -j10 \end{bmatrix} \begin{matrix} ① \\ ② \end{matrix} \quad \begin{matrix} ① & ② \end{matrix}$$



دو خط مشابه ⇒



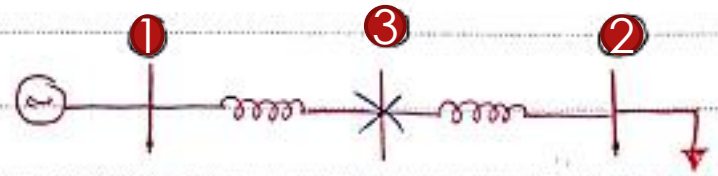
$$Y_{bus\ جدید} = \begin{bmatrix} -j25 & +j5 \\ +j5 & -j15 \end{bmatrix}$$

$$Y_{bus\ جدید} = \begin{bmatrix} -j5 & -j10 & -j10 & +j5 \\ j5 & & & -j5-j10 \end{bmatrix}$$

Aliboubehrezh.blogfa.com

کاهش درجه YBUS

- کاهش درجه‌ی Y_{Bus} : اگر باس به ژنراتور یا مصرف کننده‌ای به طور مستقیم متصل نباشد می توان آن باس را از محاسبات حذف نمود، این عمل باعث کاهش حجم محاسبات در برنامه های کامپیوتری پخش بار می‌شود.



برای حذف یک باس لازم است شماره گذاری طوری باشد که باس حذفی در آخرین سطرهای ماتریس Y_{Bus} قرار گیرد. آنگاه درایه های جدید ماتریس بعد از حذف شینه‌ی n ام از رابطه‌ی زیر بدست می آید:

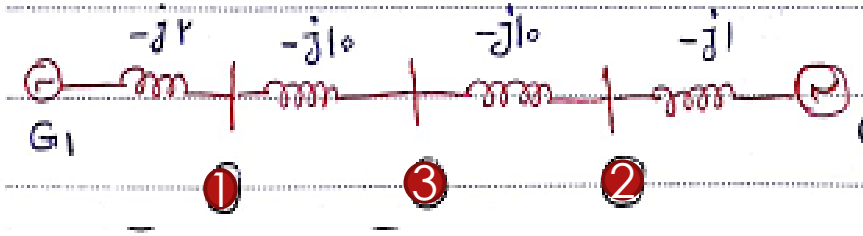
* (n) باس حذفی می باشد.

$$Y_{jk(new)} = Y_{jk(old)} - \frac{Y_{jn} \cdot Y_{nk}}{Y_{nn}}$$

Aliboubehrezh.blogfa.com

مثال

مثال: زیستگاه روبرو مطلوبست:



۱) بدست آوردن Y_{Bus}:

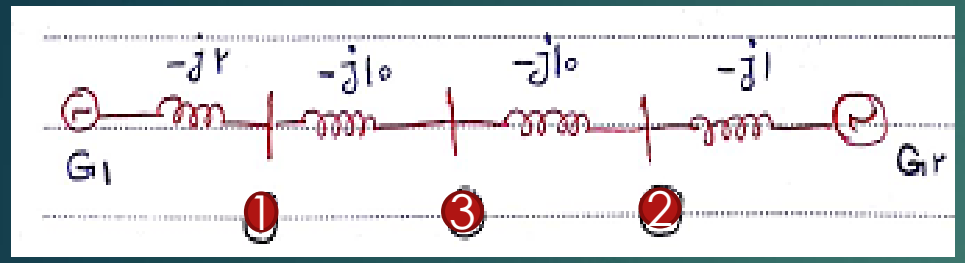
۲) بازوش مستقیم Y_{Bus} را باجزء

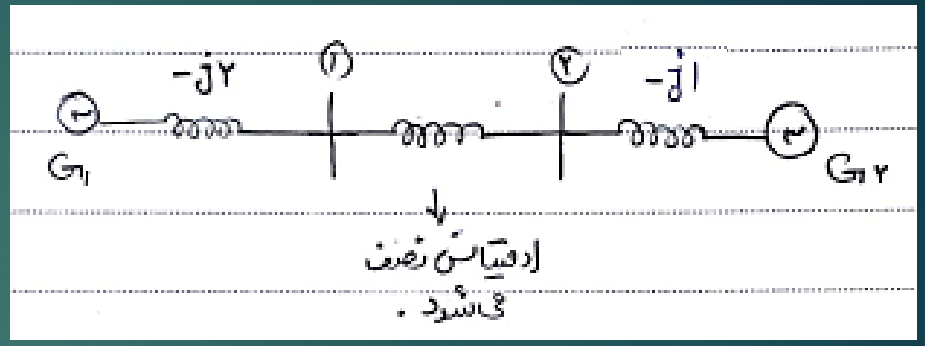
باس ۳ بدست آورید:

