

순번	페이지	위치	수정 전	수정 후	비고
1	78	위에서 둘째줄	DPF(DisPlacement Factor)	DPF(DisPlacement Factor) ¹⁾ ¹⁾ Displacesment Power Factor 라고도 함	주석추가
2	116	밑에서 5째줄	다이오드 D는 역방향 바이어스 되어 턴오프 된다.	다이오드 D는 역방향 바이어스 되어 턴오프된다. 다이오드가 턴오프되는 시점은 $\pi/2$ 를 조금 지나서인데 C가 작아질수록 길어진다.	
3	126	그림 3-13			i_a, i_c 일부 수정
4	131	예제 3-11 [풀이]	(a) ~ 예제 3-8에서와 (c) ~ 예제 3-8에서와 (d) ~ 예제 3-8에서와 (e) $P_o = I_o^2 \times R = 29.7^2 \times 10 = 8,820.9 \text{ W}$	(a) - 예제 3-10에서와 (c) ~ 예제 3-10에서와 (d) ~ 예제 3-10에서와 (e) $P_o = I_o^2 \times R = 29.74^2 \times 10 = 8,844.7 \text{ W}$	
5	219	위에서 8째줄	전압 v_{ab} 를 기준으로 $\alpha_1 \leq \omega t < \alpha_1 + \frac{\pi}{3}$ 구간에서	전압 v_{ab} 를 기준으로 $\left(\frac{\pi}{3} + \alpha_1\right) \leq \omega t < \left(\frac{2}{3}\pi + \alpha_1\right)$ 구간에서	

6	239	위에서 4째줄	그림 5-2에서	그림 5-9에서																													
7	312	위에서 7째줄	식 (5.130)에	식 (5.132)에																													
8	336	표 5-1	<table><tr><td>Half-Bridge</td><td>2</td><td>○</td><td>전기적인 분리필요</td><td>$nD/2$</td><td>V_{in}</td><td>~ 수 kW</td></tr><tr><td>Full-Bridge</td><td>4</td><td>○</td><td>전기적인 분리필요</td><td>nD</td><td>V_{in}</td><td>Unlimited</td></tr></table>	Half-Bridge	2	○	전기적인 분리필요	$nD/2$	V_{in}	~ 수 kW	Full-Bridge	4	○	전기적인 분리필요	nD	V_{in}	Unlimited	<table><tr><td>Half-Bridge</td><td>2</td><td>△</td><td>-</td><td>$nD/2$</td><td>V_{in}</td><td>~ 수 kW</td></tr><tr><td>Full-Bridge</td><td>4</td><td>△</td><td>-</td><td>nD</td><td>V_{in}</td><td>Unlimited</td></tr></table> <p>※ △ : 변압기를 사용하지 않는 경우도 있으나 전기적인 절연이나 변압비율의 조절을 위해 변압기를 사용하는 경우가 많음.</p>	Half-Bridge	2	△	-	$nD/2$	V_{in}	~ 수 kW	Full-Bridge	4	△	-	nD	V_{in}	Unlimited	
Half-Bridge	2	○	전기적인 분리필요	$nD/2$	V_{in}	~ 수 kW																											
Full-Bridge	4	○	전기적인 분리필요	nD	V_{in}	Unlimited																											
Half-Bridge	2	△	-	$nD/2$	V_{in}	~ 수 kW																											
Full-Bridge	4	△	-	nD	V_{in}	Unlimited																											
9	379	위에서 9째줄	calculatin	calculation																													
10	517	식 (7.89)	$i_r(t) = I_L + \frac{V_{cmax}}{Z} \sin [\omega_r(t-t_3)]$	$i_{SM} = I_L + \frac{V_{cmax}}{Z} \sin [\omega_r(t-t_3)]$																													
11	525	그림 7-37 (d)	<p>(d) 모드 4</p> <p>그림 7.37 LLC 공진형의 동작 모드</p>	<p>(d) 모드 4</p> <p>그림 7-37 LLC 공진형의 동작 모드</p>																													
12	527	위에서 13째줄	naturally	naturally																													
13	528	밑에서 3째줄	유지한다. 한다.	유지한다.																													

