



**Bild 10.3.1:** Quadrierender Regelkreis zur Trägerrückgewinnung bei Zweiseitenband-Signalen (BPSK)

weitestgehend zu unterdrücken. Danach erhält man

$$y_2(t) = b(t) \cos(2\omega_0 t + 2\psi(t)), \quad (10.3.3)$$

wobei  $b(t)$  aus  $a^2(t)$  durch die Bandpass-Filterung hervorgeht<sup>5</sup>.

Die Synchronisation auf die doppelte Trägerfrequenz erfolgt im nachgeschalteten *Phasenregelkreis* (PLL  $\hat{=}$  „Phase-Locked Loop“). Ein solcher Phasenregelkreis besteht generell aus den Komponenten *Phasendiskriminator* (PD, hier als Multiplizierer ausgeführt), *Schleifenfilter* (TP) sowie einem *gesteuerten Oszillator* (VCO  $\hat{=}$  „Voltage-Controlled Oscillator“), der auf die Frequenz  $f_0$  voreingestellt ist. Im Blockschaltbild 10.3.1 tritt als Besonderheit ein Quadrierer am Ausgang des VCO hinzu, da auf die Frequenz  $2f_0$  synchronisiert werden soll.

Liegt am VCO-Ausgang das Signal  $\cos(\omega_0 t + \hat{\psi}(t))$ , so entsteht nach der Quadrierung

$$\tilde{y}_2(t) = \frac{1}{2} [1 + \cos(2\omega_0 t + 2\hat{\psi}(t))] \quad (10.3.4a)$$

und nach einer  $90^\circ$ -Drehung mit zusätzlicher Unterdrückung des Gleichanteils

$$\hat{y}_2(t) = \frac{1}{2} \sin(2\omega_0 t + 2\hat{\psi}(t)). \quad (10.3.4b)$$

Im Phasendiskriminator PD werden die Signale  $y_2(t)$  und  $\hat{y}_2(t)$  multipliziert. Unterstellt man, dass im Schleifenfilter (TP) Signalanteile im Bereich der Frequenz  $4f_0$  unterdrückt werden, so ergibt sich als VCO-Eingangssignal

$$\varepsilon(t) = \frac{b(t)}{4} \sin(2\hat{\psi}(t) - 2\psi(t)). \quad (10.3.5a)$$

Bei hinreichender Bandbreite-Reduktion durch das Bandpass-Vorfilter kann  $b(t)$  näherungsweise durch den Mittelwert  $\overline{b(t)} = \bar{b}$  ersetzt werden. Geht man weiterhin

<sup>5</sup>Das Signal  $a^2(t)$  ist nach der Bandbegrenzung nicht mehr notwendig nichtnegativ.