۳) Y_{Bus} را باحذف باس ۳ بازوش صفر باس بدست آورید: (با فضول)

Aliboubehrezh.blogfa.com

حل مثال





$$Y_{BUS} = \begin{bmatrix} -j12 & 0 & j10 \\ 0 & -j11 & +j10 \\ +j10 & +j10 & -j20 \end{bmatrix}$$

$$Y_{Bus} = \begin{bmatrix} -j7 & +j5 \\ +j5 & -j9 \end{bmatrix}$$

Aliboubehrezh.blogfa.com

ادامه حل مثال

جواب ③

15

$$Y_{Bus(old)} = \begin{matrix} \\ ① \\ ② \\ ③ \end{matrix} \begin{matrix} \begin{matrix} ① & ② & ③ \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} -j12 & 0 & +j10 \\ 0 & -j11 & +j10 \\ j10 & j10 & \boxed{-j20} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Y_{33}

$$Y_{11(new)} = Y_{11(old)} - \frac{Y_{13} \cdot Y_{31}}{Y_{33}} = -j12 - \frac{j10 \times j10}{-j20} = -j12 - \frac{j100}{20} \rightarrow \infty$$

$$Y_{11(new)} = -j12 + j5 = \boxed{-j7}$$

$$Y_{21(new)} = Y_{12(new)} = Y_{21(old)} - \frac{Y_{23} \times Y_{31}}{Y_{33}} = 0 - \frac{j10 \times j10}{-j20} = \boxed{j5}$$

$$Y_{22(new)} = Y_{22(old)} - \frac{Y_{23} \cdot Y_{32}}{Y_{33}} = -j11 - \frac{j10 \times j10}{-j20} = -j11 + j5 = \boxed{-j6}$$

$$* \; Y_{Bus(new)} = \begin{bmatrix} -j7 & +j5 \\ +j5 & -j6 \end{bmatrix}$$

Aliboubehrezh.blogfa.com

انواع باس

① باس بار (PQ Bus) (load Bus) $\left.\begin{matrix}P\\Q\end{matrix}\right\}$

② باس کنترل ولتاژ (PV Bus) $\left.\begin{matrix}P\\V\end{matrix}\right\}$

③ باس اسلک (Slack Bus) (Swing Bus) (باس مرجع) $\left.\begin{matrix}V=1\\\delta=0\end{matrix}\right\}$

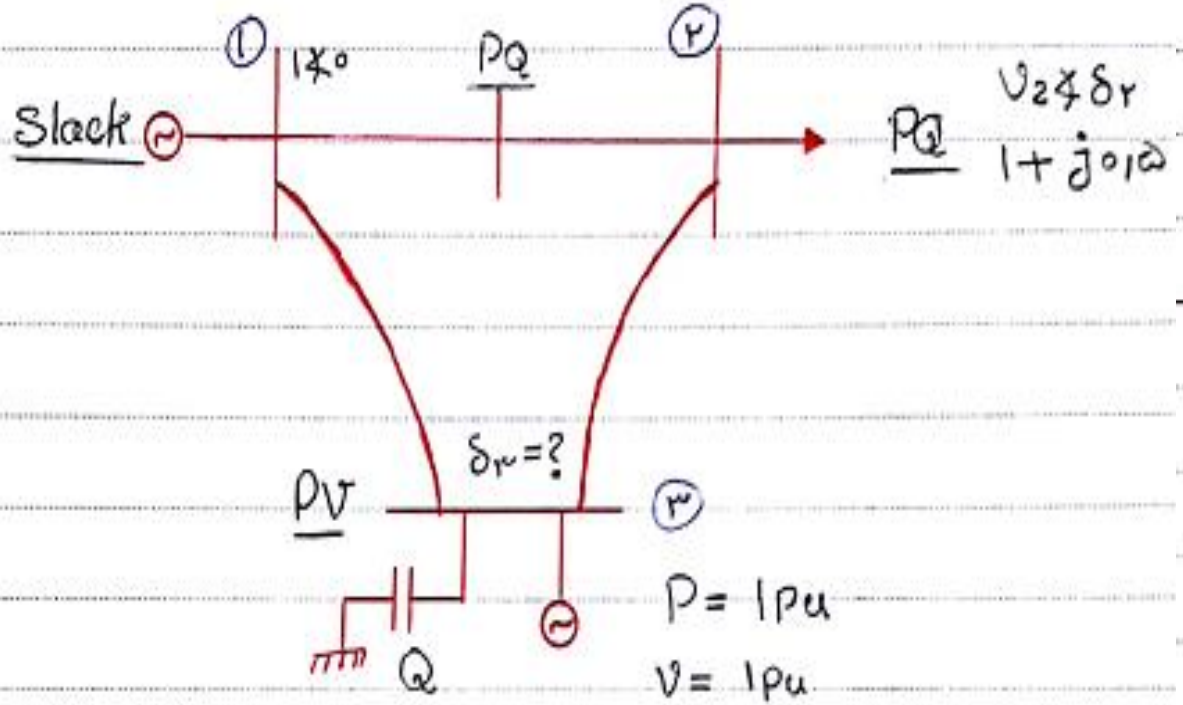
① باس بار: باس است که در آن توان اکتیو و راکتیو مشخص است، در یک شبکه معمولاً ۷۰ تا ۸۰ درصد باس ها از این نوع است.