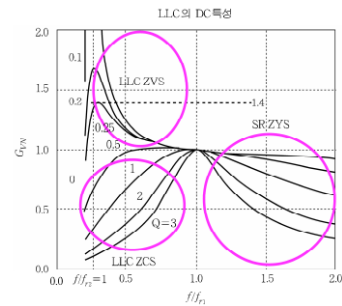


그림 7-40 출력변동 Q 에 따른 주파수 변동비 f/f_{r1} 에 대한 입출력 변압비 G_V 의 특성

표 7-1 LLC 컨버터의 주파수 특성에 대한 동작영역

동작영역	주파수 영역	부하특성	동작특성
LLC ZVS	$f_{r2} \leq f \leq f_{r1}$	$Q < 1$	<ul style="list-style-type: none"> S_1, S_2 : 영전압 스위칭 D_1, D_2 : 영전류 스위칭 부하변동에 대한 주파수 변동폭이 작음
LLC ZCS	$f_{r2} \leq f \leq f_{r1}$	$Q > 1$	<ul style="list-style-type: none"> S_1, S_2 : 영전류 스위칭 부하변동에 대한 주파수 변동폭이 큼
직렬공진 ZVS	$f \geq f_{r1}$	Q 와 무관함	<ul style="list-style-type: none"> S_1, S_2 : 영전압 스위칭 부하변동에 대한 주파수 변동폭이 매우 큼

ZCS 영역의 경우 부하가 매우 적으면 주파수가 정규화 전압이득 G_{VN} 이 상승하는 특성을 보이는데 부하의 변동에 따른 스위칭 주파수의 변동이 매우 커서 부하가 작은 값을 갖는 경우가 존재하면 이 영역을 사용할 수 없다. 또한, 주파수 f 가 f_{r1} 보다 큰 영역에서 동작하는 직렬공진 ZCS 영역의 경우 부하가 작으면 출력전압의 제어를 위하여 주파수 변동폭이 매우 증가하는 특성을 보인다.

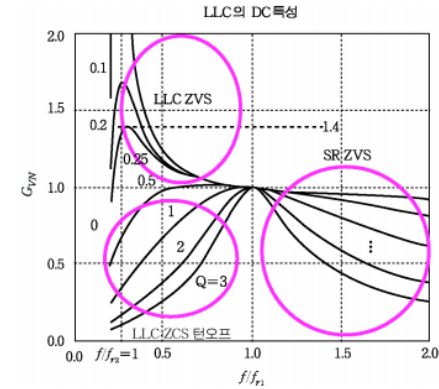


그림 7-40 출력변동 Q 에 따른 주파수 변동비 f/f_{r1} 에 대한 입출력 변압비 G_{VN} 의 특성

표 7-1 LLC 컨버터의 주파수 특성에 대한 동작영역

동작영역	주파수 영역	부하특성	동작특성
LLC ZVS	$f_{r2} \leq f \leq f_{r1}$	$Q < 1$	<ul style="list-style-type: none"> S_1, S_2 : 영전압 스위칭 D_1, D_2 : 영전류 스위칭 부하변동에 대한 주파수 변동폭이 작음
LLC ZCS 턴오프	$f_{r2} \leq f \leq f_{r1}$	$Q > 1$	<ul style="list-style-type: none"> S_1, S_2 : 영전류 스위칭 턴오프, 하드스위칭 턴온 부하변동에 대한 주파수 변동폭이 큼
직렬공진 ZVS	$f \geq f_{r1}$	Q 와 무관함	<ul style="list-style-type: none"> S_1, S_2 : 영전압 스위칭 부하변동에 대한 주파수 변동폭이 매우 큼

그런데 부하가 증가하여 Q 값이 커지면 전압이득 G_{VN} 이 감소하는데, G_{VN} 이 1 이하로 감소하면 LLC는 ZVS 특성을 잃게 되어, S_1 과 S_2 는 턴온시 하드스위칭을 하게 되며 턴오프시에는 영전류 스위칭을 할 수 있다. 또한, 주파수 f 가 f_{r1} 보다 큰 영역에서 동작하는 직렬공진 ZVS 영역의 경우 부하가 작으면 출력전압의 제어를 위하여 주파수 변동폭이 매우 증가하는 특성을 보인다. 따라서 LLC 공진형 컨버터는 그림 7-40의 LLC ZVS 영역에서 동작하도록 설계되어야 하며 부하의 범위는 제한적이라는 점을 유의한다.