

XTAP 例題集		番 号	PLL-01-B
例題名	位相同期回路 (PLL) の動作原理 (単相版)		
分 野	系統連系, 制御		
文 献	—		
概 要	<p>本例題は, 「位相検出器」および「周波数計」制御ブロック (※1) の内部構造を理解するための例題である。位相検出器および周波数計は, 三相/単相の正弦波波形の位相もしくは周波数を検出することができる制御ブロックである。これら制御ブロックでは, 三相のうち一部が欠相している場合や微小な高調波が重畳している場合でも, 位相/周波数を精度よく検出できるように工夫されている。同ブロックの詳しい動作原理については, 同ブロックのヘルプから参照可能な「XTAP 制御ブロック 「位相検出器」, 「周波数計」の動作原理」を参照されたい。</p> <p>本例題では, 例題 PLL-01-A で用いた位相検出器および周波数計の再現モデルを利用し, 位相検出器/周波数計の単相版の動作について確認することを目的としている。単相の周波数変調を模擬したテスト信号源を用いて動作を検証している。周波数の変調が生じる時刻 200 msec 以降も, PLL 位相検出器/周波数計により算出した位相や周波数は直ちに真値に追従していることが確認できる。</p> <p>※1: 制御ブロック, “特殊関数ブロック”カテゴリの“周波数計 (単相 PLL)”, “周波数計 (三相 PLL)”, “位相検出器 (単相)”, “位相検出器 (三相 PLL)”の 4 部品</p>		

解析回路・解析条件

図1にシミュレーション検証用回路を示す。また、表1には位相検出器/周波数計のパラメータを示す。図1に示すように、位相検出器/周波数計の再現モデルに、単相のテスト信号源を接続している。再現モデルの内部構造に関する詳細は、例題 PLL-01-A の例題票を参照されたい。

再現モデルの a 相にテスト信号を入力し、b, c 相の入力はゼロとしている。テスト信号源はシミュレーション時刻 200 msec より周波数がステップ上に 3 Hz 急上昇する。これにより周波数変動への追従性を検証する。また、再現モデルの比較用として、組み込みの位相検出器/周波数計（単相 PLL）も併せて接続している。

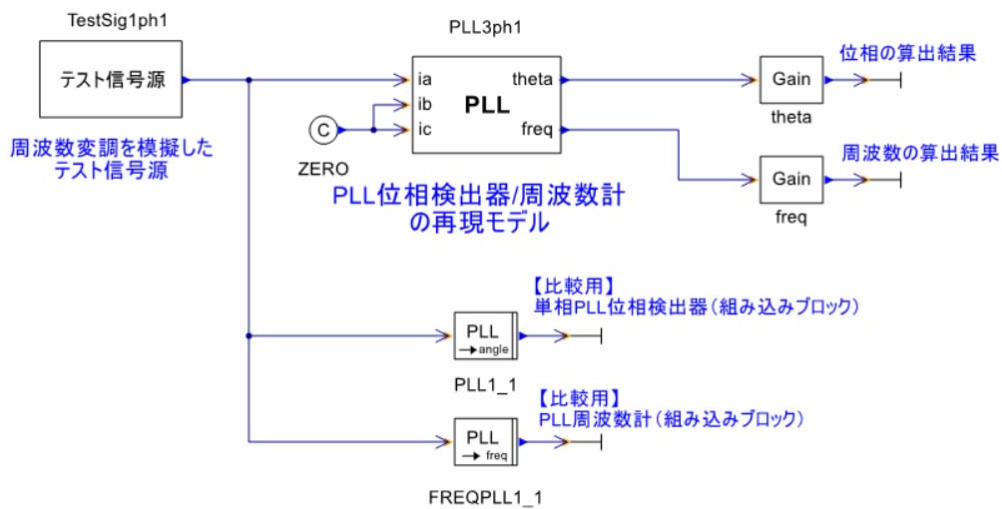


図1 シミュレーション検証用回路

表1 PLL 位相検出/周波数計のパラメータ

パラメータ		値
(1)	基準周波数 F0 [Hz]	50
(2)	応答時定数 T [sec]	0.1
(3)	初期値 Ainit	86.603
(4)	動作モードフラグ Mode (三相 : 1, 単相 : -1)	-1

※パラメータ(4)は再現モデルのみ指定

表 1 に示したように、例題 PLL-01-A の三相版ケースとのパラメータの違いは、(3) 初期値 A_{init} を指定している点と、(4) 動作モードフラグ $Mode$ を -1 (単相モード) に指定している点である。なお、 $Mode$ は再現モデルにのみ定義しており、 $Mode = -1$ の場合に A_{init} が有効となる。