② باس کنترل ولتاژ: در این باس ها توان اکتیو ولتاژ باس مشخص است. این باس ها معمولاً دارای یک ژنراتور یا یک خازن می باشند. حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد باس ها در سیستم قدرت (PV) هستند.

③ باس اسلک: باس است که ولتاژ و زاویه ی آن مشخص می باشد، این باس معمولاً به بزرگترین ژنراتور شبکه متصل است.

Aliboubehrezh.blogfa.com

انواع باس



جدول جداسازی معلومات و مجهولات:

نوع باس	معلومات	مجهولات
Slack	V_1 , δ_1	P_1 , Q_1
PV	P_j و V_j	Q و δ_j
PQ	P_i , Q_i	V_i , δ_i

* آنرا این مجهولات بدست آید که کل مسئله حل می‌شود از طریق آن، به معادله و به مجهول بدست می‌آید.

* معلومات را نوشته و برای آن به معادله به مجهول می‌نویسیم

PV تعداد باس ← NPV

PQ تعداد باس ← NPQ

$2NPQ + NPV \rightarrow$ تعداد مجهولات

۶- جهت این‌که تعداد معادلات با تعداد مجهولات برابر باشد (تا مسئله یک پاسخ شود) باید معادله‌ی توان اکتیو باس‌های PV و همچنین معادله‌ی توان‌های اکتیو و راکتیو باس‌های P و Q را بنویسیم

Aliboubehrezh.blogfa.com

معادلات اساسی پخش بار

$$I_{Bus} = Y_{Bus} \cdot V_{Bus}$$

$$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \vdots \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & \cdots & Y_{1n} \\ \vdots & & & \\ Y_{i1} & Y_{i2} & \cdots & Y_{in} \\ \vdots & & & \\ Y_{n1} & Y_{n2} & \cdots & Y_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \vdots \\ V_n \end{bmatrix}$$

$$I_i = Y_{11}V_1 + Y_{12}V_2 + \cdots + Y_{ii}V_i + \cdots + Y_{nn}V_n$$

$$I_i = \sum_{k=1}^{n} Y_{ik}V_k$$

$$S_i = V_i \times I_i^* \rightarrow S_i = V_i \sum_{k=1}^{n} Y_{ik}V_k^*$$

$$V_i = |V_i| \angle \delta_i$$

$$V_k = |V_k| \angle \delta_k \rightarrow V_k^* = |V_k| \angle -\delta_k$$

$$Y_{ik} = |Y_{ik}| \angle \theta_{ik}$$

معادلات اساسی توان ظاهری:

$$S_i = |V_i| \sum_{k=1} |Y_{ik}||V_k| \angle \delta + \theta_{ik} - \delta_k$$

معادلات اساسی توان اکتیو:

$$P_i = \sum_{k=1}^{n} |V_i||V_k||Y_{ik}| \cos(\theta_{ik} + \delta_i - \delta_k)$$

معادلات اساسی توان راکتیو:

$$Q_i = \sum_{k=1}^{n} |V_i||V_k||Y_{ik}| \sin(\theta_{ik} + \delta_i - \delta_k)$$