初期値 A_{init} の算出は以下に例示するような手順で行う。図 2 に示すように、まず入力信号のピーク値と初期値を読み取ると下記のようなのである。

- ・ 入力信号ピーク値 $A_{peak} = 100$
- ・ 入力信号初期値 $A_{in0} = 50$

これらの値から、 A_{init} は次式より算出できる。

$$A_{init} = (A_{peak}^2 - A_{in0}^2)^{1/2} = 86.603$$

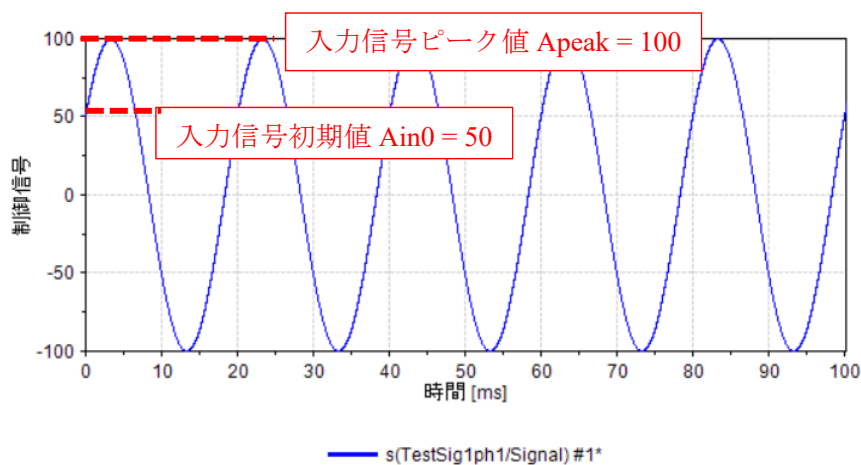
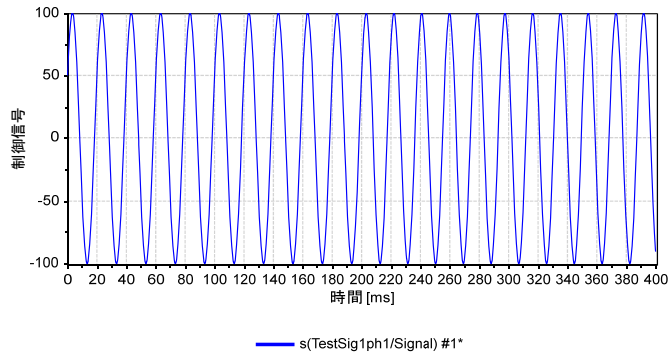


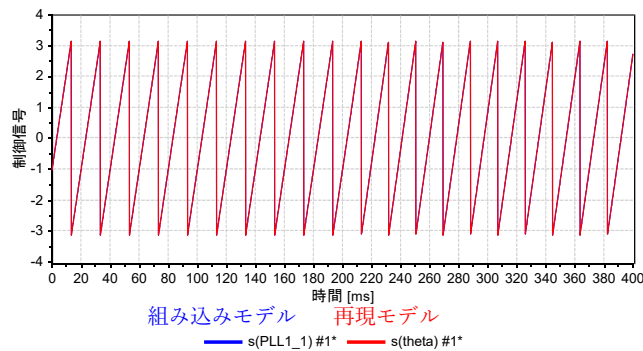
図 2 入力信号のピーク値と初期値の読み取り

解析結果

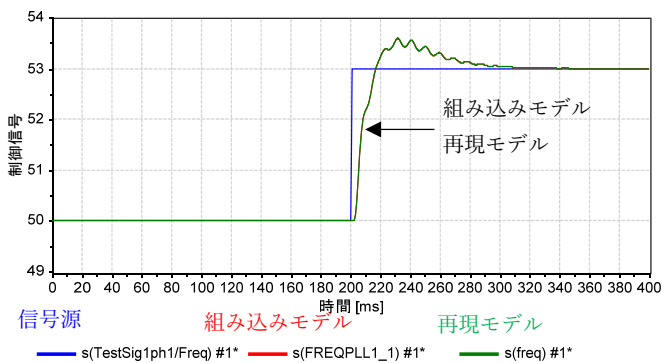
本例題の XTAP による実行結果を図 3 に示す。位相・周波数ともに再現モデルの結果は組み込みモデルと良好に一致している（ほぼ重なっているため目視では区別できない）。同図(c)に示すとおり時刻 200 msec にて信号源の周波数がステップ状に急増しても、およそ 100 msec 後（設定した時定数 T の程度）には周波数計による算出周波数が追従している。この結果より、位相検出器/周波数計は周波数変調のある場合にも有効であることがわかる。



(a) テスト信号源の出力波形



(b) 位相



(c) 周波数

図 3 解析結果

更 新 履 歴

日 付	例題ファイル バージョン	変 更 内 容
2023/10/01	1.0	初版作成